

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto

**DECREMENTO DE USO DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SU
RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.**

Autor:

Viviana Alexandra Llanga Puluchi

Tutor:

Ing. Tito Castillo, MsC

Riobamba - Ecuador

Año 2017

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:

“DECREMENTO DE USO DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN” presentado por **Viviana Alexandra Llanga Puluchi** y dirigida por: Ing. Tito Castillo. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Ing. Tito Castillo
Director del Proyecto



Firma

Ing. Angel Paredes
Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Paola Ortiz
Miembro del Tribunal



Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Tito Castillo**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “DECREMENTO DE USO DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la señorita **Viviana Alexandra Llanga Puluchi** para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,

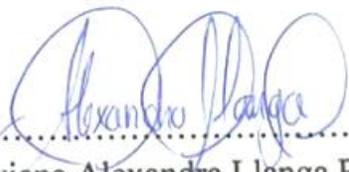


Ing. Tito Castillo

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Viviana Alexandra Llanga Puluchi; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....
Sta. Viviana Alexandra Llanga Puluchi
CI. 060558383-0

Agradecimiento

A Dios por guiar día a día cada uno de mis pasos sin dejarme caer, por brindarme el amor, la fuerza, la inteligencia y la sabiduría necesaria para enfrentar cada una de las etapas que han pasado por mi vida, por poner en mí un sueño y por permitirme realizarlo.

A mis padres, Mauro y Lucia, por permitirme ser libre y crecer, por su amor y apoyo incondicional que me han brindado todos estos años, por ser el ejemplo más grande que tengo de trabajo, esfuerzo y valentía.

A mis hermanos, María, Adrián y Tomás por ser mi ejemplo de perseverancia y disciplina, por sus consejos y motivación incansables, por su eterno amor.

A mi mejor amigo, Pavel Escalante, por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, por enseñarme el valor de la lealtad, la confianza, la excelencia, la constancia y la perseverancia, por hacer de mí un ser humano mejor.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Facultad de Ingeniería, y mi más sincero agradecimiento a todos mis maestros que me acompañaron con su apoyo, dedicación y compartieron conmigo sus conocimientos durante mi carrera académica, un agradecimiento especial al Ing. Tito Castillo por su apoyo y colaboración constantes, ayuda muy valiosa para culminar este proyecto

A mis sobrinos Sol Simone y Adrián Sebastián por ser mi inspiración constante, a mi familia y amigos, que de una u otra manera han sido parte fundamental en mi vida estudiantil por su apoyo, consejos, motivaciones y por confiar en mí.

A todas las mujeres de mi familia, que tienen en especial mi mayor admiración, pues en ellas he visto que cuando se desea algo con todo el corazón, los esfuerzos nunca serán suficientes hasta que sean logrados los objetivos propuestos, por enseñarme que no importan los obstáculos que se atraviesen por la vida, porque cuando en realidad se quiere con amor todo se puede.

Viviana Alexandra Llanga Puluchi.

Dedicatoria

A mi hermano Erick Tomás, que es mi inspiración, orgullo, felicidad y vida entera, quien me ha demostrado que la vida es un verdadero milagro desde el primer día de su existencia y que a pesar de ser ocho años menor, me ha enseñado tanto de la vida, gracias por ser un buen hijo y hermano, por ser responsable, dedicado, constante, perseverante, disciplinado, valiente y por ser mi apoyo más grande.

A ti dedicado este logro de mi vida, porque quiero incentivar y verte grande, quiero que todo te salga bien, te quiero ver triunfando en la vida, porque nada es imposible, porque todo se puede, porque las personas no definen quienes somos, porque cuando alguien te dice que no puedes hacer algo, recuerda que está hablando de sus limitaciones y no de las tuyas.

A través de esto quiero dejar sembrado en ti el espíritu de perseverancia, excelencia, constancia, amor y apoyo incondicional. Siempre seré yo la que este a tu lado para apoyarte en todo lo que te haga feliz, pero también para decirte cuando no es correcto, porque te amo y de mis padres aprendí que las personas que te aman de verdad también saben decir no cuando es necesario.

Mi amor profundo a ti compañero de vida.

Viviana Alexandra Llanga Puluchi.

Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. MARCO TEÓRICO	4
4. METODOLOGÍA.....	11
4.1. Selección del sujeto de estudio	11
4.2. Revisión documental	12
4.3. Diseño instrumentos de recolección de datos	12
4.4. Recolección de datos	16
4.5. Análisis de datos.....	18
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
6. CONCLUSIONES.....	35
7. BIBLIOGRAFÍA	38
8. ANEXOS	40
8.1. Anexo 1: Ilustración ejemplo de planificación diaria de la constructora.....	40
8.2. Anexo2: Ilustración de archivo digital de videos recolectados mediante VANT	41
8.3. Anexo 3: Determinación de normalidad de conjunto de datos	44

8.4.	Anexo 4: Determinación de media aritmética de conjunto de datos.....	60
8.5.	Anexo 5: Tabla Resumen de uso de EPP utilizado en 22días	68
8.6.	Anexo 6: Matriz de uso de equipos de seguridad industrial adaptada.	69
8.7.	Anexo 7: Check list de uso de equipo de seguridad industrial de datos obtenidos por VANT	70
8.8.	Anexo 8: Encuesta.....	71
8.9.	Anexo 9: Fotografías del desuso de equipos de seguridad industrial	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Teoría de la complejidad Dekker, (2012).....	7
Figura 2. Esquema de metodología de la investigación.....	11
Figura 3. Decremento en el uso de equipos de seguridad industrial en el transcurso del día.....	27
Figura 4. Decremento en el uso de equipos de seguridad industrial según el cargo laboral	27
Figura5. Decrementos del uso de equipos de seguridad industrial según su grado de instrucción académica.....	28
Figura 6. Nivel de educación según los cargos de los trabajadores (Encuestas).	29
Figura7. Porcentajes de uso de EPP (VANT).....	30
Figura8. EPP por porcentajes que los obreros prefieren no usar (ENCUESTAS).	30
Figura 9. Descripción de los motivos de desuso de los equipos de seguridad (Encuestas).....	31
Figura10. Curva evolutiva de desuso en el período de estudio	32
Figura 11. Curva evolutiva de desuso por nivel de instrucción cargo del trabajador.....	33
Figura 12. Curva evolutiva de desuso por nivel de instrucción.....	34
Figura13. Planificación diaria de la constructora	40
Figura14. Registro de videos recolectados con el VANT del mes de Junio.....	41
Figura15. Registro de videos recolectados con el VANT del mes de Julio.....	42
Figura16. Ejemplo de registro de videos recolectados con el VANT	43
Figura17. Ventana principal software R-project.....	44
Figura18. Opción para cargar paquetes del software R-project.....	45
Figura19. Selección del paquete Rcmdr en el software R-project.....	45
Figura20. Pantalla principal del paquete Rcmdr en el software R-project	46

Figura21. Tabulación de datos de decrementos según hora de vuelo del VANT en Microsoft Excel.	47
Figura22. Opción de ingreso de datos a través de un archivo de Excel.	47
Figura23. Opción de ingreso de nombre de conjunto de datos a analizarse.	48
Figura24. Selección de archivo con datos a analizarse.	48
Figura25. Elección de hoja de archivo de Excel en la que se encuentran los datos a analizarse.	49
Figura26. Revisión y visualización de datos	50
Figura27. Aplicación de Test de Normalidad.	51
Figura28. Selección de datos para aplicación de test de normalidad.	51
Figura29. Visualización de resultados.	52
Figura30. Visualización de resultados- Operadores.	53
Figura31. Visualización de resultados- Maestros mayores.	54
Figura32. Visualización de resultados- Albañiles.	55
Figura33. Visualización de resultados- Peones.	56
Figura34. Visualización de resultados- Instrucción básica.	57
Figura35. Visualización de resultados- Instrucción secundaria.	58
Figura36. Visualización de resultados- Instrucción técnica.	59
Figura37. Matriz de uso de equipos de seguridad industrial adaptada.	69
Figura38. Check list de uso de equipo de seguridad industrial - Datos VANT.	70
Figura39. Encuesta para levantamiento de información personal por trabajador.	71
Figura40. Fotografías obtenidas por el dron.	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipo de Protección Personal	6
Tabla 2 Descripción de códigos según la actividad	14
Tabla 3 Descripción de códigos según la actividad	14
Tabla 4 Descripción de por categorías del equipo de seguridad industrial.....	15
Tabla 5 Descripción de grupos en los que se divide el sujeto de estudio	24
Tabla 6 Porcentajes de decrementos según el cargo del trabajador, empleados para grafica de curva evolutiva.....	33
Tabla 7 Porcentajes de decrementos según el nivel de instrucción escolar, empleados para grafica de curva evolutiva.....	33
Tabla 8 Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Datos generales.....	60
Tabla 9. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo- Maestros Mayores.....	61
Tabla 10. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo- Operadores	62
Tabla 11. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo- Albañiles	63
Tabla 12. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo- Peones .	64
Tabla 13. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción escolar- Básica	65
Tabla 14. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción escolar- Bachillerato	66

Tabla 15. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción

escolar- Universitario..... 67

RESUMEN

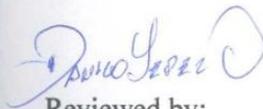
El manejo de la salud y seguridad ocupacional y los altos índices de accidentabilidad son problemas comunes que se presentan dentro del campo de la construcción lo cual significa un problema grave. Las actividades realizadas dentro de una obra, por la naturaleza de los trabajos que se presentan en el día a día, hacen que este campo ocupacional sea peligroso, por lo cual es importante buscar la manera de salvaguardar la integridad de los obreros y reducir los riesgos que generan las actividades de construcción. De la poca atención que se le da al buen uso y manejo del equipo de seguridad industrial se han derivado problemas en cuanto a accidentabilidad lo cual se evidencia en lesiones e incluso efectos mayores como son la pérdida de vidas. El propósito de esta investigación fue determinar los decrementos del uso de equipo de seguridad industrial y establecer si existe una relación con la accidentabilidad, para lo cual se desarrolló una metodología apoyada en el uso de un dron mediante el cual se levantó la información en video y fotografía del uso del equipo de seguridad industrial en los trabajadores de una empresa privada. Con los datos recolectados se pudo cuantificar el total de indumentarias que portaba cada obrero en las horas inspeccionadas y posteriormente determinar el porcentaje de decrementos del uso de equipo de seguridad industrial. Debido a que la presente investigación se llevó a cabo en un proyecto vial, queda pendiente su desarrollo para otro tipo de obras.

Palabras clave: Accidentabilidad, decrementos, equipo de seguridad industrial, metodología.

ABSTRACT

The management of occupational health and safety and high accident rates are common problems that arise in the field of construction, which means a serious problem. The activities performed within a work, due to the nature of the work presented in the day to day, make this occupational field dangerous, so it is important to look for ways to safeguard the integrity of workers and reduce risks which generate the construction activities. The lack of attention given to the good use and handling of industrial safety equipment has led to problems in terms of accidents, which are evident in injuries and even greater effects such as loss of life. The purpose of this investigation was to determine the decreases in the use of industrial safety equipment and to establish if there is a relationship with the accident, for which a methodology was developed based on the use of a dron through which the information was raised in video and photograph of the use of industrial safety equipment in the workers of a private company. With the data collected, it was possible to quantify the total clothing worn by each worker in the hours inspected and then determine the percentage of decreases in the use of industrial safety equipment. Due to the fact that the present investigation was carried out in a road project, its development is pending for other type of jobs.

Keywords: Accidentability, decrements, industrial safety equipment, methodology.



Reviewed by:
Danilo Yépes O.
English professor



1. INTRODUCCIÓN

La Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) conforma una parte fundamental del campo de la construcción ya que a través de esta se puede asegurar la integridad de los trabajadores y a su vez prevenir accidentes e imprevistos. La seguridad laboral es un derecho garantizado internacionalmente que tienen los trabajadores para desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (ILO, 2017).

Debido a la naturaleza única de los proyectos de construcción, las consideraciones de SSO generalmente se incluyen como parte de la gestión del proyecto. Sin embargo, algunas organizaciones no la incluyen en su gestión integral (PMI, 2016). Tal vez, por esta razón una de las actividades productivas con mayor índice de accidentabilidad a nivel mundial y regional es la construcción (OIT, 2007).

Existe un marco regulatorio general que incluye aspectos de legislación nacional e internacional, así como consideraciones del contratante de la obra, las prácticas y el criterio del constructor en asuntos de SSO, pero las consideraciones que se toman en cuenta dentro de este marco, se muestran solo como una alternativa, ya que esto no garantiza una efectividad favorable o desfavorable al aplicar estrategias de control de SSO (PMI, 2016). Esto evidencia una deficiencia del sistema que nos lleva a la búsqueda de mejores opciones que si garanticen y aporten a la conservación de la integridad de los trabajadores en una obra de construcción.

Las normativas vigentes indican que un trabajador tiene derecho a un lugar de trabajo seguro y además, el empleador debe proporcionar y proveer del equipo de protección personal (EPP) requerido. El buen manejo de la SSO a más de la entrega responsable del equipo de protección personal, por parte del constructor a sus trabajadores, las reglas de uso del mismo, los

protocolos de seguridad, los planes de manejo de emergencias, imprevistos, contingencias entre otros, abarca además una parte fundamental que va más allá de los esfuerzos de los planes y estrategias ya mencionadas y este es el factor humano. Son los trabajadores, quienes tienen en sus manos, como parte de sus costumbres y cultura el uso correcto y oportuno del EPP a ellos entregados. Sin embargo, el método tradicional de gestión de seguridad no ha logrado superar el problema de la accidentabilidad en construcción, por lo que se ha buscado otro tipo de medidas preventivas para superar este problema. Una idea propuesta por Dekker, (2012) es que la pérdida de SSO se da en pequeños decrementos que vuelven vulnerable al sistema y a las personas, incrementando la posibilidad de accidentes.

En el campo de la construcción no se ha definido una metodología de medición de estos decrementos ni de los efectos que estos producen en la SSO de los trabajadores, por lo cual la finalidad de esta investigación es conocer cómo se producen estos pequeños decrementos en los proyectos de construcción, valorando el tiempo de uso efectivo del EPP, los factores que llevan al no uso del mismo y el comportamiento de los trabajadores según su cargo e instrucción escolar en cuanto al manejo de SSO, siendo esta información útil para el personal a cargo de gestión de SSO en la implementación de nuevos procesos de control de SSO de carácter preventivo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Conocer cómo se producen los pequeños decrementos de uso de equipo de seguridad industrial y qué relación tiene con la accidentabilidad en los proyectos de construcción civil

2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una metodología para registrar y medir los decrementos del uso de equipos de protección industrial.
- Identificar las razones por las que se producen estos decrementos.
- Establecer si existe relación entre el decremento del uso de equipos de protección industrial y la tasa de accidentabilidad de un proyecto de obra civil.

3. MARCO TEÓRICO

Según la administración de seguridad y salud ocupacional, la seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y o materiales (OSHA, 1988).

Para evitar pérdidas personales y salvaguardar la integridad de un trabajador dentro de los sectores industriales se ha creado un sistema tradicional de gestión de SSO el cual es aplicado mediante convenios, leyes y reglamentos. Este sistema permite regular los procesos de SSO a través de la programación, ejecución y control del cumplimiento de protocolos de seguridad con el fin de mantener un bajo índice de accidentes dentro de los diferentes sectores que conforman la industria.

En el sector de la construcción en el que se presentan riesgos y peligros a los que los trabajadores se ven expuestos diariamente se maneja un sistema tradicional basado en el análisis, gestión y evaluación de los riesgos que puede correr un empleado, en el que el análisis de riesgos es la utilización de la información disponible para identificar los peligros y estimar los riesgos de los trabajadores; la gestión de riesgos es la aplicación de políticas, procedimientos, y prácticas de gestión para analizar los riesgos y la evaluación de riesgos es el proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para adoptar acciones preventivas y el tipo de acciones a adoptarse.

Creus (2011), además dentro del sistema tradicional se sostiene que la conservación de la integridad de un trabajador dentro de una obra depende de un esfuerzo conjunto, por lo que cada parte debe cumplir ciertos deberes, en la que el empleador debe suministrar a sus trabajadores el EPP necesario para protegerles de los riesgos inherentes al trabajo que desempeñen, renovar cada vez que sea necesario los equipos y determinar los lugares y puestos de trabajo en los que sea

obligatorio el uso de algún medio de protección personal adicional, y por su parte el trabajador debe colocarse el EPP al iniciar su jornada de trabajo

En cuanto al EPP Osalan (2001) menciona que este debe ser seleccionado de acuerdo al peligro existente y las partes del cuerpo expuestas al peligro, considerando adicionalmente el tipo de operación que realiza el trabajador para buscar un EPP que, a la vez que proteja del riesgo al trabajador, le permita la suficiente libertad de movimientos para no perder efectividad en su trabajo, y que el diseño del equipo sea lo más acorde a las características del trabajador. Según las actividades que desempeñe un trabajador Osalan (2001) sugiere además una tabla (Ver tabla 1) que detalla los diferentes implementos de seguridad individual que debe utilizar un obrero y a través de esto se puede fijar un factor inicial para la medición de EPP mínimo que necesita un trabajador acorde a su actividad desempeñada lo cual es un apoyo para el buen manejo de la SSO.

Pero el buen manejo de la SSO va más allá de la entrega responsable del EPP mínimo adecuado para el trabajador, por parte del constructor, este tiene además una parte fundamental que es más que los planes y estrategias de manejo de SSO y este es el factor humano, los trabajadores tienen en sus manos, como parte de su cultura y costumbres el uso correcto y oportuno del EPP a ellos entregados.

Sin embargo, el método tradicional de gestión de seguridad no ha logrado superar el problema de la accidentabilidad en construcción y a través de los años se ha buscado otro tipo de medidas preventivas para superar este problema. por lo que debemos asociar nuestro pensamiento a la analogía de “causa-efecto”, entendiéndose que ciertos factores generan accidentes y en ocasiones son varias las causas inductoras que convergen para que se produzca dicho siniestro, por lo que si pasamos a una metodología basada en la observación y medición de

precondiciones que expliquen el porqué del alto índice de accidentes dentro del campo de la construcción se debe mencionar que no se han realizado estudios de esta naturaleza y no se han establecido mediciones ni relación alguna de decrementos de uso de equipos de seguridad industrial con respecto a la accidentabilidad, aun así se tiene como referencia dentro de la industria aeronáutica y la petrolera a Dekker (2012), que desarrolla la teoría de la complejidad, la cual se basa principalmente en cinco parámetros descritos en el diagrama mostrado en la figura 1.

Tabla 1 Equipo de Protección Personal

Partes del Cuerpo	Equipos	Tipos
Cabeza: Incluye cráneo (cuero cabelludo y nuca) y cara(ojos, oídos y vías respiratorias)	Casco	Clase A: Protección contra impactos.
	Protectores Faciales	Con pantalla. Anteojos Seguridad
	Protectores Auditivos	Tapones auditivos Orejeras
	Protectores vías aéreas	de Respiradores de cartucho químico. de Respiradores de filtro mecánico.
Tronco (incluye pecho, hombros, cintura, abdomen y órganos genitales)	Mandiles	Cuero curtido, asbesto algodón, nylon tratado.
	Cinturones seguridad	de Cinturón de correa
Extremidades (brazos y piernas)	Guantes	Lona, tela de algodón con recubrimiento de neopreno.
	Botas	De goma, con punta de acero

Fuente: (OSALAN, 2001)

Dentro de este diagrama Dekker (2012), menciona decrementos que se presentan como pequeñas desviaciones que se van aceptando entre los trabajadores, llevándolos a pensar que el

descuido de las normas de manejo de SSO como el desuso o uso no adecuado del EPP es algo normal, con lo que se pierde la efectividad del uso del mismo, además Dekker (2012), plantea que los decrementos del sistema de SSO se detectan por observación mas no presenta un método que permita cuantificar esta variación y tampoco define una relación con respecto a la accidentabilidad.

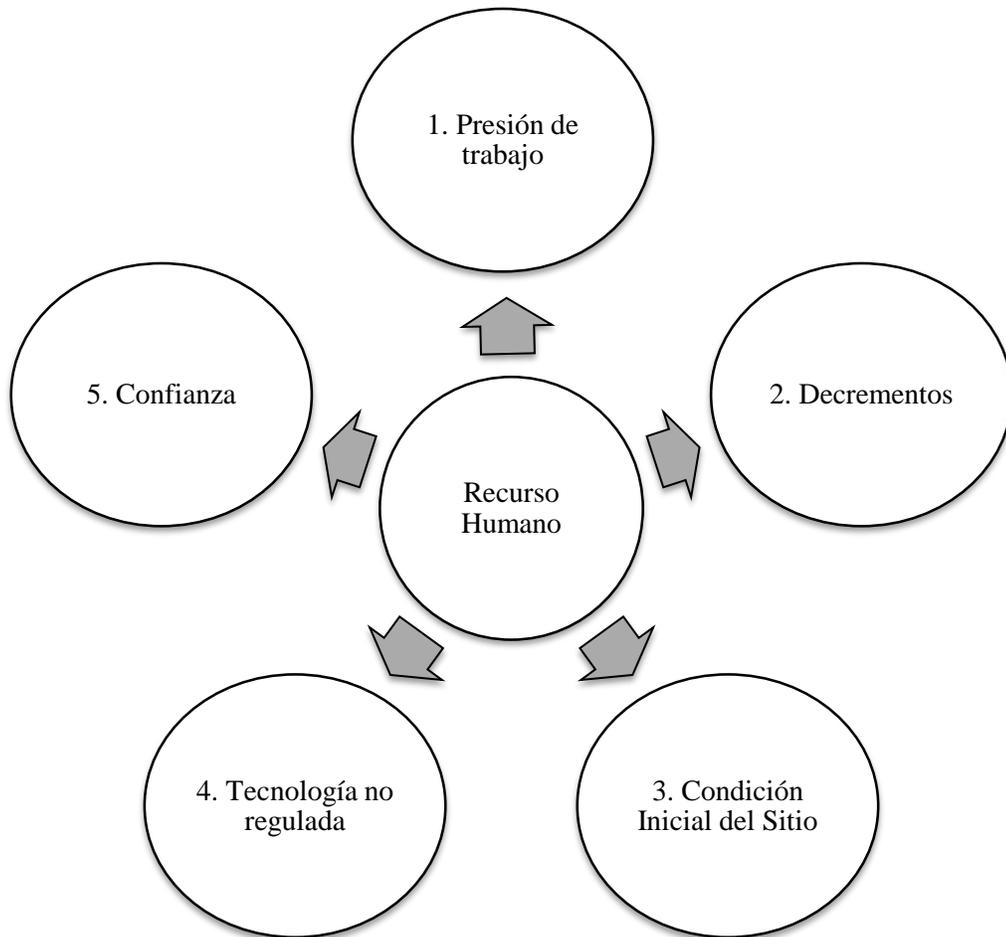


Figura 1. Teoría de la complejidad Dekker (2012)

La investigación de Dekker (2012), explica que los cinco componentes de la teoría de la complejidad se pueden asociar de distintas formas, y apoyado en su teoría haría falta una combinación entre sus componentes para que se produzca un accidente, lo que nos proporciona

varias posibilidades de combinaciones y lleva a pensar entonces, que los decrementos son solo un componente de algunas de las combinaciones que podrían darse, lo cual no se ha definido aún en ningún estudio realizado, y no se ha determinado si en realidad los decrementos en el uso de equipos de seguridad industrial son parte necesaria de una combinación que nos llevara a un accidente.

Por su parte, la teoría del efecto dominó, de Heinrich (1931) propone que un accidente se origina por una secuencia de hechos, similares a lo que ocurre con las fichas de dominó, que al caer una de ellas genera la caída de las demás, con una serie de factores que generan un accidente entre los que se tiene:

- Antecedentes y entorno social
- Fallo del trabajador
- Acto inseguro unido a un riesgo mecánico y físico
- Accidente
- Daño o lesión.

Pero del mismo modo en que la retirada de una ficha de dominó de la fila interrumpe la secuencia de caída, la eliminación de uno de los factores determinados por Heinrich (1931), evitaría el accidente y el daño resultante.

Por lo que si hacemos una comparación entre las dos teorías mencionadas, se tiene que Dekker (2012), relaciona la posibilidad de un accidente con una combinación entre los cinco componentes de su teoría y por su parte Heinrich (1931), presenta una cadena secuencial de eventos para que se genere un accidente, la diferencia en sus análisis es notoria pero los dos autores convergen sus teorías en que debe haber una cadena de eventos para que suceda un accidente, estos autores presentan un punto de partida útil para la investigación a la que además

apoyándola en herramientas innovadoras puede permitir determinar si los aspectos mencionados por estos autores como son los decrementos del uso de equipo de seguridad industrial que menciona Dekker (2012) y los antecedentes y entorno social planteado por Heinrich (1931) relacionados al bajo nivel de educación de los trabajadores y su cargo tienen alguna relación con la SSO en el campo de la construcción.

Para el campo de la construcción, en la actualidad además se han implementado nuevas tecnologías para lograr el máximo desempeño de trabajadores, permitiendo reducir ineficiencias e incrementando el rendimiento a través de herramientas innovadoras, con lo que se promueve una cultura de mejoramiento, estas herramientas de monitoreo son empleadas en el campo de la construcción de obras de ingeniería civil mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) , drones, (MIT, 2015). Zollmann (2014) indica que una vez al día, varios drones patrullan automáticamente el sitio de trabajo, recolectando imágenes de video y utilizando un software comparan las imágenes captadas con los planos arquitectónicos computarizados del proyecto en construcción, con lo cual se puede tener una idea de cómo está avanzando el proyecto, y puede resaltar automáticamente partes que pueden estar retrasadas, el VANT permite además el monitoreo de actividades, progreso de la construcción basada en la apariencia, reconocimiento de materiales y una evaluación detallada de los trabajos que se encuentran en curso, la calidad de la construcción y las condiciones de entorno existentes dentro de una obra. Basada en esta herramienta innovadora y enfocada específicamente en el recurso humano y el uso de equipo de seguridad industrial se podría sugerir un cambio en el campo de la construcción ya que además del control de rendimientos de trabajadores, manejo efectivo de tiempos, avances en la obra y otras características ya descritas anteriormente, esta herramienta puede ayudar a tener una visión amplia de los problemas que se pueden suscitar en cuanto a SSO en el proceso de construcción,

determinando con ella el comportamiento de los individuos frente al uso del EPP , tiempos de pérdidas y decrementos de uso de equipo de seguridad a lo largo del día, tasas de accidentabilidad y además puede contribuir a implementar mejoras en el campo de la SSO, cabe mencionar que la actividad de monitoreo en un sitio de construcción grande y complejo podría resultar particularmente difícil porque hay partes móviles y los trabajos que se realizan pueden cambiar frecuentemente.

Una vez analizadas teorías, problemática y una herramienta innovadora que se pueden aplicar en el sector de la construcción, el cual en los últimos años ha estado sujeto a diversos estudios relacionados con las condiciones de trabajo desde el punto de vista de SSO, esta investigación se centra en un análisis de factores como las horas laborales, el nivel de educación y cargo de trabajadores, para poder identificar la relación entre estos factores y los decrementos del uso de EPP y además si existe alguna relación con la accidentabilidad.

4. METODOLOGÍA

La metodología está basada en un proceso secuencial de pasos ordenado que se presenta a continuación con la ayuda de un esquema gráfico detallado:

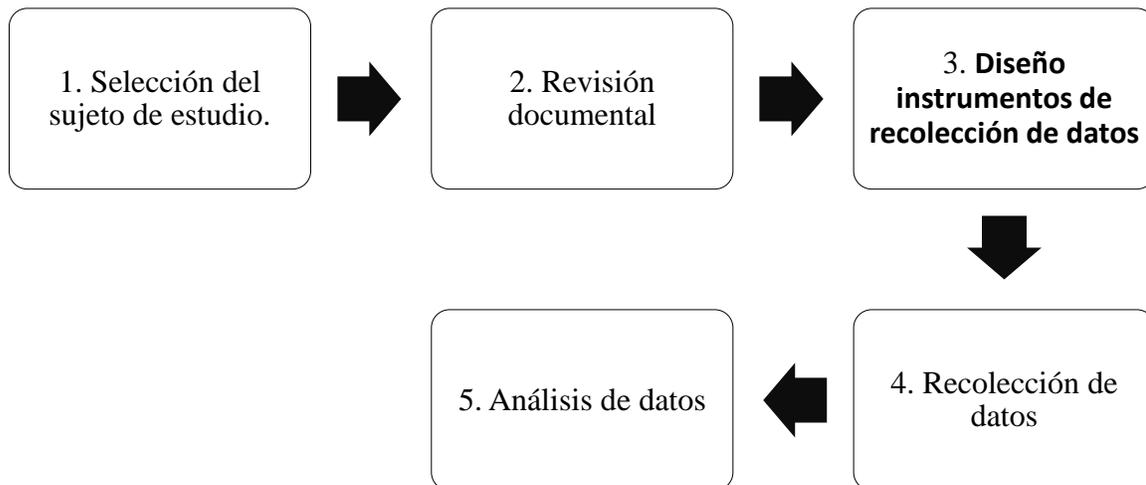


Figura 2. Esquema de metodología de la investigación.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

4.1. Selección del sujeto de estudio

Debido al enfoque del uso de EPP dentro del campo de la ingeniería civil, la investigación se llevó a cabo en una empresa constructora, encargada de la construcción del proyecto de una obra vial integral con una longitud de 1,3Km, construcción que consta de muros, veredas, bordillos, ciclovía, canalización telefónica, cunetas de coronación, bajantes, canalización eléctrica, obras hidrosanitarias, parterre y pavimentación flexible.

La investigación se dio en el proyecto indicado debido a que la empresa constructora cuenta con un dron para el levantamiento de avances diarios de obra, lo que permitió aplicar la metodología desarrollada para la presente investigación, además por su colaboración en la entrega de información bibliográfica y apertura para el levantamiento de datos en campo y todos los detalles requeridos para el desarrollo de este trabajo.

Para la determinación del sujeto de estudio se tomaron en cuenta las condiciones que tiene el proyecto investigado, ya que al estar este a cargo de una empresa privada, debí acogerme a su modalidad de trabajo, siendo esta una jornada de 22 días laborables y 8 de descanso, lo que limitó a la investigación a tener una duración de 22 días, además debido a esta condicionante se tomó en cuenta a los trabajadores que iniciaban su jornada el día que empezó la investigación y de esta manera poder analizarlos la jornada completa. De los trabajadores elegidos se hizo una distinción, formando grupos según los cargos, de los que se obtuvieron 4 grupos determinados por operadores, maestros mayores, albañiles y peones. Esta distinción en los cargos se hizo con el fin de determinar si existe un patrón en las distintas áreas que laboran y dilucidar aspectos sociológicos que influyen en los decrementos de uso de EPP (Heinrich, 1931).

4.2. Revisión documental

En este paso de la metodología se realizó una investigación del tipo documental, a través del cual se procede con la búsqueda y recopilación en oficina de información relevante para la investigación en el que se define si dentro de la empresa se emplean o no métodos para medir riesgos, si cuenta con algún tipo de normativa, plan de contingencias interno, manejos de emergencias o reglamentos aplicables a SSO, registro de accidentes, registros de EPP entregados a los trabajadores y otra información útil en la investigación, que contribuya a tener una idea inicial del manejo de SSO dentro de la empresa.

Para la recolección de esta información se contó con la predisposición y colaboración de la empresa y el personal encargado.

4.3. Diseño instrumentos de recolección de datos

Para la investigación fueron elaborados tres instrumentos para la recolección de datos, una matriz de uso de equipo de seguridad industrial, una check list y una encuesta.

La matriz de uso de equipos de seguridad industrial define el número de equipos mínimo por actividad que debe utilizar cada trabajador y fue elaborada partiendo del modelo determinado por el “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Publicas” (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2008), la cual fue ajustada a los requerimientos necesarios para nuestra investigación en la cual se detallan los siguientes parámetros:

En la primera columna se definieron las actividades de construcción que se encontraban en ejecución al momento de la investigación.

En la parte superior se encuentran los EPP, agrupados por partes del cuerpo.

Al lado derecho del detalle de las actividades y debajo de los EPP se encuentran unos recuadros los cuales fueron marcados de color obscuro, con los que se define por actividad el EPP mínimo que debe usar cada trabajador por la actividad que realice.

Y finalmente en la última columna se encuentra la cantidad de equipos de seguridad industrial que cada trabajador debía utilizar por cada actividad que realice.

Por su parte la check list fue creada como una herramienta para la recolección de la información diaria del uso del EPP recolectado de las imágenes y videos obtenidos del VANT, esta herramienta consta de la siguiente información:

Fecha y hora de recolección de datos.- A través de esto se puede identificar la hora específica en la que se realizó la recolección de datos mediante VANT y además el día de avance de la investigación.

Códigos según el cargo del trabajador.- En este campo para evitar escribir todo el nombre del cargo del trabajador se definió un código abreviado como se muestra en la tabla 2, código designado según los grupos seleccionados como sujeto de estudio al que se le acompaña de un número para identificar a cada uno de los individuos.

Tabla 2 Descripción de códigos según la actividad

CARGO	CÓDIGO
Operadores	O
Maestros Mayores	M
Albañiles	A
Peones	P

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Código de la actividad que realiza cada trabajador.- Para llenar este campo se partió de las actividades mostradas en la matriz adaptada de uso de equipo de seguridad industrial, descrita anteriormente. Debido a la extensión del nombre de las actividades y evitar escribir cada una de estas en la check list se decidió darle un código como se describe en la tabla 3.

Tabla 3 Descripción de códigos según la actividad

ACTIVIDAD/RUBRO	CÓDIGO
Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	Act 1
Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	Act 2
Sobrecarreo de materiales para desalojo, Distancia > 6 Km	Act 3
Relleno compactado con material de sitio en zanjas	Act 4
Colocación de tubería PVC para ducto telefónico, d = 110 mm	Act 5
Replanteo de piedra e = 15 cm	Act 6
Mampostería de ladrillo ancho 15 cm con mortero 1:3	Act 7
Colocación de tapa de H A de 1.05x1.05x0.08m	Act 8
Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	Act 9
Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	Act 10

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

EPP usado por cada trabajador.- En este campo se registró el equipo de protección utilizado por cada trabajador, el equipo está agrupado por categorías según las partes del cuerpo como se detalla en la tabla 4.

Tabla 4 Descripción de por categorías del equipo de seguridad industrial

PARTE DEL CUERPO	EQUIPO
Cabeza	Casco
	Gafas
	Mascarilla
	Orejeras
Tronco	Chaleco
Extremidades	Guantes de goma
	Guantes de látex

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Como último instrumento de recolección de datos se tiene la encuesta, esta herramienta fue diseñada pensando en relacionar la información y datos recolectados con los dos instrumentos anteriormente descritos y darle más veracidad a la investigación. Esta herramienta recoge principalmente información como:

- Código de identificación del trabajador encuestado
- Edad
- El nivel de educación de los trabajadores, entre los que tienen para elegir Básica, bachillerato y universitario

- El EPP que el encuestado prefiere no usar, del cual se le da la opción de escoger de una lista, la cual se detalla anteriormente en la tabla 4.
- La posibilidad de si el encuestado durante la ejecución del proyecto en estudio ha sufrido algún accidente, lo cual nos permite corroborar la información entregada por el personal a cargo

4.4. Recolección de datos

Para empezar con la recolección de datos primeramente se procedió a realizar una lista con los nombres de los trabajadores en la cual se identificó a cada uno y se procedió a designar un código el cual estaba determinado por el código de su cargo acompañado de un número, se les dio esta identificación para salvaguardar su identidad, por motivos de confidencialidad de la empresa, posterior a esto y durante los 22 días de duración de la investigación se empleó un VANT que permitió realizar el registro en video y en fotografía de lo que ocurre bajo su vuelo. Por la naturaleza del proyecto las actividades no se realizaban en un solo sitio en específico sino que existían obras en ejecución distribuidas en diferentes frentes de trabajo a lo largo de la extensión de la vía, debido a esto cada vuelo tuvo una duración de 45 minutos, razón que se complementaba además con el tiempo de duración de la batería del dron.

Para definir las horas de vuelo se tomó en cuenta el horario de la jornada de trabajo. En el proyecto analizado la jornada empieza a las 7h00 y termina a las 17h00 horas, por lo cual dentro de este periodo se determinaron 4 horas claves para la recolección de datos que fueron las 7h00 horas debido a que es que es el inicio de jornada y permite determinar si los trabajadores empiezan sus actividades de trabajo con el EPP mínimo, las 10H00 Y 13H00 horas, como periodos intermedios y las 16:00 horas como periodo final.

Luego de definidos los parámetros para realizar la investigación, cada mañana se procedió a llenar en la check list pre-impresa con los códigos de los trabajadores, los espacios de la fecha y los códigos de las actividades que cada trabajador realizaría durante el día. Para conocer los frentes de trabajo y las actividades que tenía que cumplir cada trabajador en el transcurso del día se revisaba la planificación diaria que llevaban los ingenieros encargados del avance de la obra, esta planificación la realizaban en oficina cada día al final de la tarde de forma escrita en una pizarra como se puede ver en un ejemplo en el Anexo 1. Con esta información se llenaron 4 fichas, cada una correspondiente a la hora que se realizó el vuelo con el dron.

Una vez determinadas las actividades y los frentes de trabajo diariamente durante el periodo de 22 días que duró la investigación en campo y a las cuatro horas determinadas, se procedió a la recolección de datos con el VANT, grabando a cada grupo de trabajadores en cada uno de los frentes sin previo aviso, esta condición fue implementada con el fin de poder obtener datos reales de cuál es la situación habitual de la empresa con respecto a las actuaciones en materia de seguridad y el comportamiento usual de los obreros, cabe mencionar que una característica que se noto fue que el personal encargado de SSO diariamente a las 7h00 horas verificaba que todos los trabajadores obligatoriamente llevaran puesto el EPP mínimo necesario para que los trabajadores puedan empezar con sus actividades.

Luego de la recolección de datos con el VANT, cada tarde en oficina se procedió a descargar las imágenes y videos en una computadora propiedad de la empresa. Para manejar la información de manera ordenada se creó una carpeta por cada día al que correspondía la información, en esta se guardaba cada video y se le daba el nombre según la hora a la que correspondía el mismo (Anexo 2), posteriormente se abrió el video correspondiente a la hora a registrar los datos y se tomaba la check list de la hora correspondiente al video la cual ya había

sido llenada anteriormente con la fecha, los códigos de los trabajadores y las actividades correspondientes a cada uno, luego durante el transcurso de avance del video se identificaba a cada uno de los trabajadores y se procedía a llenar los cuadros que indicaban el cumplimiento de uso de la indumentaria de EPP detallada en la check list con una x. Esta actividad se realizó los 22 días que duró la investigación cada tarde finalizada la recolección de datos mediante el VANT.

Adicionalmente el último día de la investigación en las horas intermedias entre vuelo y vuelo del VANT se aplicó la encuesta a todos los trabajadores determinados como sujeto de estudio, para lo cual se procedió a llamar a las oficinas de la constructora en orden uno a uno a los trabajadores para evitar que sus frentes de trabajo queden abandonados y no interrumpir el avance normal de la obra, el tiempo que se tomó para llenar los campos de la encuesta previamente impresa fue de cinco minutos por cada trabajador. La encuesta se realizó el último día de la investigación ya que como se había mencionado anteriormente no se quería poner en aviso a los trabajadores sobre el estudio que se estaba realizando, para así obtener datos reales de su comportamiento usual.

4.5. Análisis de datos

Al finalizar la recolección de los datos de los videos por los 22 días con las chek list pre impresas, se procedió a tabular esta información con la ayuda del software Microsoft Excel como se muestra en el archivo digital denominado tabulación de datos, en la que se cuantifica el número de x que registran el cumplimiento del uso del EPP , posterior a esta cuantificación se procedió a crear tablas resumen (archivo digital denominado tablas resumen) , estas tablas están identificadas en su parte superior por el número del día de la investigación, en su primera columna se detalla el código del cargo del trabajador y al a lado derecho de esta se encuentran

columnas encabezadas por cada una de las horas en las que se resume la cuantificación del número de indumentarias de EPP que llevaba puesto cada trabajador por cada hora inspeccionada, registrada en la check list.

Una vez concluidas estas tablas se procedió a determinar los decrementos del uso de equipo de seguridad según las horas de vuelo del VANT, el cargo y la instrucción escolar del trabajador. Para determinar los decrementos se aplicaron los siguientes procedimientos según cada caso:

Decremento de uso de equipo de seguridad industrial por hora de vuelo del VANT

Este dato representa los decrementos de uso de equipo de seguridad industrial del sujeto de estudio en cada hora de vuelo del VANT (7H00, 10H00, 13H00 y 16H00), durante los 22 días que duró la investigación.

Para determinar los decrementos, a las tablas presentadas en el archivo digital denominado tablas resumen se les añadió al final cuatro filas en las que se determinaron:

EPP utilizado.- Este dato es la sumatoria del número de indumentarias de EPP que llevaban puestos todos los trabajadores en cada una de las horas de vuelo del VANT

EPP mínimo.- Es la base mínima de EPP que todos los trabajadores debían llevar puesto en todas las horas de vuelo del dron, este valor será siempre igual al valor de las 7H00 horas, se tomó como base este dato debido a que en esta hora el cumplimiento del uso completo de EPP era obligatorio y además una condición para el inicio de las actividades de cada trabajador lo cual era revisada por el personal encargado de SSO.

% Uso por hora.- Es la relación en porcentaje entre los valores del EPP utilizado y el EPP mínimo por cada hora de vuelo del dron, este porcentaje representa el cumplimiento de uso completo de equipo de seguridad.

% Decremento por hora.- Es la resta entre el 100% del uso de EPP y el valor del % uso por hora, determinado en el ítem anterior. El 100% representa el uso completo del EPP mínimo lo cual indica el 0% de decrementos por hora y el resultante de la resta representa en porcentaje el decremento del uso del EPP en cada hora de vuelo del dron. (Archivo digital denominado decrementos por horas de vuelo del VANT)

Decremento de uso de equipo de seguridad industrial según el cargo

Este dato representa los decrementos de uso de equipo de seguridad industrial según los grupos por cargo en los que se dividió el sujeto de estudio por cada uno de los 22 días que duró la investigación.

De las tablas de resumen presentadas en el archivo digital denominado tablas resumen, se hizo una clasificación de los datos agrupándolos según el cargo de los trabajadores (maestros mayores, operadores, albañiles y peones), una vez hecha esta clasificación se procedió a determinar los siguientes datos:

EPP utilizado.- Este dato es la sumatoria del número de indumentarias de EPP que llevaban puestos los trabajadores según el cargo analizado durante el día, es decir si se iba a calcular el decremento producido en el día uno de investigación del grupo de peones se sumaban todos los datos de este día correspondientes al grupo total de trabajadores que eran peones.

EPP mínimo.- Es la base mínima de EPP que todos los trabajadores correspondientes al grupo analizado debían llevar puesto en todo el día, valor que se determinó realizando la sumatoria del EPP de las 7H00 y multiplicado este resultado por 4 que es el número de vuelos que se realizaba al día mediante el VANT. Se realizó esta operación tomando como base las 7H00 horas por las consideraciones ya explicadas anteriormente.

% Uso por hora.- Es la relación en porcentaje entre los valores del EPP utilizado y el EPP mínimo. Este porcentaje representa el cumplimiento de uso completo de equipo de seguridad, según el día y cargo de trabajadores analizados.

% Decremento por hora.- Es la resta entre el 100% del uso de EPP y el valor del % uso por hora, determinado en el ítem anterior. El 100% representa el uso completo del EPP mínimo lo cual indica el 0% de decrementos y el resultante de la resta representa en porcentaje el decremento del uso del EPP, según el día y cargo de trabajadores analizados.

Estos cálculos se realizaron por cada grupo de trabajadores según el cargo y en cada uno de los días en los que se llevó a cabo la investigación. . (Archivo digital denominado decrementos por cargo laboral)

Decremento de uso de equipo de seguridad industrial según la instrucción escolar

Este dato representa los decrementos de uso de equipo de seguridad industrial según los grupos por nivel de instrucción escolar en los que se dividió el sujeto de estudio por cada uno de los 22 días que duró la investigación.

De las tablas de resumen presentadas en el archivo digital denominado tablas resumen se hizo una clasificación de los datos agrupándolos según el nivel de instrucción escolar (básica, bachillerato y universitario), una vez hecha esta clasificación se procedió a determinar los siguientes datos:

EPP utilizado.- Este dato es la sumatoria del número de indumentarias de EPP que llevaban puestos los trabajadores según el nivel de instrucción escolar analizado durante el día, por ejemplo si se iba a calcular el decremento producido en el día dos de investigación, del grupo de trabajadores que tenían instrucción básica se sumaban todos los datos de este día correspondientes al grupo total de trabajadores que cruzaron la instrucción básica.

EPP MINIMO.- Es la base mínima de EPP que todos los trabajadores correspondientes al grupo analizado debían llevar puesto en todo el día, valor que se determinó realizando la sumatoria del EPP de las 7H00 y multiplicado este resultado por 4 que es el número de vuelos que se realizaba al día mediante el VANT, por las razones ya explicadas anteriormente.

% Uso por hora.- Es la relación en porcentaje entre los valores del EPP utilizado y el EPP mínimo. Este porcentaje representa el cumplimiento de uso completo de equipo de seguridad, según el día y el nivel de instrucción escolar de los trabajadores analizados.

% Decremento por hora.- Es la resta entre el 100% del uso de EPP y el valor del % uso por hora, determinado en el ítem anterior. El 100% representa el uso completo del EPP mínimo lo cual indica el 0% de decrementos y el resultante de la resta representa en porcentaje el decremento del uso del EPP, según el día y el nivel de instrucción escolar de los trabajadores analizados.

Estos cálculos se realizaron por cada grupo de trabajadores según el nivel de instrucción escolar y en cada uno de los días en los que se llevó a cabo la investigación. (Archivo digital denominado decrementos por instrucción escolar).

De los resultados obtenidos, de los porcentajes de decrementos del uso de EPP según los horarios, el cargo laboral y el grado de instrucción se procedió a determinar la normalidad de los mismos basándonos en la teoría de Shapiro Wilk que se emplea para comparar la normalidad de un conjunto de datos, para muestras pequeñas ($n < 50$), esta teoría define que se aprobará la normalidad de una muestra siempre y cuando esta sea menor a 0,5. Esta teoría fue empleada para sintetizar el conjunto de datos obtenidos de modo que usando cifras representativas se pueda comprender las características generales del conjunto de datos obtenidos, cifras que en sí, son un resumen que permiten entender e interpretar de manera adecuada el promedio y las variaciones

que se dan en cuanto a decrementos de uso de equipo de seguridad industrial. Para determinar la normalidad se empleara el programa R-project, el cual nos permite hacer esta evaluación como se explica en el Anexo 3. Una vez determinada la normalidad de la muestra se calculó la media aritmética de cada conjunto de datos obtenidos (Anexo 4) con los cuales se determinará gráficamente la evolución de los decrementos del uso de equipos de seguridad industrial de los datos generales obtenidos, siendo estos los datos de los 22 días, las 4 horas de vuelo del VANT del total del objeto de estudio, además según el cargo y nivel de educación de los trabajadores.

Para determinar los porcentajes de uso de cada uno de los EPP se realizó una tabla de resumen como se muestra en el anexo 5, en la cual se sumaron los datos de los 22 días de cada uno de los EPP empleados por cada trabajador. Esta tabla consta además de la sumatoria total del EPP utilizados, que es la sumatoria de cada una de las columnas determinadas por cada indumentaria correspondiente al EPP, otro parámetro presente es el EPP mínimo que define la base mínima de EPP que todos los trabajadores debían llevar puesto en todo el periodo de estudio, valor que se determinó realizando la sumatoria de los datos de los 22 días del EPP utilizado a las 7H00 y multiplicado este resultado por 4 que es el número de vuelos que se realizaba al día mediante el VANT, tomando esta hora como base por las razones ya explicadas anteriormente. El porcentaje de uso de cada equipo es la relación en porcentaje entre los valores del EPP utilizado y el EPP mínimo calculados.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basado en el análisis descrito en la metodología para la selección del sujeto de estudio se seleccionó a 30 trabajadores, los cuales se dividen en los grupos descritos en la tabla 5.

Tabla 5 Descripción de grupos en los que se divide el sujeto de estudio

CARGO	CANTIDAD
Operadores	8
Maestros Mayores	8
Albañiles	7
Peones	7
TOTAL	30

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Como resultado de la revisión documental se determinó que la empresa constructora en la que se realizó la investigación cuenta con un encargado del área de SSO y además con un plan de manejo ambiental, seguridad ocupacional y contingencias, mismo que fue evaluado, revisado y aprobado por la entidad contratante, en el que se definen actividades de control ambiental, manejo de desechos y control de uso de equipo de seguridad mínimo, adicional a esto el profesional encargado de esta área elabora informes mensuales de SSO ya que su entrega es un requisito obligatorio definido por la entidad contratante para que el contratista pueda cobrar los montos de planillas de avance de los trabajos ejecutados en el mes, en estos informes se detalla el historial de entregas de equipo de seguridad industrial a los trabajadores y accidentes suscitados en el mes transcurrido. De esta revisión se pudo determinar que no se registraron accidentes durante el transcurso de la obra, además se pudo notar que las cuadrillas de trabajadores han ido variando desde el inicio de la obra debido a las diferentes etapas de construcción del proyecto y

sus diferentes requerimientos, se pudo evidenciar también un estricto manejo de SSO, debido al riguroso control del departamento de manejo Ambiental y SSO de la entidad contratante, el cual impone multas económicas al contratista en caso de incumplirse los parámetros determinados en el plan aprobado, por lo que el contratista ha optado también por imponer multas a los obreros que incurran en el desuso del EPP, para de esta manera tener otra fuente de control del desuso . Todas estas características descritas y revisadas desde el principio de la investigación definieron de entrada que el manejo de SSO en el proyecto analizado no era subestimado sino una parte fundamental.

Del paso de diseño de instrumentos de recolección de datos se elaboraron tres instrumentos para la recolección de datos, la matriz de uso de equipo de seguridad industrial, la check list y la encuesta.

La matriz de uso de equipos de seguridad industrial (Anexo 6) fue elaborada con el fin de determinar el equipo de seguridad mínimo con el que debe contar cada trabajador por cada actividad que realice, lo cual permitió hacer una comparación entre el equipo mínimo determinado y los equipos que cada trabajador llevó puesto en las diferentes horas del día en las que se realizó la recolección de datos con el VANT.

La check list (Anexo 7) es el instrumento que permitió la recolección de datos del uso del EPP de las imágenes y videos obtenidos del VANT. Los datos recolectados en esta herramienta (Archivo digital denominado Recolección de datos en Check list) permitieron determinar el uso de equipos de seguridad en cada una de las horas en las que se realizó el vuelo del dron, datos que se puede evidenciar en las tablas de resumen de los datos registrados con el VANT (archivo digital denominado tablas resumen).

El último instrumento de recolección de datos, la encuesta (Anexo 8), a través del

levantamiento (Archivo digital denominado levantamiento de encuestas), su tabulación y resultados (Archivo digital denominado tabulación de resultados obtenidos de encuestas) permitieron asociar la información obtenida de las herramientas anteriores y la información obtenida de esta.

La recolección de datos y el análisis de datos son puntos de la metodología que tienen como resultado la base principal del estudio de la presente investigación siendo este la determinación del decremento del uso de equipos de seguridad industrial y su relación con la accidentabilidad. Del análisis de los datos recolectados de los videos del VANT, datos tabulados mediante la check list en cuanto a los decrementos del uso de equipos de seguridad industrial se obtuvieron los siguientes resultados:

Según los días de la semana no existe una constante en los valores de decrementos, sin embargo se detectaron los mayores porcentajes conforme al transcurso de las horas en la jornada como se muestra en la Figura3, determinando que a las 16:00 horas los obreros tienden a retirarse su indumentaria con mayor frecuencia con valores de decrementos de usos de equipo de seguridad industrial que varían desde el 36% hasta 47%, patrón que podría asociarse al cansancio que muestran al final de la jornada laboral.

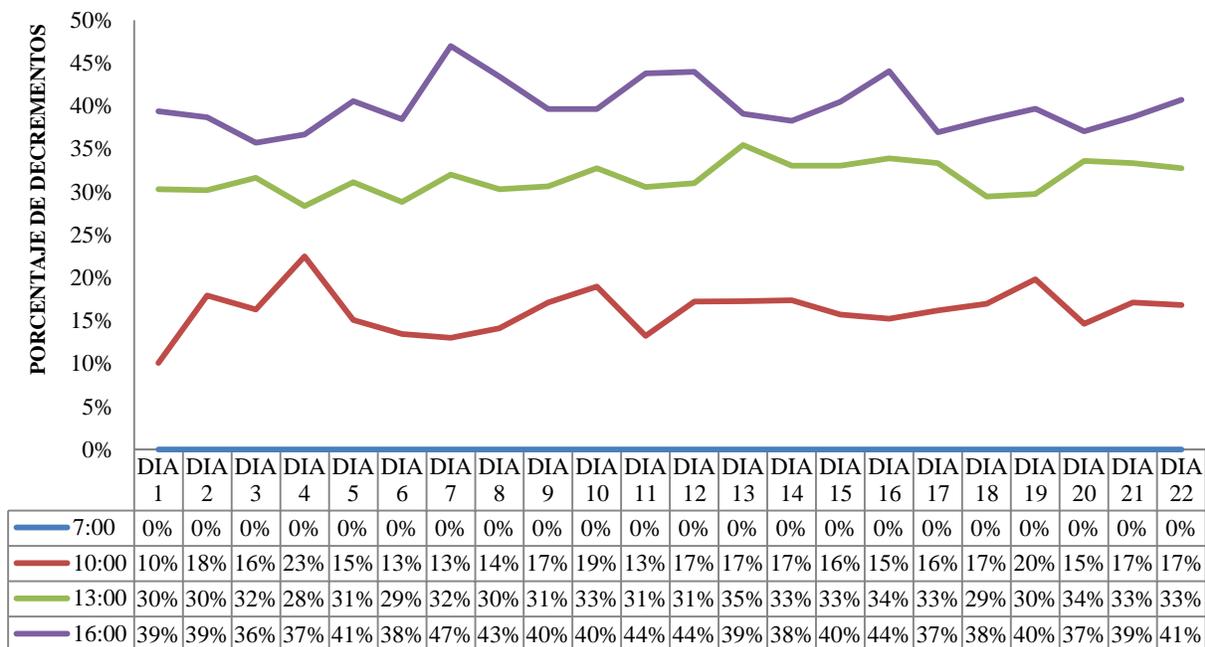


Figura 3. Decremento en el uso de equipos de seguridad industrial en el transcurso del día

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

El grupo laboral con mayor frecuencia en el desuso de equipos de seguridad industrial es el de los peones con decrementos que llegan hasta un 29%, seguido por las categoría de albañiles quienes tienen hasta un 27%, maestros mayores hasta un 26% y siendo los operadores los que tienen el porcentaje de desuso más bajo llegando este hasta un 21% (Figura 4).

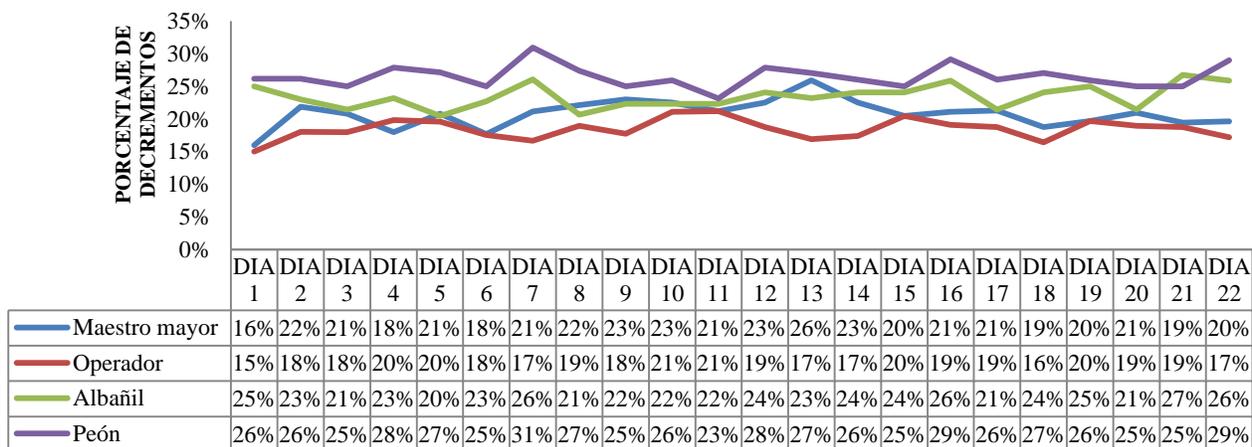


Figura 4. Decremento en el uso de equipos de seguridad industrial según el cargo laboral

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Los resultados obtenidos sobre la relación entre el grado de instrucción académica de los trabajadores y los porcentajes de decrementos de uso de equipos de seguridad nos llevan a determinar que tanto obreros con nivel básico y bachillerato tienen una tendencia mayor al desuso de equipos de seguridad con decrementos que van desde el 17% hasta el 25% sin embargo aquellos que alcanzaron un nivel universitario tienen los índices más bajos de desuso, con valores que fluctúan entre el 13% y el 19%, con lo que se puede decir el hecho de que un trabajador no tenga una instrucción superior genera que estos grupos incidan en los mayores porcentajes de desuso de equipos de seguridad. Figura 5

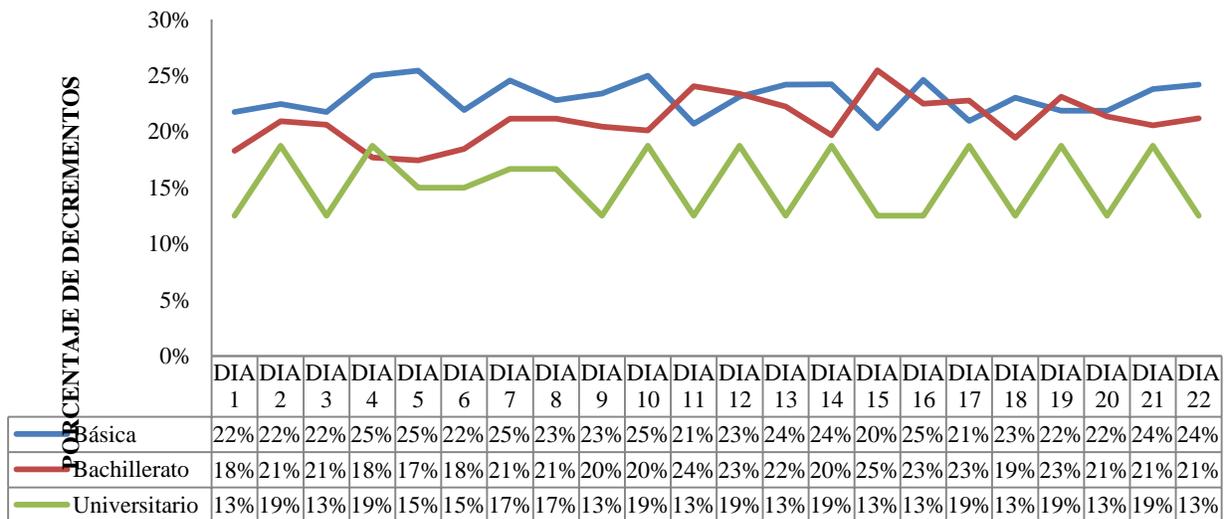


Figura 5. Decrementos del uso de equipos de seguridad industrial según su grado de instrucción académica

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Partiendo de nuestro entendimiento de la teoría de causa y efecto y basándonos en los resultados de las encuestas levantadas, es preciso mencionar que el 71,43% de los peones solo alcanzó un nivel básico (figura 6), por lo que es posible afirmar que existe una relación directa entre los altos porcentajes de decrementos de uso de equipo de seguridad industrial el cargo laboral y el bajo nivel educativo.

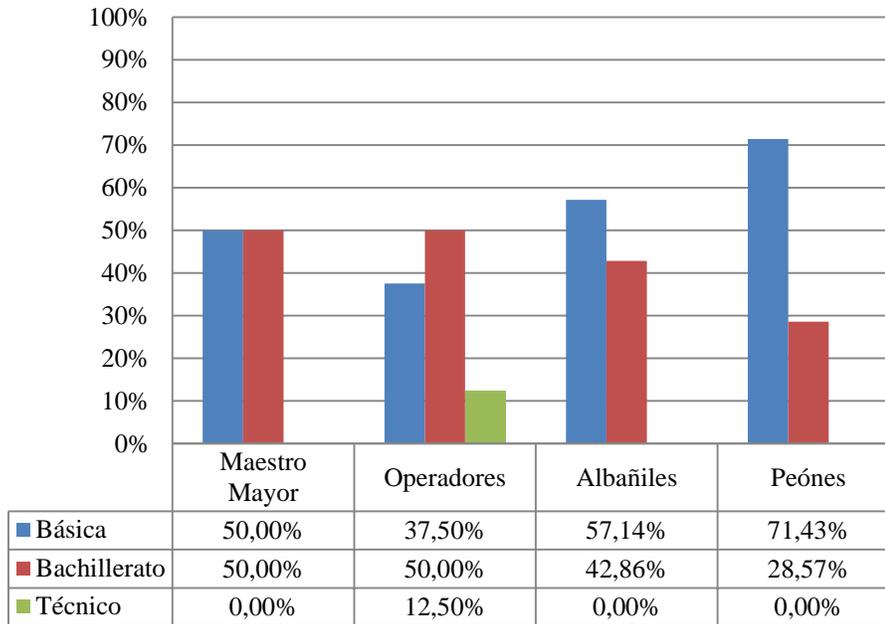


Figura 6. Nivel de educación según los cargos de los trabajadores (Encuestas).

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Además se pudo determinar que el elemento parte del equipo mínimo de seguridad industrial con menor porcentaje de uso son la orejeras con un 65,71 % de uso, seguidas por las mascarillas con el 67,53 y el casco con un 74,36%, como podemos observar en la gráfica de la Figura 7 y confirmar este dato con las fotografías del anexo 9 y el video denominado vuelo de dron para recolección de datos de uso de EPP ajunto como archivo digital a la investigación , además se pude observar que esta información está relacionada de alguna manera con los resultados obtenidos de las encuestas en las que se determinó que el casco, las mascarillas y las orejeras son los elementos de la indumentaria del EPP que prefieren no usar los obreros como se muestra en la Figura 8.

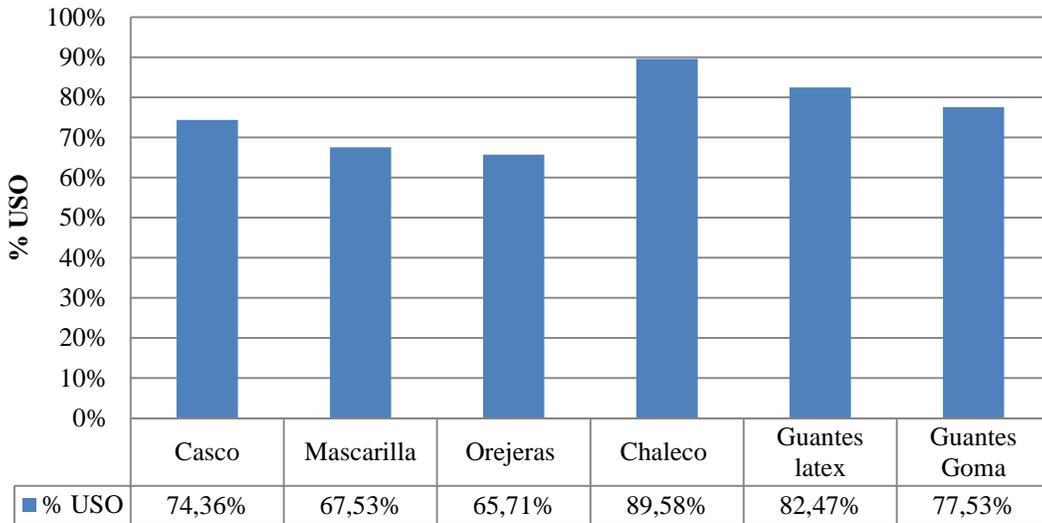


Figura7. Porcentajes de uso de EPP (VANT).

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

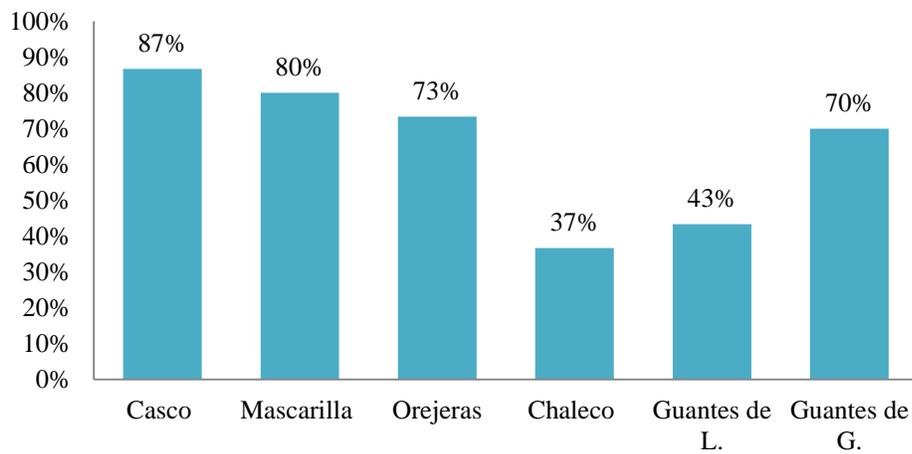


Figura8. EPP por porcentajes que los obreros prefieren no usar (Encuestas).

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Cuando se les cuestionó a los obreros el motivo del desuso de los equipos de seguridad industrial el 44% manifestó que prefieren no usarlo porque les genera incomodidad para trabajar, el 33% cometa que les dificulta laborar, 7% respondió que prefieren no usar ciertos equipos porque ya se encuentran en mal estado y el 17% afirman que no es necesario el uso de equipos de seguridad en ciertas actividades, ver Figura 9, de manera que las causas reportadas con mayor

frecuencia tienen que ver con el binomio de dificultad-incomodidad que a su vez convergen en la falta de hábito.

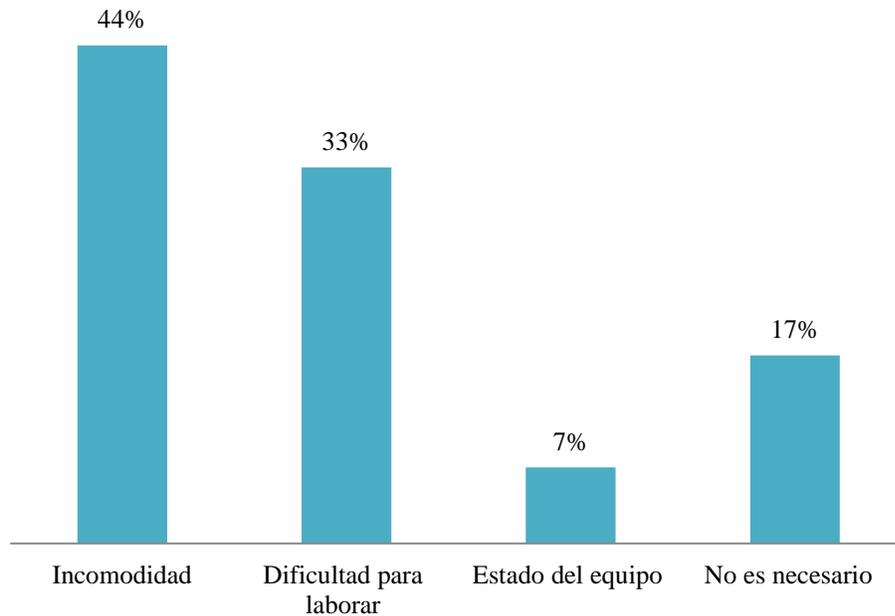


Figura 9. Descripción de los motivos de desuso de los equipos de seguridad (Encuestas)

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Revisados los resultados anteriores, y determinada la media aritmética de los datos de decrementos según las horas de vuelo del VANT, el cargo del obrero y la instrucción escolar se ha determinado que los decrementos van en acenso conforme transcurren las horas del día llegando al porcentaje de desuso más alto a las 16:00 horas, con un 40% como se puede observar en la curva evolutiva de desuso (Figura 10), en esta curva existe una zona de crecimiento lineal rápido y observando su comportamiento se puede deducir que el porcentaje de decrementos en el uso de equipos de seguridad industrial es directamente proporcional a las hora del día, por lo que se puede decir que en el caso de que las jornadas laborales tuvieran horarios de trabajo extendidos, los decrementos en el uso de equipos de seguridad también irían en aumento, pero

esta característica no se pudo comprobar en esta investigación debido a la limitante del horario de jornada determinado por la empresa constructora.

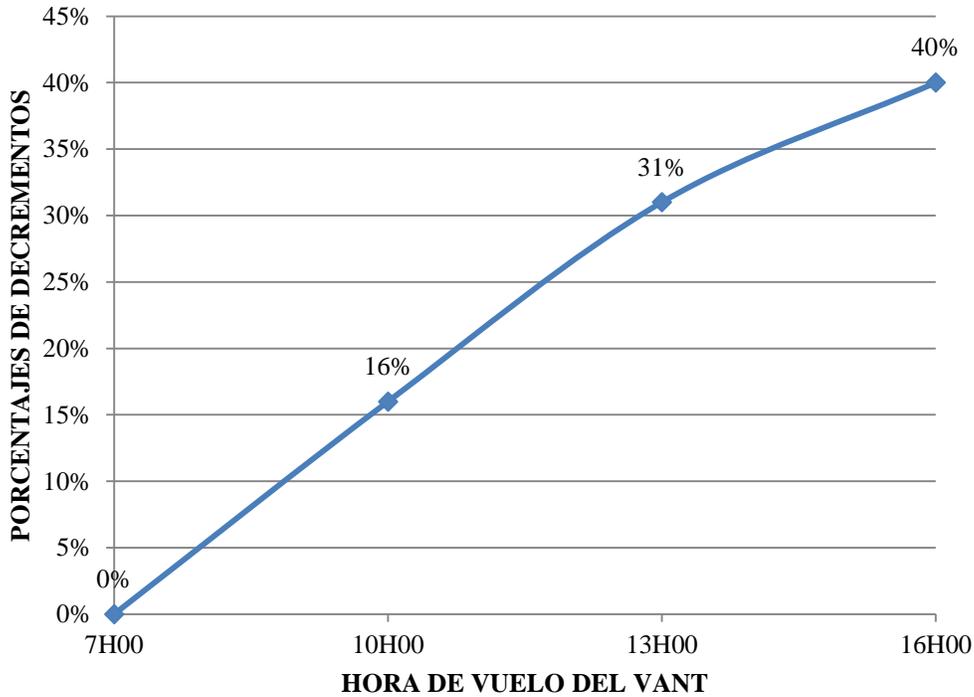


Figura10. Curva evolutiva de desuso en el período de estudio

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Y al determinar los datos significativos según el cargo y la instrucción escolar de los trabajadores la curva evolutiva de desuso muestra que las curvas que representa los porcentajes más altos de desuso de equipos de seguridad industrial es la de los peones (figura 11) con un porcentaje de desuso que llega al 47% a las 16h00 (tabla 6) y la de los obreros con instrucción escolar básica (figura 12) con un porcentaje que llega al 40% a las 16h00 (tabla 7) . Con estos resultados se confirma que existe una correlación entre el grado de educación, el cargo del trabajador, la hora del día y los altos porcentajes de decrementos de equipos de seguridad.

Tabla 6 Porcentajes de decrementos según el cargo del trabajador, empleados para grafica de curva evolutiva

HORA	MAESTRO MAYOR	OPERADORES	ALBAÑILES	PEONES
7:00	0%	0%	0%	0%
10	15%	12%	18%	20%
13	30%	26%	34%	37%
16	38%	35%	41%	47%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

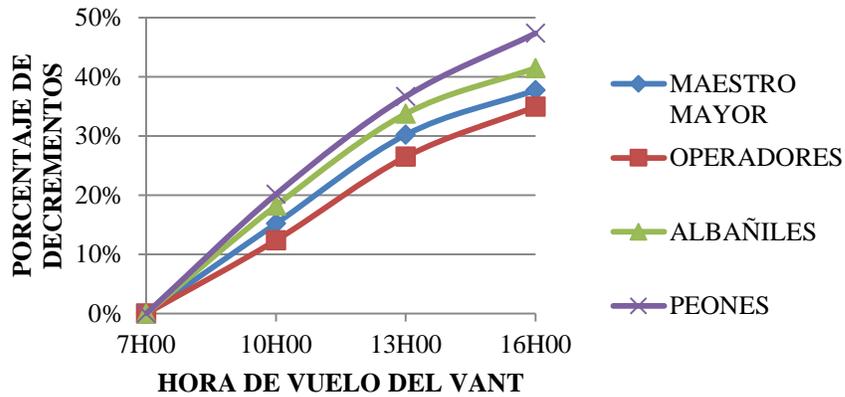


Figura 11. Curva evolutiva de desuso por nivel de instrucción cargo del trabajador

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 7 Porcentajes de decrementos según el nivel de instrucción escolar, empleados para grafica de curva evolutiva

HORA	BÁSICA	BACHILLERATO
7:00	0%	0%
10:00	16%	7%
13:00	31%	11%
16:00	40%	12%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

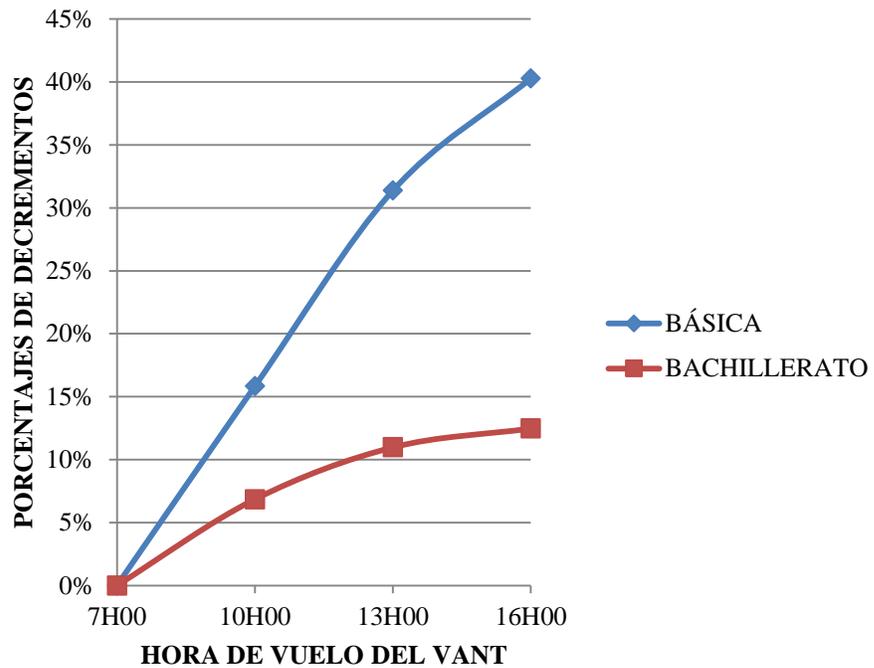


Figura 12. Curva evolutiva de desuso por nivel de instrucción

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

6. CONCLUSIONES

Tras la investigación y pese al esfuerzo y dedicación empleada en la recolección de datos y monitoreo de incidentes dentro del proyecto analizado, no se registraron accidentes, por lo cual no se logró establecer si existe relación entre el decremento del uso de equipo de seguridad industrial y la accidentabilidad, lo que no significa que dicha relación no exista, sino que se puede deber a las limitaciones con las que conto esta investigación en cuanto a jornadas de trabajo, al periodo corto de investigación, a la tipología de obra ya que la misma no presentaba mayores riesgos para los trabajadores. Además al sistema estricto de control de SSO dentro de la empresa que le pone un límite a los porcentajes de desuso de equipos de seguridad. El no registro de accidentes también se puede relacionar a lo mencionado por Dekker (2012) en su teoría de la complejidad, donde se hace referencia que para que se produzca un accidente deben confluír más de uno de los cinco factores, por lo que nos lleva a concluir que el decremento del uso del equipo de seguridad solo, no es causa principal generadora de accidentes, sino que debe combinarse con otros factores para incidir en accidentabilidad, factores que no han sido motivo de estudio de la presente investigación.

En cuanto a la metodología, mediante esta investigación se genera un aporte a la teoría de la complejidad de Dekker (2012) exclusivamente al segundo factor determinado por los decrementos del sistema de SSO, ya que en su teoría estos solo se detectan mediante observación pero no plantea un método que permita cuantificar esta variación. La metodología desarrollada es aplicable al campo de la ingeniería civil específicamente para una obra de carácter vial y permite la recolección de datos en campo de uso de equipos de seguridad industrial mediante la aplicación de un VANT, y los resultados que arroja el análisis de esos datos nos permiten determinar porcentajes de decremento de uso de equipo, horas más dramáticas en las que se

produce el desuso y además nos permite caracterizar los decrementos de uso por tipología de trabajador según su cargo y su instrucción escolar.

La metodología desarrollada además es una herramienta que nos permite mejorar la efectividad de los sistemas de control de SSO dentro de un proyecto, ya que podemos mejorar el manejo de recurso de seguridad y el sistema predictivo de grupos más propensos a caer en el desuso de equipo de seguridad, adicionalmente se puede determinar dentro de los grupos de trabajadores quienes tienen el peor comportamiento, y a quienes se debe hacer un mayor seguimiento.

El uso del dron como parte fundamental de la metodología aplicada en esta investigación representa una herramienta útil e innovadora ya que a través de su uso se logró obtener datos reales del comportamiento usual de los obreros, ya que este pasa desapercibido y nos permite monitorear los frentes de trabajo sin necesidad de estar directamente cerca del trabajador y evitamos ponerlo a sobre aviso, con lo que se puede observar el comportamiento real en cuanto al uso de equipos de EPP.

Esta metodología debe seguirse investigando en campos más amplios, en jornadas de trabajo extendidas, en tiempos más prolongados y en otro tipo de obras relacionadas a la ingeniería civil, como en obras hidrosanitarias, estructurales, riego y otras, para determinar si realmente existe una relación entre la evolución de los decrementos de uso de equipo de seguridad industrial y la accidentabilidad.

Tras el análisis de los porcentajes obtenidos como resultados en esta investigación se puede confirmar que factores como, nivel de educación, la falta de cultura de seguridad industrial, el horario de trabajo y la deficiente cualificación del personal aumenta los porcentajes de decrementos de uso de equipos de seguridad industrial, lo que confirmaría el punto uno de la

teoría del efecto dominó de Heinrich (1931) basada en los antecedentes y el entorno social.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Creus. (2011). *Seguridad e Higiene en el Trabajo: Un enfoque Integral*. (Alfaomega, Ed.) (1st ed.). Buenos Aires.
- Dekker, S. (2012). *Drift into Failure*. Farham, England: Ashgate Publishing Ltd.
- Heinrich, H. (1931). *Industrial accident prevention* (1st ed.). New York: McGraw-Hill.
- Retrieved from <http://www.worldcat.org/title/industrial-accident-prevention-a-scientific-approach/oclc/3493629>
- ILO. (2017). International Labour Standards on Occupational Safety and Health. Retrieved May 18, 2017, from <http://ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/occupational-safety-and-health/lang--en/index.htm>
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2008). REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PUBLICAS. Retrieved from <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcción-y-Obras-Públicas.pdf>
- MIT. (2015). New Boss on Construction Sites Is a Drone - MIT Technology Review. Retrieved May 24, 2017, from <https://www.technologyreview.com/s/540836/new-boss-on-construction-sites-is-a-drone/>
- OIT. (2007). *Perfil diagnóstico en seguridad y salud en el trabajo de los países de la subregión andina Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú y la república bolivariana de Venezuela*.
- Retrieved from http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/policy/wcms_212074.pdf
- Osalan. (2001). *Manual de auditor de prevención de riesgos laborales*.
- OSHA. (1988). Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional. Retrieved July 16, 2017,

from <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3049/osha3049.html>

PMI. (2016). *Construction Extension to the PMBOK Guide*. Newton Square, Pennsylvania:

Project Management Institute.

Zollmann, S., Hoppe, C., Kluckner, S., Poglitsch, C., Bischof, H., & Reitmayr, G. (2014).

Augmented Reality for Construction Site Monitoring and Documentation. *Proceedings of the IEEE*, 102(2), 137–154. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2013.2294314>

Viviana Llanga. (2017). *Vuelo de dron para recolección de datos de uso de EPP* [MP4]. País:

Ecuador

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1: Ilustración ejemplo de planificación diaria de la constructora

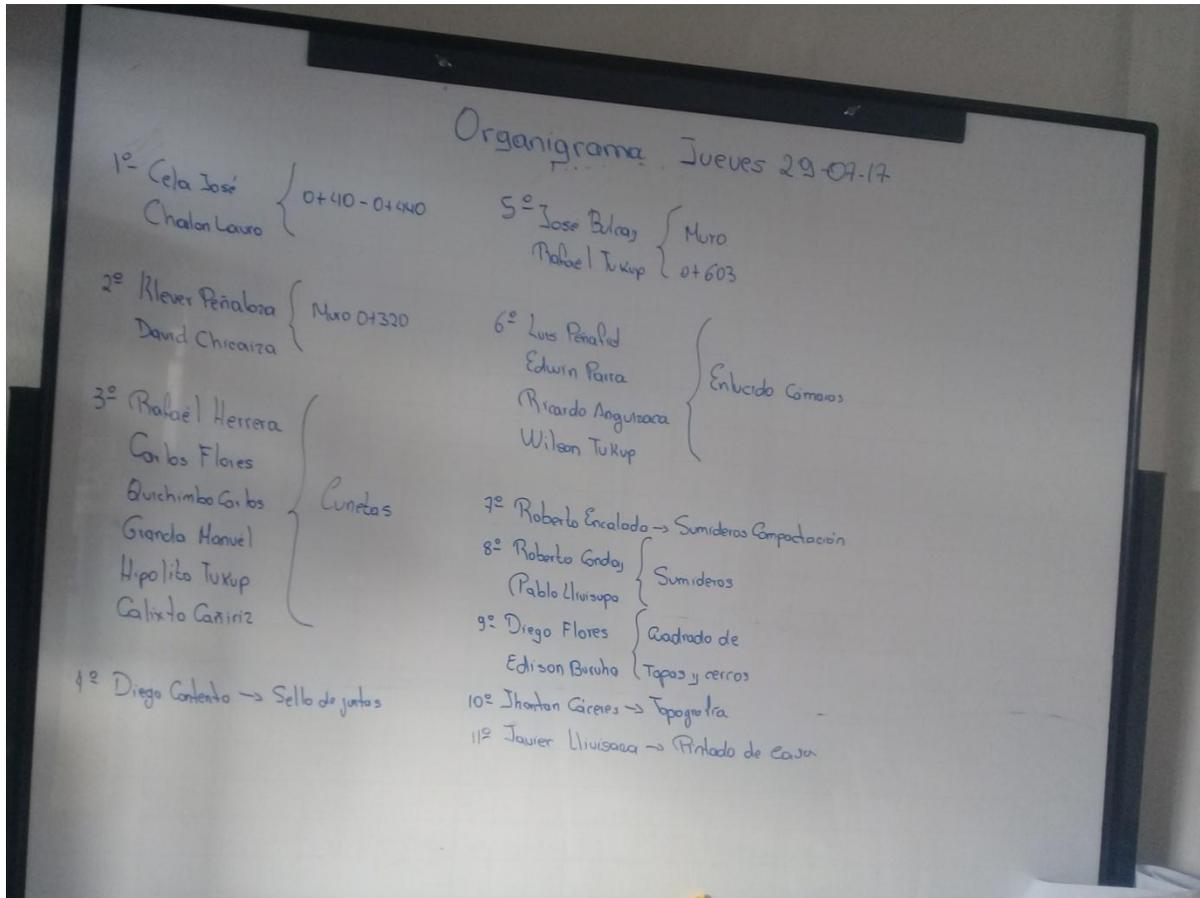


Figura13. Planificación diaria de la constructora
Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

8.2. Anexo2: Ilustración de archivo digital de videos recolectados mediante VANT

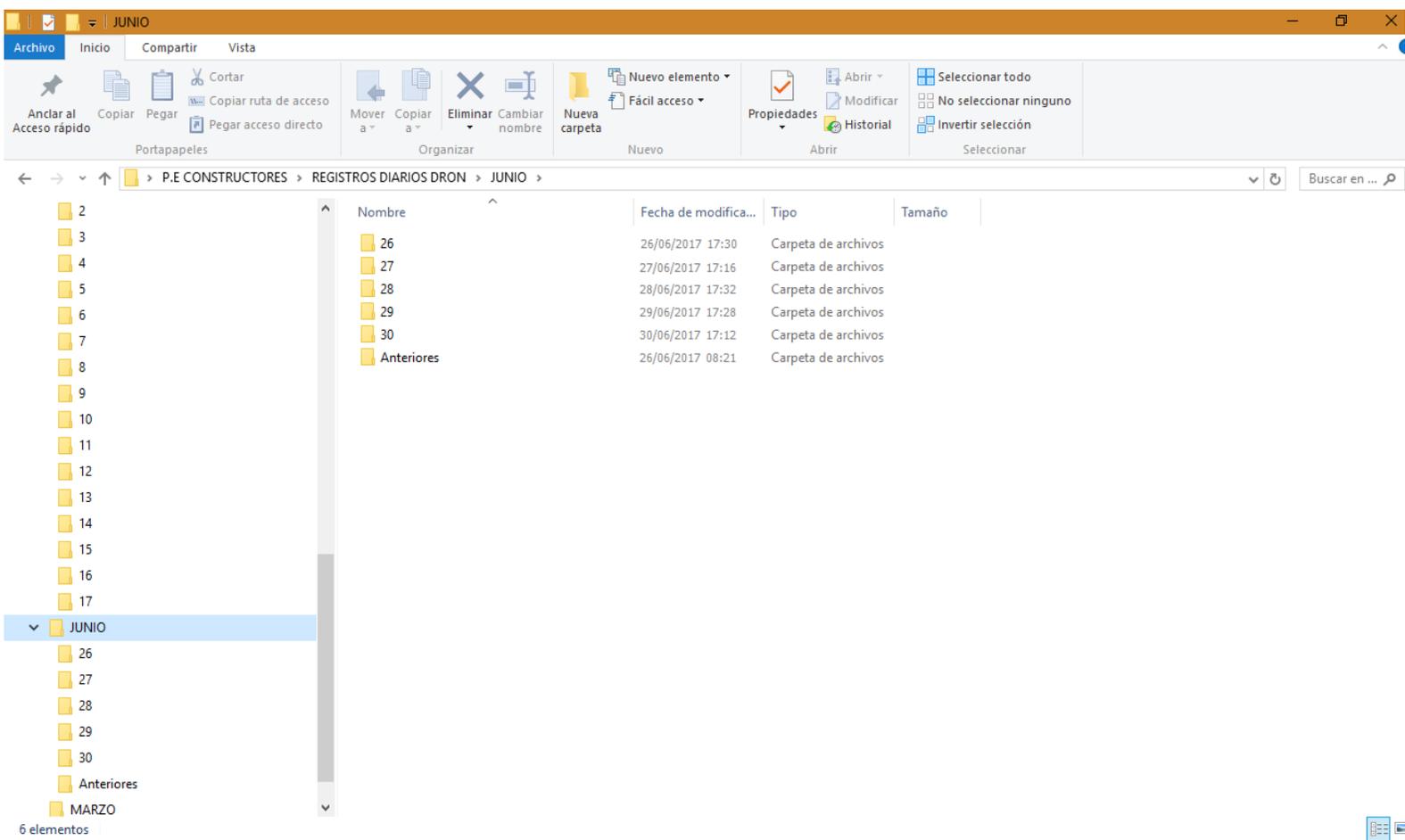


Figura14. Registro de videos recolectados con el VANT del mes de Junio
Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

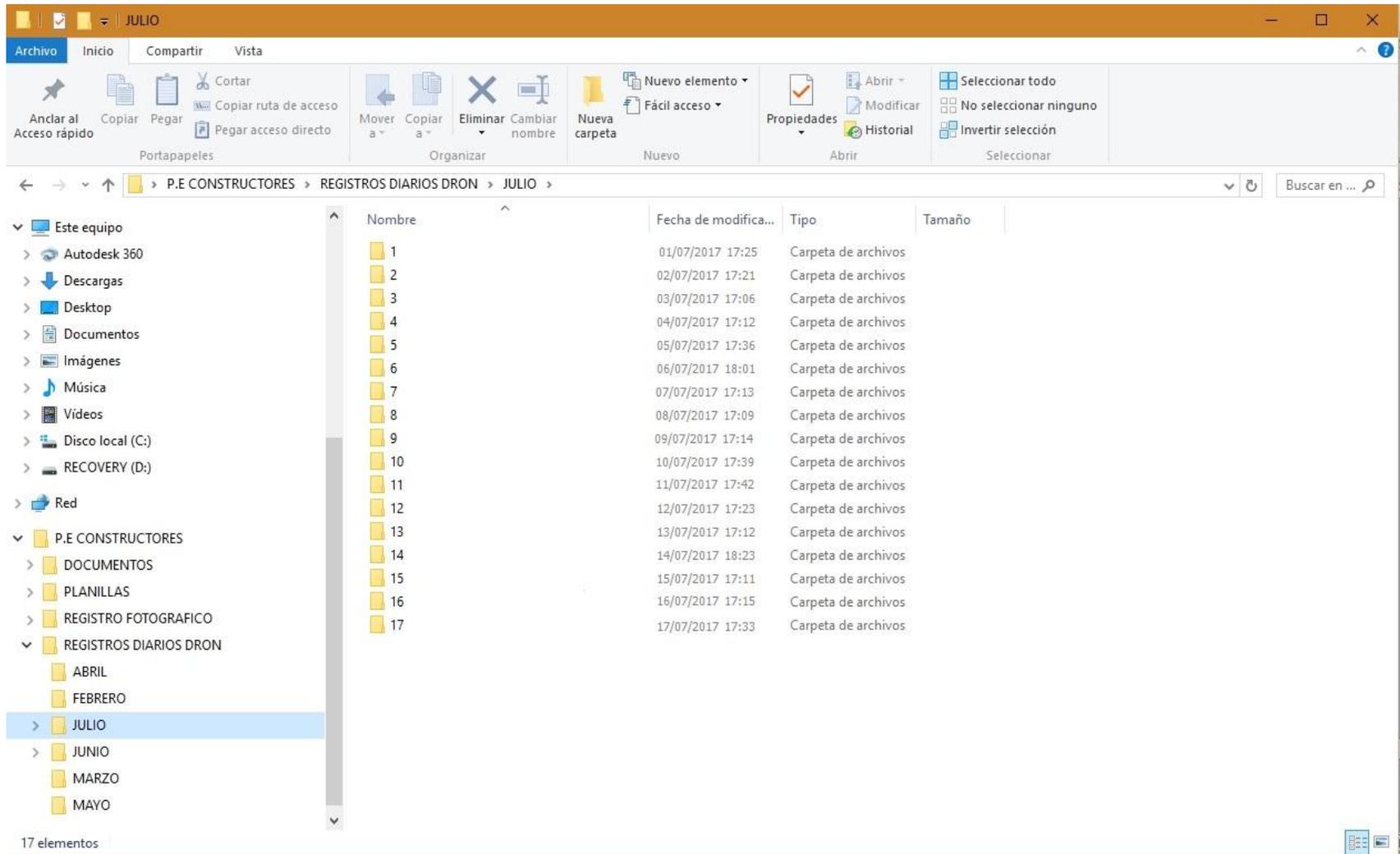


Figura15. Registro de videos recolectados con el VANT del mes de Julio
Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

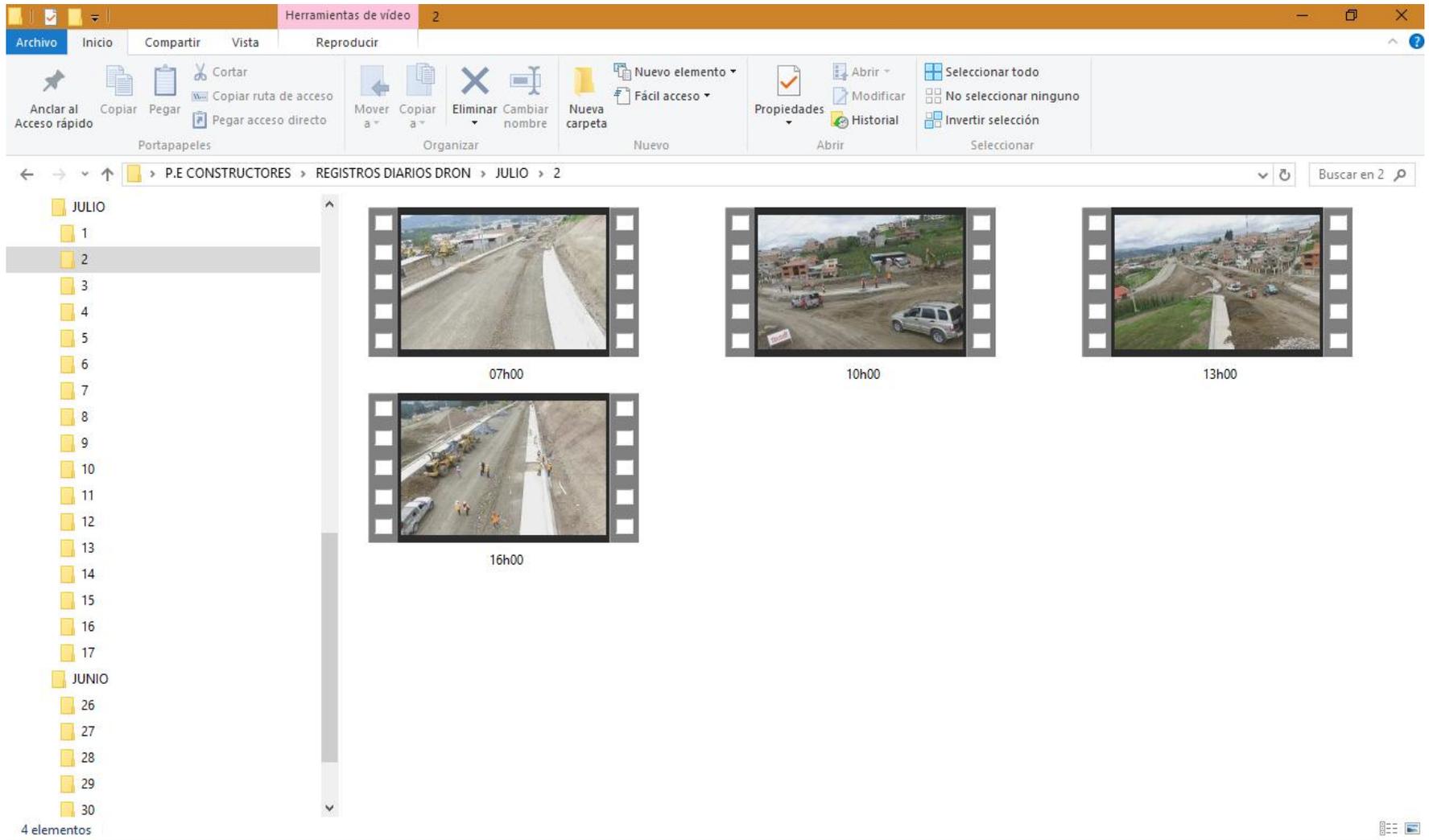


Figura16. Ejemplo de registro de videos recolectados con el VANT
Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

8.3. Anexo 3: Determinación de normalidad de conjunto de datos

La determinación de la normalidad de la muestra se la realizó mediante el software R-project, siguiendo el procedimiento desarrollado a continuación:

- Abrir el software R-project.

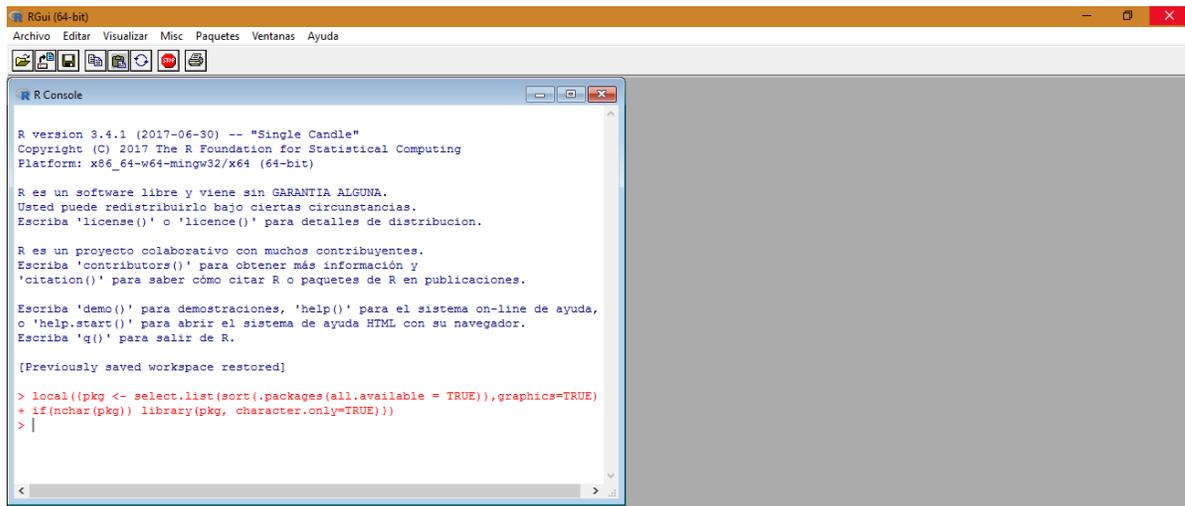


Figura17. Ventana principal software R-project

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Una vez abierto el software se procede a cargar el paquete o función del software que permite determinar la normalidad del conjunto de datos analizar, dando clic en la opción de Paquetes.

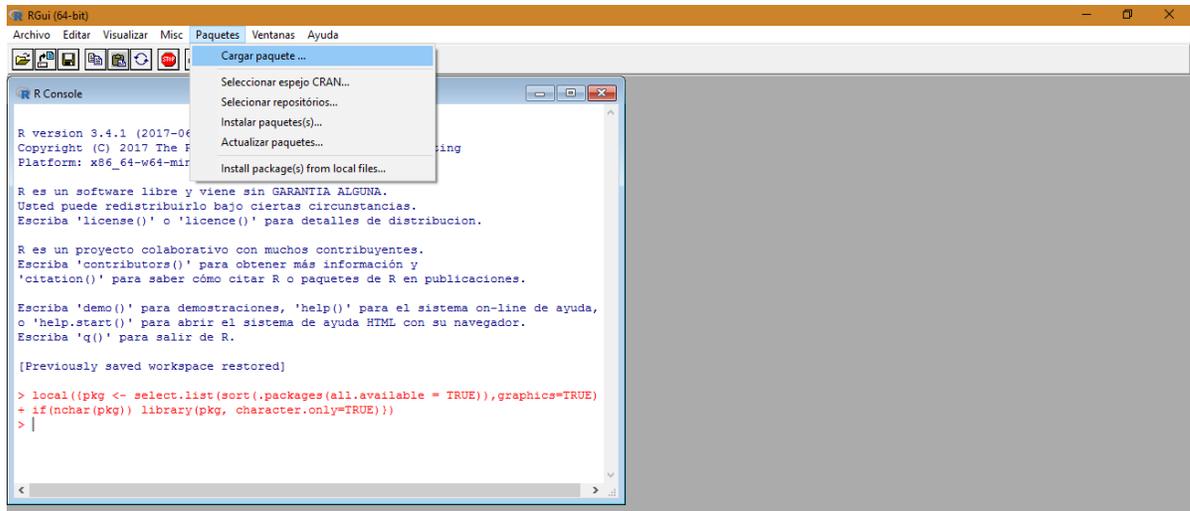


Figura18. Opción para cargar paquetes del software R-project

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- En la lista que se despliega al seleccionar la opción de paquetes se elige el comando Rcmdr, que es una plataforma del programa basado en estadísticas básicas.

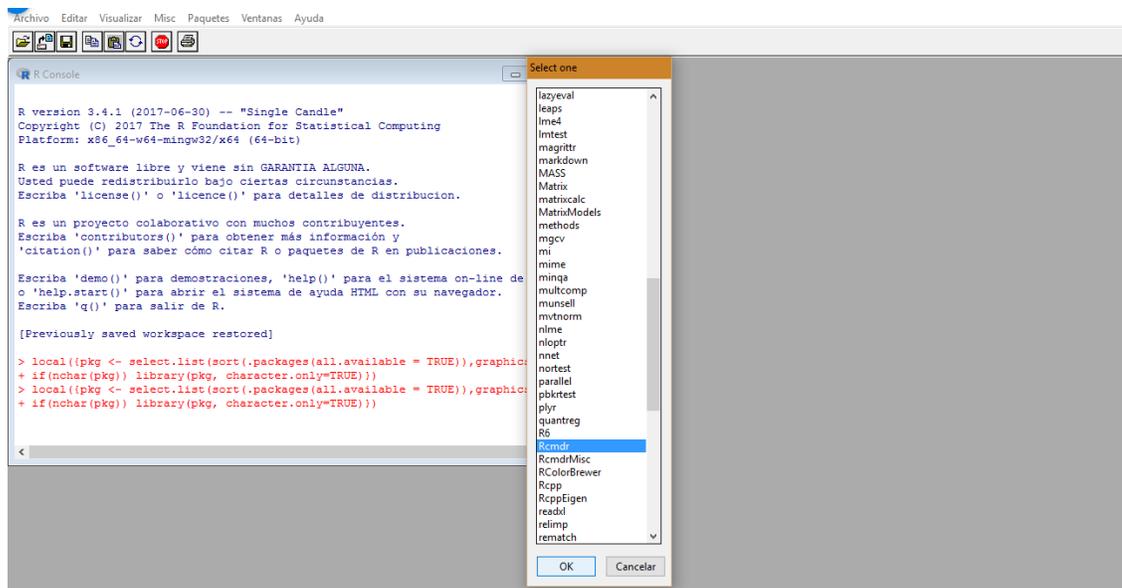


Figura19. Selección del paquete Rcmdr en el software R-project

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Seleccionado el comando Rcmdr, aparece la ventana en la que se cargan los datos para el análisis de normalidad.

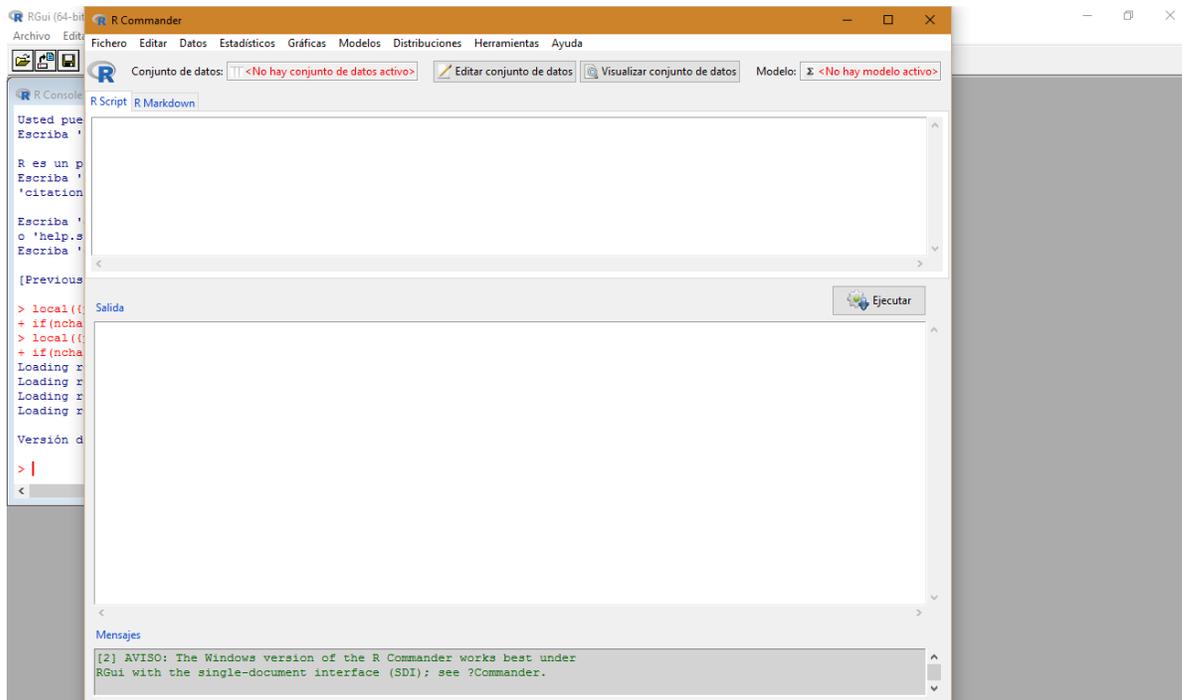


Figura20. Pantalla principal del paquete Rcmdr en el software R-project

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Para la determinación de la normalidad de un conjunto de datos existe la opción de ingresar los datos desde una hoja de cálculo del software Microsoft Excel, por lo cual se procedió a tabular los datos obtenidos de los decrementos, agrupándolos en conjuntos, decrementos por horas de vuelo del VANT, por cargo laboral y por instrucción escolar, empezaremos el análisis por hora de vuelo:

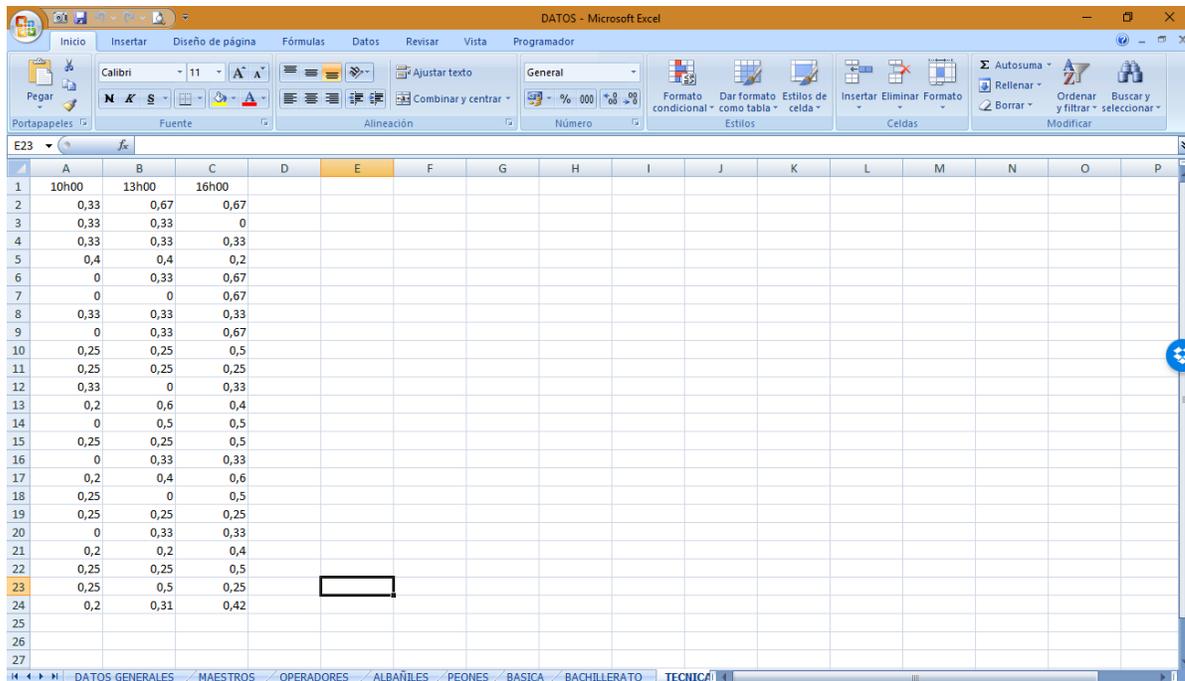


Figura21. Tabulación de datos de decrementos según hora de vuelo del VANT en Microsoft Excel.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

- Luego de la tabulación de datos se procede a cargarlos al programa R -project a través de la opción Datos, Importar Datos, opción desde un Archivo en Excel.

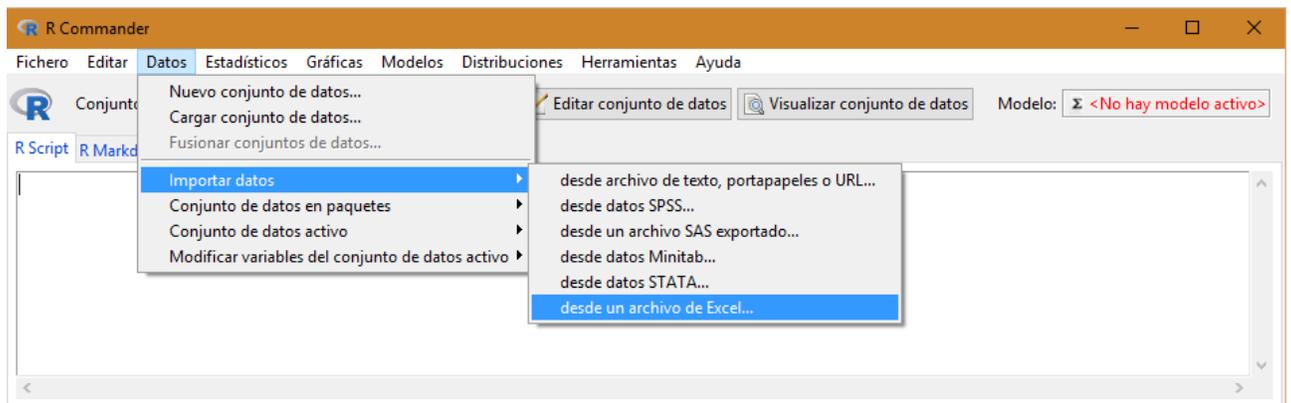


Figura22. Opción de ingreso de datos a través de un archivo de Excel.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Se despliega la opción para ingresar un nombre del conjunto de datos a analizar en este caso es el conjunto de datos generales por hora, por lo que se denominó HORAS al conjunto.

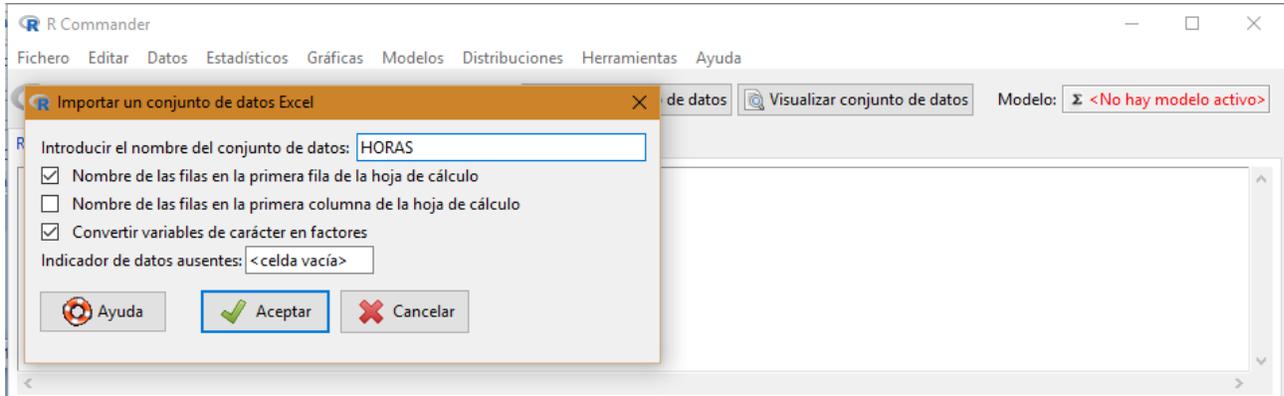


Figura23. Opción de ingreso de nombre de conjunto de datos a analizarse.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Una vez ingresado el nombre del conjunto de datos, procedo a seleccionar el archivo en Excel a analizarse.

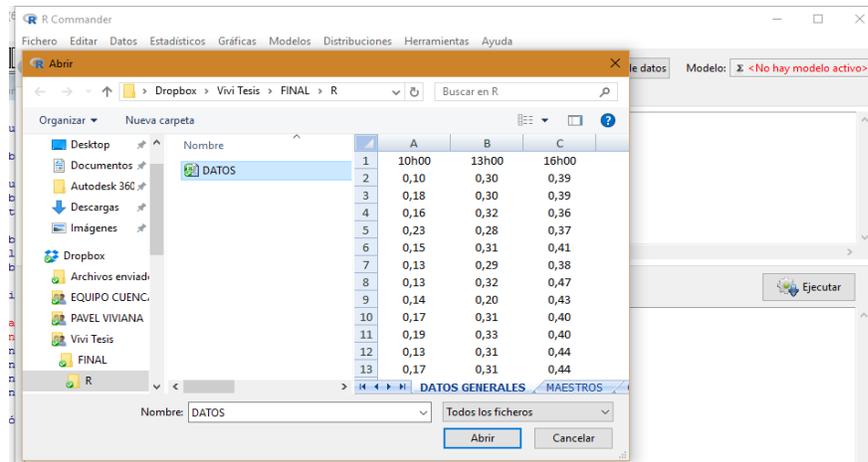


Figura24. Selección de archivo con datos a analizarse

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

• El programa nos muestra las opciones según las hojas con las que cuente el archivo de Excel de las cuales escojo la opción de datos generales que es la hoja en la que se encuentra el primer conjunto de datos a analizarse.

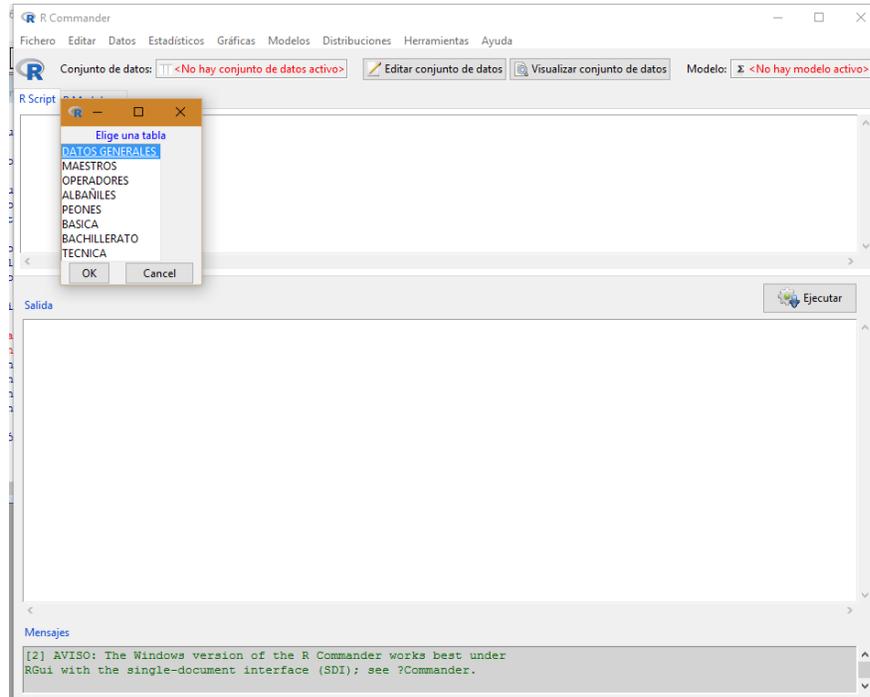


Figura25. Elección de hoja de archivo de Excel en la que se encuentran los datos a analizarse.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Una vez realizados los pasos anteriores seleccionamos la opción de Visualización de datos, para verificar si los datos ingresados son los correctos para la realización del análisis de normalidad.

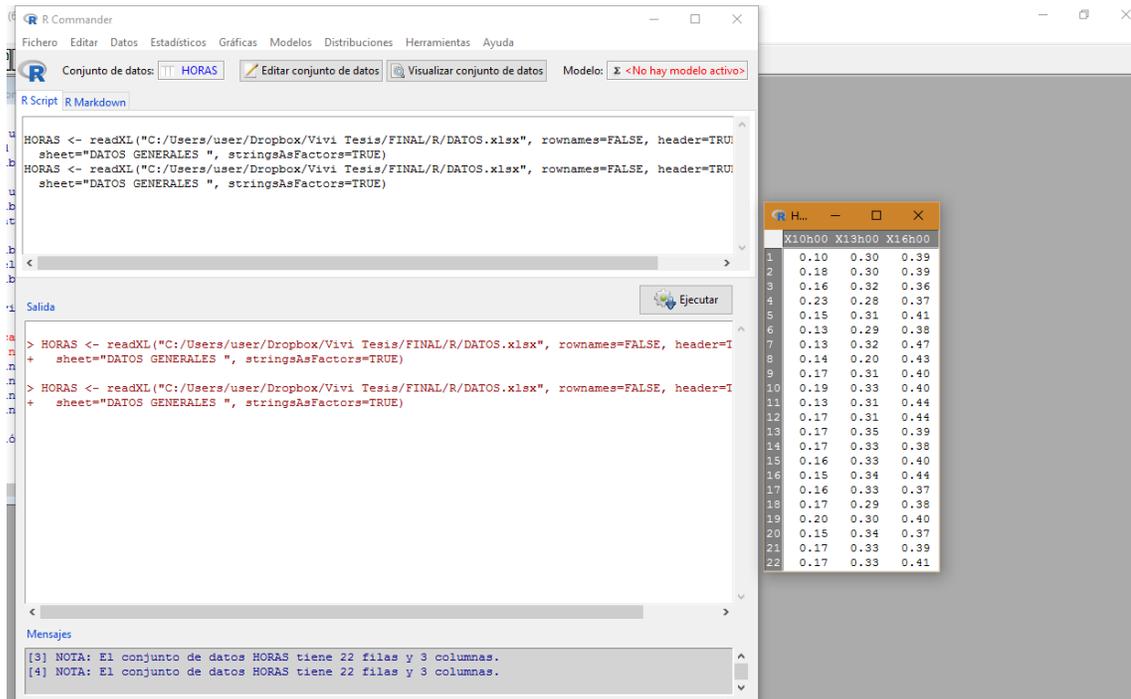


Figura26. Revisión y visualización de datos

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Para la realización de la evaluación de normalidad de la muestra, procedemos a seleccionar la opción de Estadísticos, Resúmenes, Test de Normalidad.

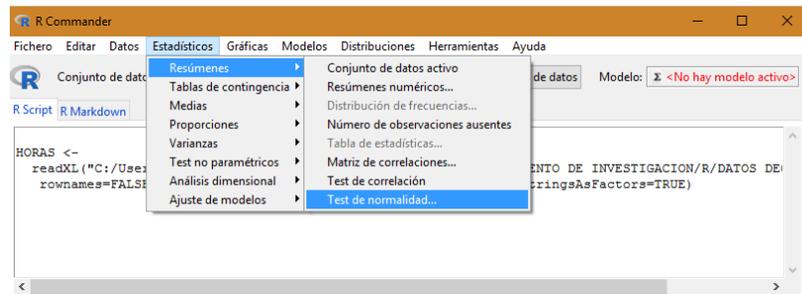


Figura27. Aplicación de Test de Normalidad.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Seleccionamos los datos que requerimos sean analizados, en este caso las tres horas en las que se realizó el levantamiento de datos mediante VANT.



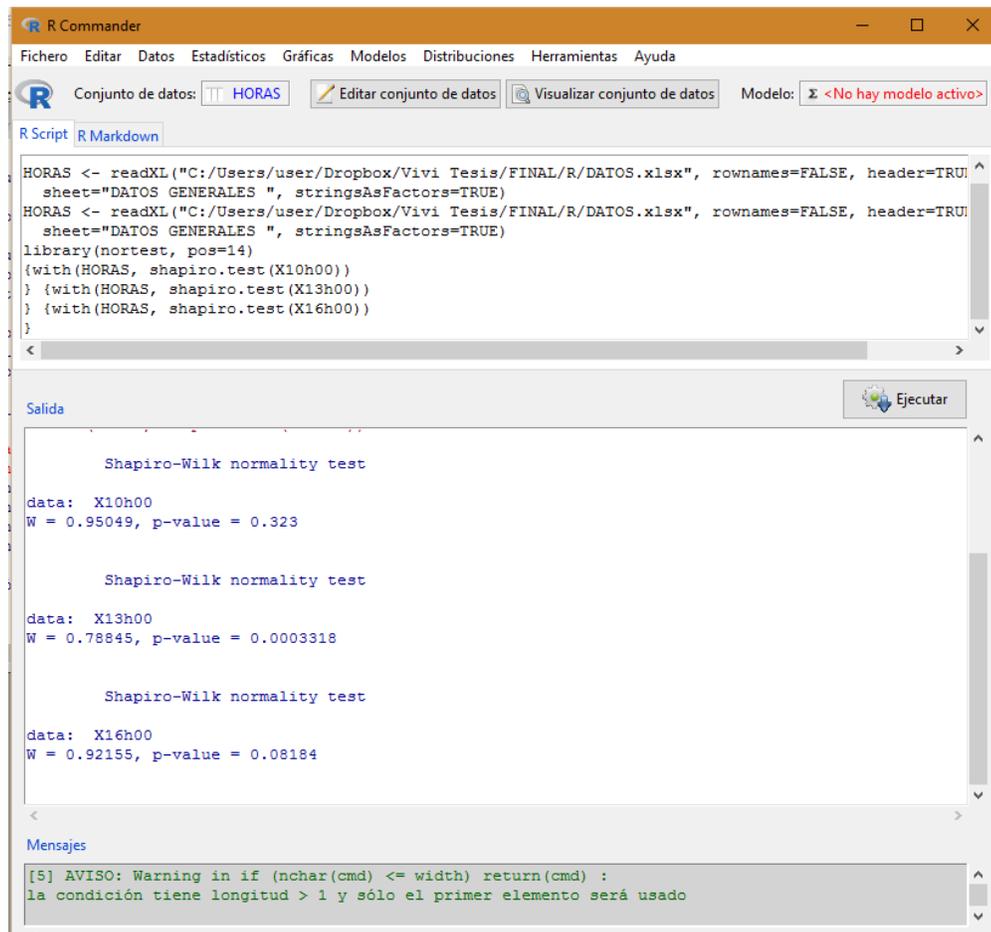
Figura28. Selección de datos para aplicación de test de normalidad.

Elaborado por: Viviana Llanga

Fuente: R-project

- Posterior a todos los pasos realizados se visualizan los resultados. Para determinar si la muestra tiene una distribución normal debemos considerar que el dato denominado como p-value por el programa es menor que 0, 5 para ser aceptado. De los datos analizados todos cumplen con

esta condición. A través de esta determinación consideramos en usar la media aritmética de los datos analizados para la realización de la curva evolutiva de desuso de equipo de seguridad industrial según la hora de vuelo del VANT.



The image shows a screenshot of the R Commander interface. The main window displays an R script with the following code:

```
HORAS <- readXL("C:/Users/user/Dropbox/Vivi Tesis/FINAL/R/DATOS.xlsx", rownames=FALSE, header=TRUE, sheet="DATOS GENERALES ", stringsAsFactors=TRUE)
HORAS <- readXL("C:/Users/user/Dropbox/Vivi Tesis/FINAL/R/DATOS.xlsx", rownames=FALSE, header=TRUE, sheet="DATOS GENERALES ", stringsAsFactors=TRUE)
library(nortest, pos=14)
{with(HORAS, shapiro.test(X10h00))
} {with(HORAS, shapiro.test(X13h00))
} {with(HORAS, shapiro.test(X16h00))
}
```

The output window shows the results of three Shapiro-Wilk normality tests:

```
Shapiro-Wilk normality test
data: X10h00
W = 0.95049, p-value = 0.323

Shapiro-Wilk normality test
data: X13h00
W = 0.78845, p-value = 0.0003318

Shapiro-Wilk normality test
data: X16h00
W = 0.92155, p-value = 0.08184
```

The messages window shows a warning:

```
[5] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

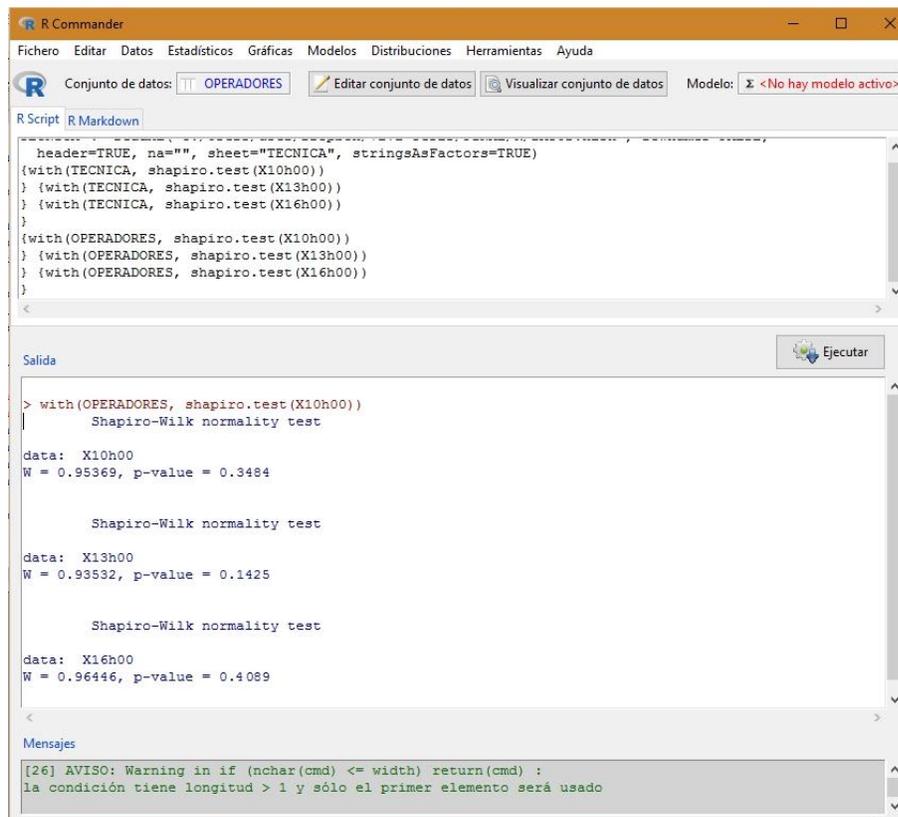
Figura29. Visualización de resultados.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

El mismo procedimiento descrito anteriormente fue aplicado para los conjuntos de datos según los cargos y según la instrucción escolar de los cuales se muestran las pantallas con los resultados obtenidos:

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el Cargo (Operadores).



```
header=TRUE, na="", sheet="TECNICA", stringsAsFactors=TRUE)
}{with(TECNICA, shapiro.test(X10h00))
} {with(TECNICA, shapiro.test(X13h00))
} {with(TECNICA, shapiro.test(X16h00))
}
}{with(OPERADORES, shapiro.test(X10h00))
} {with(OPERADORES, shapiro.test(X13h00))
} {with(OPERADORES, shapiro.test(X16h00))
}
}

> with(OPERADORES, shapiro.test(X10h00))
Shapiro-Wilk normality test

data: X10h00
W = 0.95369, p-value = 0.3484

Shapiro-Wilk normality test

data: X13h00
W = 0.93532, p-value = 0.1425

Shapiro-Wilk normality test

data: X16h00
W = 0.96446, p-value = 0.4089

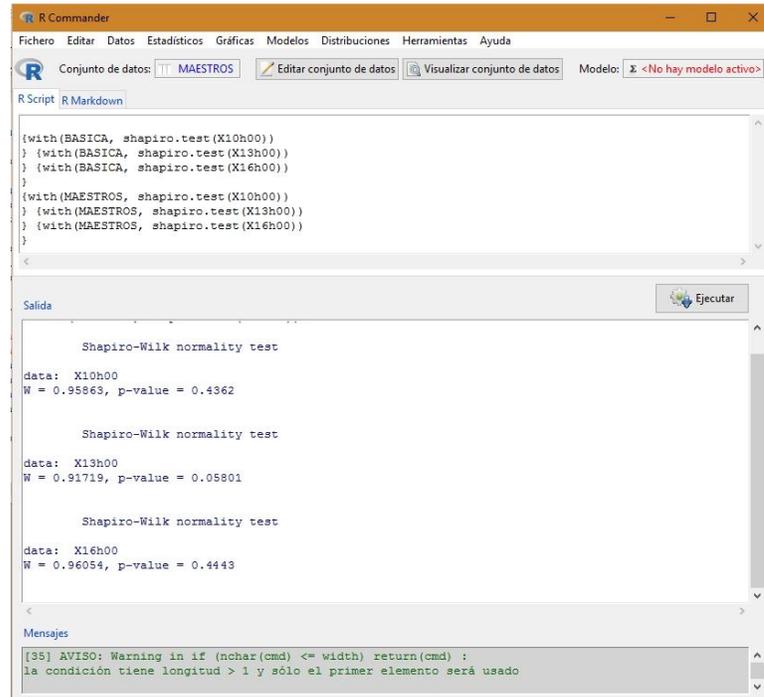
[26] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura30. Visualización de resultados- Operadores.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el Cargo (Maestros Mayores).



```
R Commander
Fichero  Editar  Datos  Estadísticos  Gráficas  Modelos  Distribuciones  Herramientas  Ayuda
Conjunto de datos: MAESTROS  Editar conjunto de datos  Visualizar conjunto de datos  Modelo: <No hay modelo activo>
R Script  R Markdown

{with(BASICA, shapiro.test(X10h00))
} {with(BASICA, shapiro.test(X13h00))
} {with(BASICA, shapiro.test(X16h00))
}
{with(MAESTROS, shapiro.test(X10h00))
} {with(MAESTROS, shapiro.test(X13h00))
} {with(MAESTROS, shapiro.test(X16h00))
}

Salida  Ejecutar

Shapiro-Wilk normality test
data: X10h00
W = 0.95863, p-value = 0.4362

Shapiro-Wilk normality test
data: X13h00
W = 0.91719, p-value = 0.05801

Shapiro-Wilk normality test
data: X16h00
W = 0.96054, p-value = 0.4443

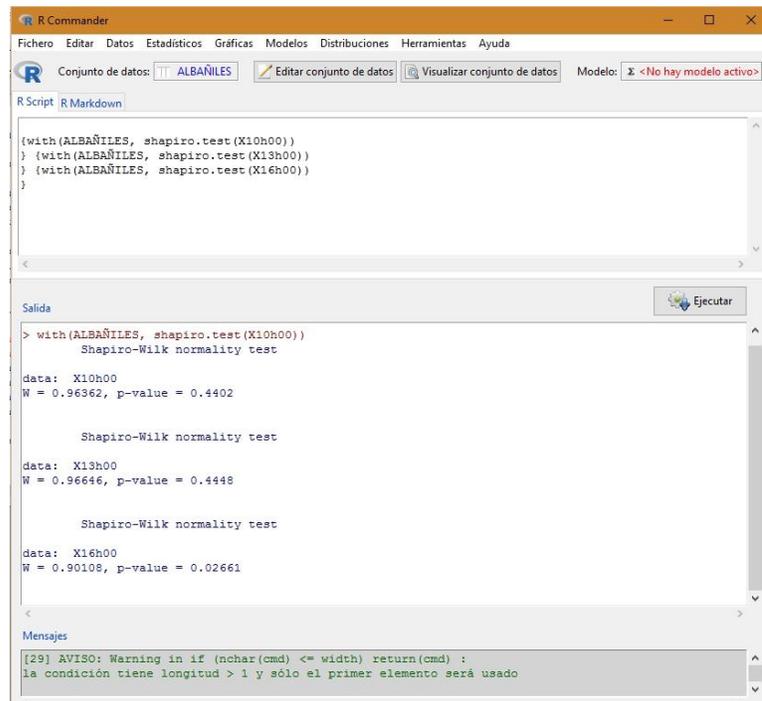
Mensajes
[35] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura31. Visualización de resultados- Maestros mayores.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el Cargo (Albañiles).



```
with(ALBAÑILES, shapiro.test(X10h00))
} {with(ALBAÑILES, shapiro.test(X13h00))
} {with(ALBAÑILES, shapiro.test(X16h00))
}
```

```
> with(ALBAÑILES, shapiro.test(X10h00))
Shapiro-Wilk normality test

data: X10h00
W = 0.96362, p-value = 0.4402

Shapiro-Wilk normality test

data: X13h00
W = 0.96646, p-value = 0.4448

Shapiro-Wilk normality test

data: X16h00
W = 0.90108, p-value = 0.02661
```

```
[29] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura32. Visualización de resultados- Albañiles.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el Cargo (Peones)

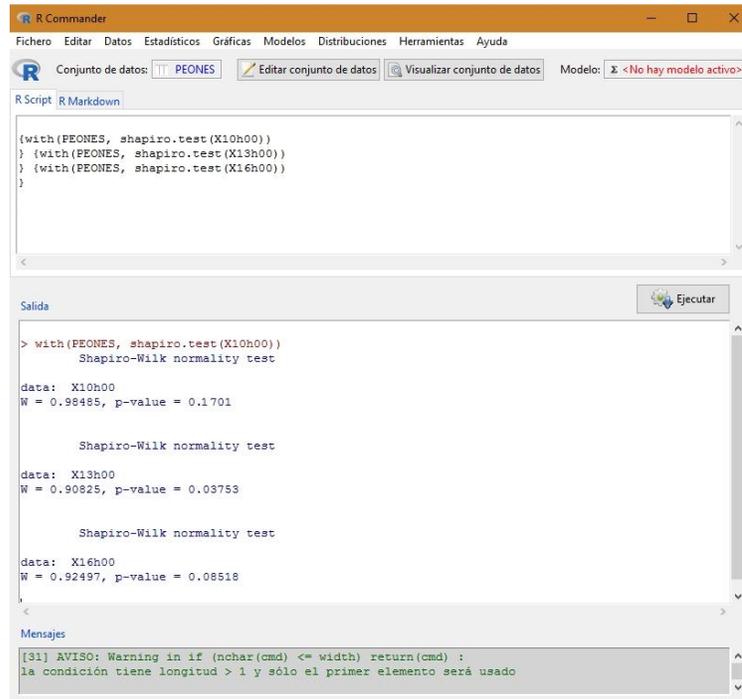
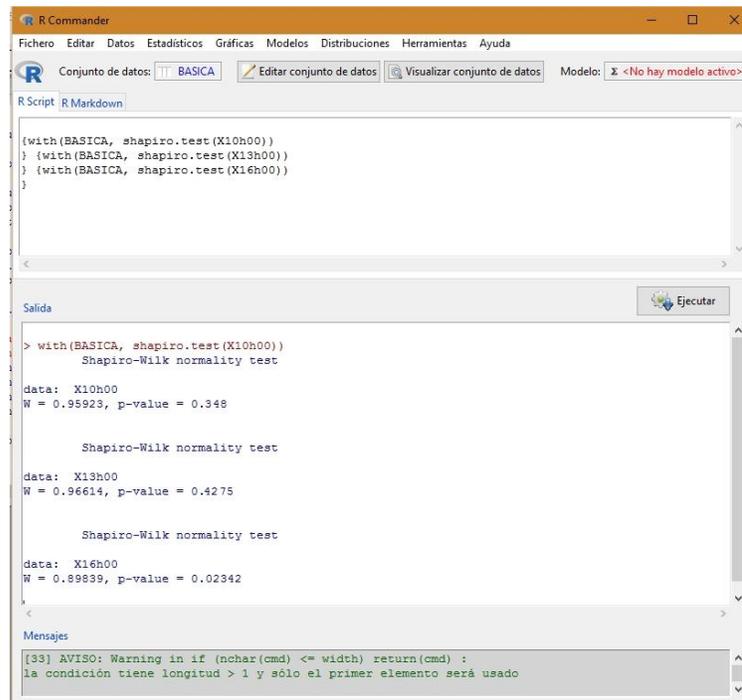


Figura33. Visualización de resultados- Peones.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el nivel de instrucción escolar
(Básica)



```
{with(BASICA, shapiro.test(X10h00))
} {with(BASICA, shapiro.test(X13h00))
} {with(BASICA, shapiro.test(X16h00))
}
```

Salida

```
> with(BASICA, shapiro.test(X10h00))
Shapiro-Wilk normality test

data: X10h00
W = 0.95923, p-value = 0.348

Shapiro-Wilk normality test

data: X13h00
W = 0.96614, p-value = 0.4275

Shapiro-Wilk normality test

data: X16h00
W = 0.89839, p-value = 0.02342
```

Mensajes

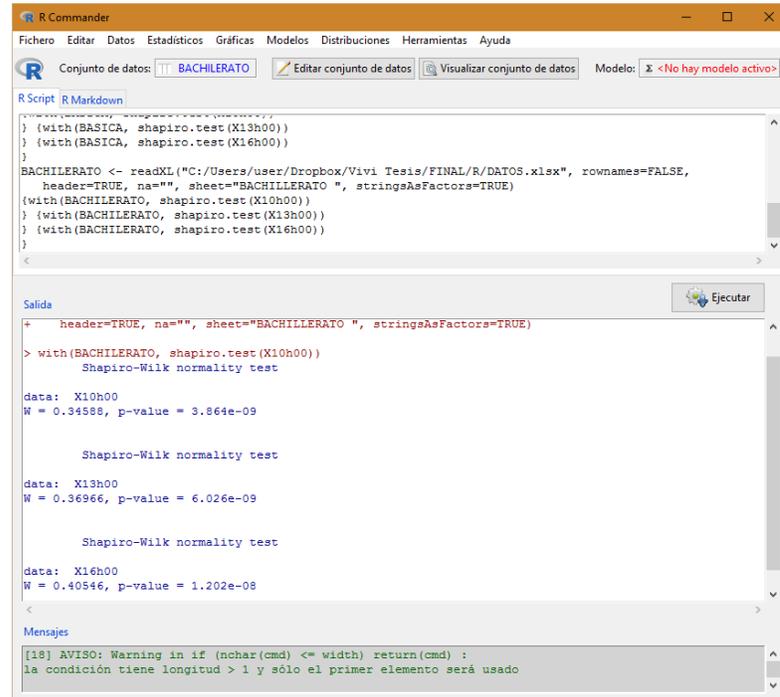
```
[33] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura34. Visualización de resultados- Instrucción básica.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el nivel de instrucción escolar
(Bachillerato)



```
R Commander
Fichero Editar Datos Estadísticos Gráficas Modelos Distribuciones Herramientas Ayuda
Conjunto de datos: BACHILERATO Editar conjunto de datos Visualizar conjunto de datos Modelo: <No hay modelo activo>
R Script R Markdown
} {with(BASICA, shapiro.test(X13h00))
} {with(BASICA, shapiro.test(X16h00))
}
BACHILERATO <- readXL("C:/Users/user/Dropbox/Vivi Tesis/FINAL/R/DATOS.xlsx", rownames=FALSE,
header=TRUE, na="", sheet="BACHILERATO ", stringsAsFactors=TRUE)
} {with(BACHILERATO, shapiro.test(X10h00))
} {with(BACHILERATO, shapiro.test(X13h00))
} {with(BACHILERATO, shapiro.test(X16h00))
}
Salida
header=TRUE, na="", sheet="BACHILERATO ", stringsAsFactors=TRUE)
> with(BACHILERATO, shapiro.test(X10h00))
Shapiro-Wilk normality test

data: X10h00
W = 0.34588, p-value = 3.864e-09

Shapiro-Wilk normality test

data: X13h00
W = 0.36966, p-value = 6.026e-09

Shapiro-Wilk normality test

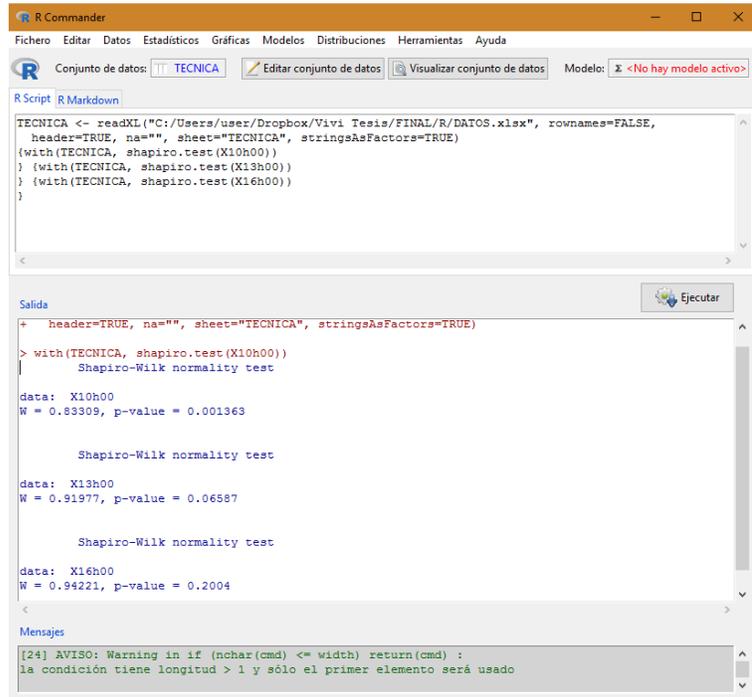
data: X16h00
W = 0.40546, p-value = 1.202e-08
Mensajes
[18] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura35. Visualización de resultados- Instrucción secundaria.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

- Determinación de Normalidad de conjunto de datos según el nivel de instrucción escolar
(Técnica)



```
TECNICA <- readXL("C:/Users/user/Dropbox/Vivi Tesis/FINAL/R/DATOS.xlsx", rownames=FALSE,
header=TRUE, na="", sheet="TECNICA", stringsAsFactors=TRUE)
} with(TECNICA, shapiro.test(X10h00))
} with(TECNICA, shapiro.test(X13h00))
} with(TECNICA, shapiro.test(X16h00))
}
```

```
+ header=TRUE, na="", sheet="TECNICA", stringsAsFactors=TRUE)
> with(TECNICA, shapiro.test(X10h00))
Shapiro-Wilk normality test
data: X10h00
W = 0.83309, p-value = 0.001363
Shapiro-Wilk normality test
data: X13h00
W = 0.91977, p-value = 0.06587
Shapiro-Wilk normality test
data: X16h00
W = 0.94221, p-value = 0.2004
```

```
[24] AVISO: Warning in if (nchar(cmd) <= width) return(cmd) :
la condición tiene longitud > 1 y sólo el primer elemento será usado
```

Figura36. Visualización de resultados- Instrucción técnica.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Fuente: R-project

8.4. Anexo 4: Determinación de media aritmética de conjunto de datos

Tabla 8 Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Datos generales

DÍA	HORA DE VUELO DE VANT		
	10h00	13h00	16h00
1	10%	30%	39%
2	18%	30%	39%
3	16%	32%	36%
4	23%	28%	37%
5	15%	31%	41%
6	13%	29%	38%
7	13%	32%	47%
8	14%	20%	43%
9	17%	31%	40%
10	19%	33%	40%
11	13%	31%	44%
12	17%	31%	44%
13	17%	35%	39%
14	17%	33%	38%
15	16%	33%	40%
16	15%	34%	44%
17	16%	33%	37%
18	17%	29%	38%
19	20%	30%	40%
20	15%	34%	37%
21	17%	33%	39%
22	17%	33%	41%
MEDIA ARITMETICA	16%	31%	40%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 9. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo- Maestros

Mayores

	RESUMEN MAESTROS MAYORES			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	4%	24%	36%
DIA 2	0%	17%	33%	38%
DIA 3	0%	8%	33%	42%
DIA 4	0%	19%	19%	34%
DIA 5	0%	17%	25%	42%
DIA 6	0%	13%	21%	38%
DIA 7	0%	8%	31%	46%
DIA 8	0%	15%	35%	38%
DIA 9	0%	20%	40%	32%
DIA 10	0%	20%	33%	37%
DIA 11	0%	18%	27%	39%
DIA 12	0%	13%	33%	43%
DIA 13	0%	15%	52%	37%
DIA 14	0%	20%	33%	37%
DIA 15	0%	12%	30%	39%
DIA 16	0%	6%	31%	47%
DIA 17	0%	15%	37%	33%
DIA 18	0%	14%	25%	36%
DIA 19	0%	21%	21%	36%
DIA 20	0%	16%	29%	39%
DIA 21	0%	19%	30%	30%
DIA 22	0%	25%	21%	32%
MEDIA	0%	15%	30%	38%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 10. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo-
Operadores

	RESUMEN OPERADORES			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	7%	23%	30%
DIA 2	0%	14%	22%	36%
DIA 3	0%	16%	28%	28%
DIA 4	0%	15%	32%	32%
DIA 5	0%	8%	32%	38%
DIA 6	0%	11%	27%	32%
DIA 7	0%	7%	27%	33%
DIA 8	0%	14%	24%	38%
DIA 9	0%	10%	23%	39%
DIA 10	0%	16%	31%	38%
DIA 11	0%	12%	30%	42%
DIA 12	0%	19%	22%	34%
DIA 13	0%	16%	16%	35%
DIA 14	0%	15%	27%	27%
DIA 15	0%	12%	30%	39%
DIA 16	0%	12%	29%	35%
DIA 17	0%	16%	22%	38%
DIA 18	0%	9%	22%	34%
DIA 19	0%	15%	30%	33%
DIA 20	0%	12%	30%	33%
DIA 21	0%	13%	25%	38%
DIA 22	0%	6%	28%	34%
MEDIA	0%	12%	26%	35%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 11. *Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo-
Albañiles*

	RESUMEN ALBAÑILES			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	13%	43%	43%
DIA 2	0%	24%	40%	28%
DIA 3	0%	29%	24%	33%
DIA 4	0%	25%	29%	39%
DIA 5	0%	9%	27%	45%
DIA 6	0%	18%	32%	41%
DIA 7	0%	17%	30%	57%
DIA 8	0%	13%	26%	43%
DIA 9	0%	25%	21%	43%
DIA 10	0%	18%	29%	43%
DIA 11	0%	18%	32%	39%
DIA 12	0%	13%	34%	43%
DIA 13	0%	14%	39%	39%
DIA 14	0%	18%	36%	43%
DIA 15	0%	14%	43%	39%
DIA 16	0%	18%	39%	46%
DIA 17	0%	18%	36%	32%
DIA 18	0%	21%	36%	39%
DIA 19	0%	21%	32%	46%
DIA 20	0%	11%	36%	39%
DIA 21	0%	21%	39%	46%
DIA 22	0%	21%	39%	43%
MEDIA	0%	18%	34%	41%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 12. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Cargo-

Peones

	RESUMEN PEONES			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	19%	33%	52%
DIA 2	0%	19%	29%	57%
DIA 3	0%	14%	43%	43%
DIA 4	0%	35%	35%	42%
DIA 5	0%	30%	39%	39%
DIA 6	0%	14%	38%	48%
DIA 7	0%	24%	43%	57%
DIA 8	0%	14%	38%	57%
DIA 9	0%	15%	41%	44%
DIA 10	0%	23%	38%	42%
DIA 11	0%	4%	33%	56%
DIA 12	0%	23%	31%	58%
DIA 13	0%	25%	38%	46%
DIA 14	0%	17%	38%	50%
DIA 15	0%	26%	30%	44%
DIA 16	0%	29%	38%	50%
DIA 17	0%	17%	42%	46%
DIA 18	0%	25%	38%	46%
DIA 19	0%	22%	37%	44%
DIA 20	0%	21%	42%	38%
DIA 21	0%	12%	22%	26%
DIA 22	0%	16%	44%	56%
MEDIA	0%	20%	37%	47%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 13. *Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción escolar- Básica*

	RESUMEN BASICA			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	9%	30%	39%
DIA 2	0%	17%	29%	40%
DIA 3	0%	18%	33%	36%
DIA 4	0%	21%	29%	38%
DIA 5	0%	16%	33%	42%
DIA 6	0%	14%	30%	40%
DIA 7	0%	12%	31%	47%
DIA 8	0%	14%	27%	41%
DIA 9	0%	16%	30%	39%
DIA 10	0%	19%	33%	39%
DIA 11	0%	12%	30%	43%
DIA 12	0%	17%	32%	47%
DIA 13	0%	17%	33%	37%
DIA 14	0%	18%	32%	39%
DIA 15	0%	16%	31%	42%
DIA 16	0%	17%	34%	46%
DIA 17	0%	15%	34%	36%
DIA 18	0%	17%	29%	39%
DIA 19	0%	20%	28%	40%
DIA 20	0%	15%	36%	40%
DIA 21	0%	14%	33%	38%
DIA 22	0%	16%	33%	41%
MEDIA	0%	16%	31%	40%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 14. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción escolar- Bachillerato

	RESUMEN BACHILLERATO			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	4%	9%	10%
DIA 2	0%	5%	10%	10%
DIA 3	0%	49%	50%	50%
DIA 4	0%	7%	7%	9%
DIA 5	0%	3%	8%	8%
DIA 6	0%	3%	8%	9%
DIA 7	0%	4%	9%	13%
DIA 8	0%	4%	12%	14%
DIA 9	0%	6%	9%	12%
DIA 10	0%	5%	9%	11%
DIA 11	0%	4%	10%	13%
DIA 12	0%	5%	6%	9%
DIA 13	0%	6%	11%	13%
DIA 14	0%	4%	10%	9%
DIA 15	0%	5%	12%	11%
DIA 16	0%	3%	9%	9%
DIA 17	0%	6%	8%	10%
DIA 18	0%	5%	8%	10%
DIA 19	0%	7%	10%	11%
DIA 20	0%	3%	7%	7%
DIA 21	0%	8%	9%	11%
DIA 22	0%	5%	9%	12%
MEDIA	0%	7%	11%	12%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

Tabla 15. Cálculo de media aritmética según la hora de vuelo del VANT- Por Instrucción escolar- Universitario

	RESUMEN UNIVERSITARIOS			
	7:00	10:00	13:00	16:00
DIA 1	0%	33%	67%	67%
DIA 2	0%	33%	33%	0%
DIA 3	0%	33%	33%	33%
DIA 4	0%	40%	40%	20%
DIA 5	0%	0%	33%	67%
DIA 6	0%	0%	0%	67%
DIA 7	0%	33%	33%	33%
DIA 8	0%	0%	33%	67%
DIA 9	0%	25%	25%	50%
DIA 10	0%	25%	25%	25%
DIA 11	0%	33%	0%	33%
DIA 12	0%	20%	60%	40%
DIA 13	0%	0%	50%	50%
DIA 14	0%	25%	25%	50%
DIA 15	0%	0%	33%	33%
DIA 16	0%	20%	40%	60%
DIA 17	0%	25%	0%	50%
DIA 18	0%	25%	25%	25%
DIA 19	0%	0%	33%	33%
DIA 20	0%	20%	20%	40%
DIA 21	0%	25%	25%	50%
DIA 22	0%	25%	50%	25%
MEDIA	0%	20%	31%	42%

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

8.5. Anexo 5: Tabla Resumen de uso de EPP utilizado en 22 días

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
CHECK LIST DE USO DE EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL - DATOS VANT					
RESUMEN DE DATOS DE USO DE EPP EN LOS 22 DIAS					
Códigos según el cargo	Maestro Mayor	M	Operador	O	
	Albañil	A	Peón	P	

CÓDIGO CARGO	CABEZA			TRONCO	EXTREMINADES	
	Casco	Mascarilla	Orejas	Chaleco	Guantes latex	Guantes Goma
M1	56	14	24	78	0	69
M2	62	2	47	78	0	68
M3	68	0	4	85	78	3
M4	66	51	14	76	0	67
M5	67	10	20	83	52	23
M6	58	0	19	77	2	62
M7	64	12	33	76	0	68
M8	67	3	12	84	0	59
O1	68	41	41	84	0	78
O2	77	45	18	83	0	80
O3	71	37	15	80	0	68
O4	76	13	17	81	0	76
O5	75	48	21	85	0	76
O6	75	50	14	84	0	74
O7	70	36	29	84	0	79
O8	66	41	34	79	0	72
A1	67	9	31	80	0	64
A2	68	0	20	79	0	64
A3	71	19	41	72	18	49
A4	67	29	37	77	0	70
A5	70	0	44	78	15	56
A6	66	0	9	78	0	72
A7	59	12	41	74	18	48
P1	55	8	13	79	2	59
P2	55	12	39	73	0	64
P3	66	0	3	78	3	57
P4	67	5	4	74	66	7
P5	63	0	0	80	66	3
P6	50	0	44	71	0	52
P7	53	0	48	75	0	59
SUMA EPP UTILIZADOS	1963	497	736	2365	320	1746
EPP MINIMO	2.640	736	1.120	2.640	388	2.252
% USO	74,36%	67,53%	65,71%	89,58%	82,47%	77,53%

8.6. Anexo 6: Matriz de uso de equipos de seguridad industrial adaptada.



		MATRIZ DE USO DE EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL						
		CABEZA				TRONCO	EXTREMINADES	
		Casco	Gafas	Mascarilla	Orejas	Chaleco	Guantes Latex	Guantes Goma
								
Código de Actividad	Rubro/Actividad							
	MUROS VEREDAS Y BORDILLOS							
Act 1	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano							
Act 2	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera							
Act 3	Sobreacarreo de materiales para desalojo, Distancia > 6 Km							
Act 4	Relleno compactado con material de sitio en zanjas							
Act 5	Colocación de tubería PVC para ducto telefónico, d = 110 mm							
Act 6	Replantillo de piedra e = 15 cm							
Act 7	Mampostería de ladrillo ancho 15 cm con mortero 1:3							
Act 8	Colocación de tapa de H A de 1.05x1.05x0.08m							
Act 9	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm							
Act 10	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar							

Figura37. Matriz de uso de equipos de seguridad industrial adaptada.

Elaborado por: Llanga P. Viviana A

8.8. Anexo 8: Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL ENCUESTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL			
Código del Encuestado: _____			
Edad: _____			
1. ¿Cuál de los siguientes niveles de educación alcanzó?			
Básica	<input type="checkbox"/>	Bachillerato	<input type="checkbox"/>
Universitaria	<input type="checkbox"/>	Otros	_____
2. ¿De los siguientes objetos de protección cuáles utiliza durante su jornada laboral?			
Casco	<input type="checkbox"/>	Orejas	<input type="checkbox"/>
Gafas	<input type="checkbox"/>	Chaleco	<input type="checkbox"/>
Mascarilla	<input type="checkbox"/>	Arnes	<input type="checkbox"/>
Faja elástica lumbar	<input type="checkbox"/>	Guantes de latex	<input type="checkbox"/>
		Guantes de goma	<input type="checkbox"/>
3. ¿De los objetos mencionados, cuales preferiría no usar y por qué?			

4. ¿Durante la ejecución del proyecto, alguna vez ha sufrido un accidente laboral?			
	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
¿Qué accidente tuvo y cuál fue la causa que lo generó?			

Figura39. Encuesta para levantamiento de información personal por trabajador

Elaborado por: Llanga P. Viviana A.

8.9. Anexo 9: Fotografías del desuso de equipos de seguridad industrial

FOTOGRAFÍAS DEL DESUSO DE EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL





Figura40. Fotografías obtenidas por el dron
Elaborado por: Llanga P. Viviana A.