



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS DE LOS SISTEMAS DE DIALOGO HOMBRE-MAQUINA EN LOS EQUIPOS Y PROCESOS EN LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS, UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Giancarlo Junior Briones Alfaro

Asesor:

Mg. Manuel Jerjes Loayza Javier

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

A mi familia

Porque gracias a su amor, apoyo, y mucha comprensión puedo vencer paso a paso las dificultades que se me presentan en este largo camino que está ya en su etapa final no dejándome desmayar para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Le doy las gracias a mis hijos porque en este camino universitario tuve en ocasiones que sacrificar momentos que tal vez no se vuelvan a repetir y que eran de ellos, gracias a mi esposa que es un gran apoyo y excelente complemento para lograr el resultado que obtendré.

Gracias finalmente a mis padres ya que ellos me dieron las primeras herramientas en mi vida profesional, para todos ellos va este logro.

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 6 |
| RESUMEN..... | 7 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 13 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 16 |
| CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES | 21 |
| REFERENCIAS | 23 |
| ANEXOS..... | 24 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N°1: resumen de análisis de datos, instrumentos de recolección y técnicas... | 14 |
| Tabla N°2: Encofrado de placa | 18 |
| Tabla N°3: Artículos leídos en la realización del contenido..... | 19 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N°1: Gruas torre..... | 8 |
| Figura N°2: Sistema electrónico hombre-maquina Visu..... | 10 |
| Figura N°3: Partes de Grua torre..... | 12 |
| Figura N°4: Parametros de visualización..... | 21 |
| Figura N°5 Esquema de cableado sistema hombre-maquina..... | 22 |

RESUMEN

En la presente investigación se refiere a mostrar la importancia y ventajas, que se podría obtener al implementar el sistema de dialogo hombre-maquina dentro del sistema operativo de la grua torre cuya introducción al mercado laboral refuerzan los mecanismos y casos de la transferencia tecnológica.

En las obras de ingeniería de gran envergadura son necesarios equipos de mayor tamaño y complejidad encontrándose entre todas ellas la grua torre que se vuelve un elemento indispensable a utilizar pues nos permite izar y trasladar grandes pesos a elevadas alturas.

Debido también a la automatización de la mayoría de los procesos constructivos, las gruas torre se ve necesario evolucionar y hacer de sus movimientos mas precisos con tiempos mucho menores con la implementación del sistema en mención ofreciendo con esto una geometría de movimiento que es en lo particular muy beneficioso para la construcción de edificios, haciendo que los procesos constructivos sean mas rapidos, fáciles, seguros, de mayor calidad y menor costo, mejorándose significativamente la productividad.

Finalmente se demuestra en la presente tesis que con la implementación del sistema hombre-maquina aplicado a trabajos de gruas torre, ayudara a la existencia de un ahorro considerable en el costo HM (hora-maquina) por m² para el vaciado de una loza de concreto, siendo la grua torre mas rentable que utilizar la bomba de concreto o winche habiendo un ahorro del 62 y 61 % respectivamente, de igual manera hay un ahorro en costo HH (hora-

hombre) por m² habiendo un ahorro en costo de 6 y 85 %, en comparación si se utilizaría mano de obra con la bomba y winche respectivamente.

PALABRAS CLAVES: no contiene.

Gruas torre



Figura N°1

Fuente: Ibergruas Peru

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis consiste en la implementación de un sistema de comunicación hombre- máquina el cual tiene por función comunicar al operador de grúa la altura que tiene el gancho con respecto al suelo, la distancia del carrito en la flecha, el peso de la carga a levantar, la inclinación de la torre, así como la medida del viento todo esto visualizado en una pantalla ubicado en la cabina de la grúa torre. En nuestro país en la actualidad en los diferentes sectores de construcción, energía, minería, pesquería y petroleras se vienen utilizando cada vez más las grúas torre ya que cumplen una diversidad de trabajos en un tiempo corto aminorando también el esfuerzo y la mano de obra así como la facilidad de instalarlas en puntos donde no se creía que pudieran trabajar. Debido al incremento en el uso de estas máquinas también se ve la necesidad de implementar un sistema electrónico de dialogo hombre-máquina en cabina por seguridad y yendo de la mano con el aminoramiento de los tiempos en maniobra. La falta de implementación de un sistema como el que se plantea ocasiona en las distintas obras la dependencia en su totalidad de las maniobras por parte de sus riggers (a nivel inferior) donde existe la posibilidad de que ocurra accidentes con pérdidas humanas y materiales por no llegar y/o perderse la información entre el rigger y operador de la grúa. Finalmente con este sistema se consigue tener una mejor precisión en las maniobras haciéndolas más seguras así como también ayudara a disminuir los tiempos de maniobras colaborando con la rapidez en la producción y/o ejecución de las obras.

Figura 1. SISTEMA ELECTRONICO HOMBRE-MAQUINA VISU



Figura N°2

Fuente: Potain

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál serían los factores a tomar en cuenta para la propuesta de implementación de un sistema de dialogo hombre-máquina en la cabina de la grúa torre?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Ayudara la implementación de este sistema en la disminución del termino de obra?
- ¿Se puede reducir el tiempo de ejecucion de las maniobras con la instalación de este sistema en la grua torre?
- ¿Se podrá reducir los accidentes en las maniobras con la implementación de este sistema?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

La presente propuesta de implementación se justifica ante la necesidad de hacer conocer que existen nuevas herramientas tecnológicas las cuales serán aplicadas de manera correcta para realizar maniobras más seguras así como aumentar la productividad del día a día.

1.3.2 Justificación practica

La idea se justifica en cuestión del impacto que tendrá en la rentabilidad de la empresa constructora al materializar la implementación del sistema.

1.3.3 Justificación académica

La importancia de lograr la materialización de este trabajo es debido a que hoy en día las empresas realizan sus procesos llevándose de la mano la productividad y seguridad, siendo muy importante las capacitaciones en tecnologías de vanguardia para implementarlas en las maquinas.

1.4 Limitaciones

La limitación más relevante fue el tiempo, ya que por el cargo y las funciones que demandan de él limitaban el tiempo para la búsqueda y recolección de información, las cuales se pudieron superar quedándose fuera del horario de trabajo.

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo General

Formular la propuesta de implementación de un sistema de dialogo hombre-máquina en la cabina de grúa torre para poder realizar maniobras más seguras y aumentar los tiempos de productividad.

Partes de Grúa torre

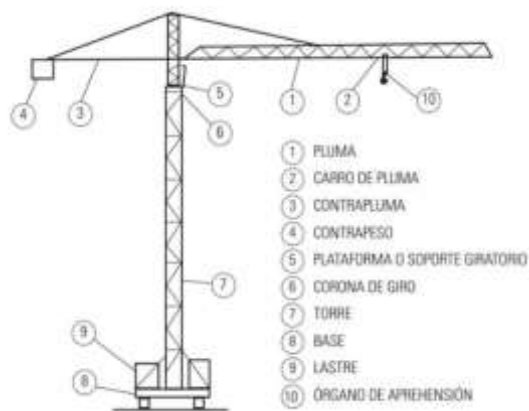


Figura N°3

Fuente: Victor yopez (blog)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

1.1 VARIABLES

- Variable 1
Seguridad en las maniobras
- Variable 2
Tiempos menores de ejecución

La fuente de información para la elaboración del proyecto de tesis de sistema de dialogo electrónico hombres-maquina son revistas, manuales y pagina web de costruttore potain S.A., tesis y capítulos de libros los cuales me ayudan con la investigación de este proyecto.

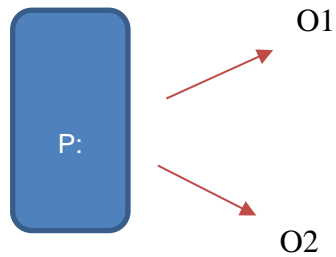
1.2 TIPO DE INVESTIGACION

El presente trabajo de implementación es un tipo de investigación mixta, ya que la etapa cualitativa se manejara mediante entrevistas a operadores de grúa torre para obtener información del grado de inseguridad que tienen al maniobrar una grúa sin un panel de dialogo hombre-máquina (sistema electrónico).

Y la etapa cuantitativa a través de mediciones de tiempo en cada maniobra.

En ambas etapas será necesario estar presente en obra.

El trabajo actual es una investigación de tipo no experimental, descriptivo propositivo.



Donde:

P: grúa torre

O1: seguridad

O2: menor tiempo

1.3 Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

La población viene dada por todas las maquinarias de grúas torre.

1.4 Tabla Resumen de Análisis de datos, Instrumentos de recolección y Técnicas.

Se utilizaron las siguientes:

RESUMEN

| Unidad de Análisis | Tipo de instrumento | Técnica usada | Variable |
|-------------------------------|-----------------------|---------------|-----------|
| J. Operaciones/ S. Operadores | Formato de entrevista | Entrevista | Seguridad |
| Operaciones | Formato de preguntas | Encuesta | Seguridad |

| | | | |
|----------------|---|------------------------|-----------|
| J. Soma | Ficha de ocurrencias/ Reporte de accidente | Análisis documental | Seguridad |
| J. Operaciones | Horas trabajadas/ producidas | Análisis documental | Tiempo |

Tabla N°1

Fuente: propia

En el análisis de datos se procede de la siguiente manera:

- Utilizando la técnica de la entrevista se recaban datos informativos sobre los procesos de operación de las grúas, esta información se obtiene a través de una guía de entrevista donde se generan preguntas específicas las cuales son contestadas por los jefes de operaciones y operadores que nos permite abordar la variable de seguridad.
- Mediante la encuesta y aplicando el formato de preguntas a los operadores de grúa se obtiene la base y estructura para la implementación del sistema.
- Aplicando la técnica del análisis documental y utilizando como instrumento las fichas de ocurrencias y/ o reportes de accidentes nos permite realizar una tabla estadística en referencia a la seguridad de las maniobras.
- Utilizando la técnica del análisis documental del formato de horas producidas/ trabajadas por la grúa, nos permiten elaborar los cuadros estadísticos permitiéndonos medir los tiempos de paralización no producidos por la grúa.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Las fuentes recolectadas de las bases de datos y del buscador arrojaron un total de 18 fuentes de información poniendo como tiempo de intervalo que va desde el 2013 al 2019. Así luego de pasar por un filtro se separaron y eliminaron las copias quedando solo un valor total de 6 fuentes que nos ayudaran a presentar los resultados.

1.1 Aspecto de seguridad

Entre las fuentes encontradas se seleccionaron 2 que nos detallan cada una el tipo de elemento referente al sistema de dialogo hombre maquina o visu el cual se pretende implementar en la grúa torre para hacer de sus maniobras las más seguras.

Manitowoc crane care. (2015) sostiene que con este equipo instalado desde el puesto de mando, los indicadores permiten conocer por simple lectura, todos los parámetros referente a la posición del gancho, (altura, alcance), y las solicitudes de la maquina (carga, momento) así como las informaciones sobre el aparejo y la velocidad del viento. También es posible con la opción DIALOG EASY, visualizar los datos del mantenimiento preventivo.

Por su parte en su página web, Liebheer.es./2019/02 manifiesta que para realizar un trabajo el gruista debe conocer en todo momento los parámetros operativos de la grúa, el sistema hombre-máquina le ayuda en este sentido, proporcionándole una visión de conjunto incluso en condiciones difíciles. Además, la máscara personalizable proporciona información precisa de importancia en situaciones especiales.

Por tanto la pantalla es un importante elemento auxiliar para cualquier gruista que quiera trabajar de forma totalmente segura.

Ampuero, H. (2018) sostiene que para la certificación de la grúa torre en sentido de seguridad están cubiertas en la norma ASME B30.4, la cual es una norma americana diseñada por la sociedad americana de ingenieros para diferentes equipos. El objetivo de la normas es prevenir o minimizar las lesiones a los trabajadores y por lo demás proteger la vida, la integridad física y la propiedad mediante la prescripción de requisitos de seguridad.

Entonces podemos afirmar que ambas marcas reconocidas en el rubro de las gruas torres mediante sus manuales y sitio web nos manifiestan que están de acuerdo en hacer cada vez más seguras los trabajos con gruas torre a través del sistema electrónico hombre-máquina, y que además se tienen que certificar para confirmar que todos los elementos de seguridad estén completamente operativos tal como nos dice el ingeniero AMPUERO.

1.2 Aspecto de tiempos

Dentro de las fuentes recogidas se hallaron 3 que nos hablan sobre los tiempos que nos permiten reducir y aumentar la productividad lo cual sería solo con la implementación del sistema hombre-máquina para los trabajos de las gruas.

Contreras, D. (2013) tomo los siguientes valores promedio de la toma de datos en campo y además manifestó que cada grúa torre tiene características o configuraciones distintas, tales como: altura, radio de giro, longitud de la pluma y contra pluma, clase de grúa torre, habilidad y experiencia del operador de la grúa torre y los riggers.

Tomo datos a 20 m de altura abajo gancho y 42 m de radio de giro, con base empotrada.

Los cálculos de productividad corresponde al ciclo de actividad de cada proceso en condiciones normales, desde el amarre o el enganche del objeto a trasladar, hasta el desenganche en el lugar a colocar.

Encofrado de placa (2.6m x 3.3m)

| Descripción | Tiempo (seg) |
|----------------------------|-----------------|
| Enganche | 250 |
| Elevación de carga | 25 |
| Desplazamiento de carro | 120 |
| Giro de la pluma | 50 |
| Descenso de carga | 20 |
| Colocación de carga | 380 |
| Desenganche | 120 |
| Total | 965 |
| Tiempo del ciclo | 16.08 |
| Tiempo del ciclo | 0.27 |

| | |
|--|-------|
| Área de encofrado (m ²) | 8.58 |
| Productividad (m ² /hm) | 32.01 |

Tabla N°2

Fuente: JE

Con la implementación del dialogo hombre-máquina el tiempo total seria: 920 seg.

Igualmente comparten: Digamma, (2019). Equipos, maquinarias. (Especial sección). Perú construye, 53, 73-75. y <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/03/> que con la implementación del sistema dialogo hombre-máquina disminuiría aún más los tiempos que se toman por cada maniobra que realiza el operador o gruista siendo este un factor positivo e importante para la realización de las obras de construcción.

Artículos leídos en la realización del contenido

| Fuente | Diseño metodológico | País | Resumen |
|---------------------------------|---------------------|----------|---------------------------------|
| Monitowoc crane care. (2015) | Revisión | EEUU | Sistema visu para grúa torre. |
| Digamma. (2019) | Revisión | Perú | Disminución de tiempos con grúa |
| Victoryepes.blog.upv.es/2015/03 | Descriptivo | España | Clases de grúas y rapidez. |
| Liebheer.es./2019/02 | Descriptivo | Alemania | Interfaz hombre máquina. |

| | | | |
|----------------------|-------------|------|-----------------------------------|
| Contreras, D. (2013) | Revisión | Perú | análisis de grúas torre. |
| Ampuero, H. (2018) | Descriptivo | Perú | Certificacion de gruas para izaje |

Tabla N°3

Fuente: propia

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Después del estudio realizado para la elaboración de esta tesis se tienen las siguientes conclusiones respecto a la implementación del sistema de dialogo hombre-máquina en grúas torre:

1- Según los datos tomados en campo, en las diversas tareas, se tiene que el tiempo en la realización de las maniobras disminuiría y la productividad aumentaría aún más con la implementación del sistema lo cual también significaría que a mayor capacidad de carga de la grúa, será mayor la rapidez de ejecución y por ende también habrá mayor ahorro en costos para la obra.

2- Una grúa torre con el sistema hombre-máquina nos facilitaría los procesos constructivos, disminuyendo los tiempos no productivos y tiempos muertos, disminuyendo también el riesgo de causar o sufrir accidentes debido a la precisión dada por el sistema para las maniobras de la grúa.

Parámetros de visualizacion



Figura N°4

Esquema eléctrico de adaptación en la grúa torre

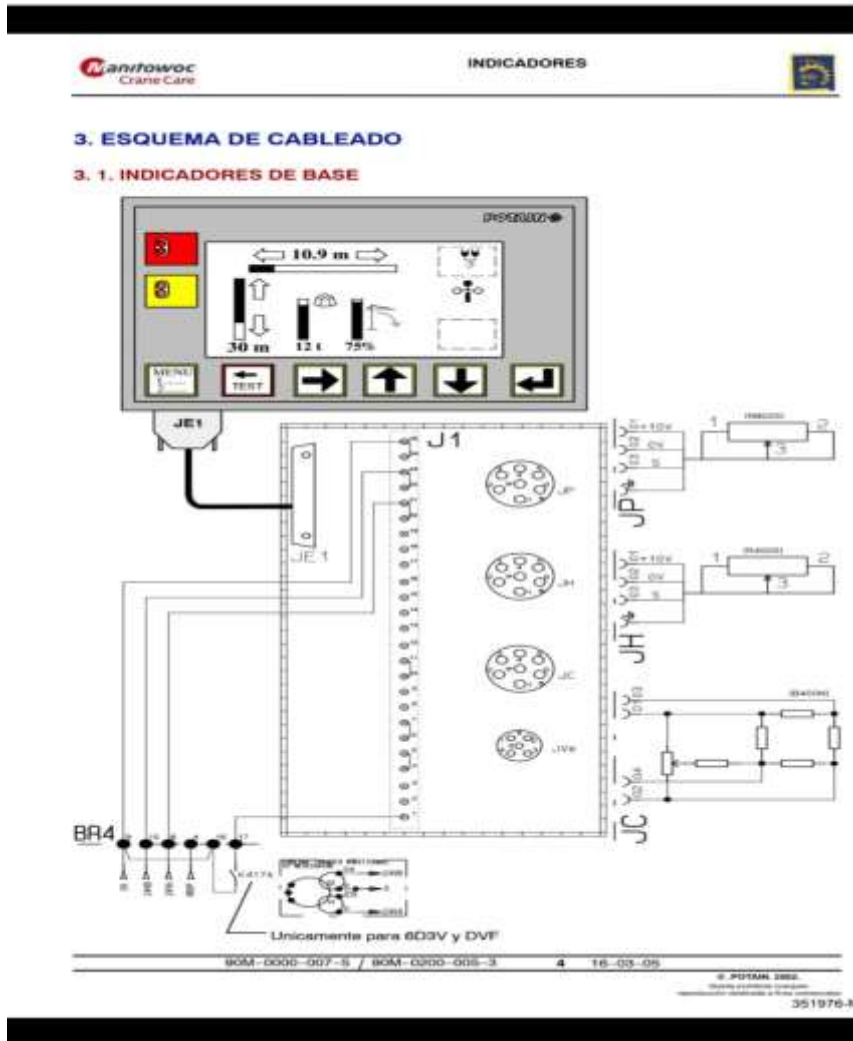


Figura N°5

Fuente: Potain

REFERENCIAS

- 1.- Ampuero Huamani, H. R. (2018). Mejorar la eficiencia del proceso de certificación de equipos de izaje en la empresa SGS del Peru s.a.c. Tesis inédita. Título de Ingeniero Mecánico, UTP, Lima, Peru.
- 2.- Contreras Cuya, D. M. (2013). Grúa Torre: un ascensor de obra. Tesis inédita. Título de Ingeniero Civil. UNI, Lima, Peru.
- 3.- Cype. (2019). Gruas Torre. Peru construye, volumen (53), 72-77.
- 4.- Liebherr. (2019, 6 de julio). La Interfaz Hombre-Maquina. Obtenido de: <https://www.liebherr.com/es/int/productos/m%C3%A1quinas-de-construcci%C3%B3n/gr%C3%AAs-torre/tower-crane-litronic/tower-crane-litronic.html>
- 5.- Potain. (2015). Manual de Grúa torre. Clayette, Francia. Potain.
- 6.- Yopez, V. (enero del 2015). Seguridad en las gruas torre. (blog). Recuperado de: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/03/>

ANEXOS

Anexo I

Formato de horas trabajadas/ producidas por la grua

ibergruas grupo
Perú

FECHA: _____
TURNO DIA: _____ DE _____ A _____

MAQUINARIA Y EQUIPO
INFORME DE OPERACION DE EQUIPO Nº 002801

MÁQUINA: _____ CÓDIGO: _____
OPERADOR: _____ OBRA: _____
SUB-CONTRATISTA: _____

HOROMETRO INICIO JORNADA: _____ FIN: _____ TERMINO: _____ HRS. CP: _____

| CONSUMO | SI | INSPECCION VISUAL | SI | NO | SI | NO | OBSERVACIONES |
|--|-------|----------------------------|----|----|----|----|---------------|
| LANTAS INTEL | | | | | | | |
| WEL WELT P | | | | | | | |
| GRUAS | | | | | | | |
| PUESTA TORRE | | | | | | | |
| STRUKTOR 1250L | | | | | | | |
| GRUAS | | | | | | | |
| CABLE SUFRON | | | | | | | |
| INFRAESTRUCTURA | | | | | | | |
| DESDE | HACIA | HORAS DE TRABAJO EJECUTADO | | | | | TOTAL HORAS |
| HORAS | HORAS | | | | | | |
| HORAS TRABAJADAS (ESPECIFICAR LABORES) | | | | | | | |
| HORAS DE DISPONIBILIDAD (SIN FRENTE DE TRABAJO) | | | | | | | |
| HORAS EN REPARACION (ESPECIFICAR TRABAJOS DE REPARACION) | | | | | | | |
| HORAS EN MANTENIMIENTO (ESPECIFICAR TRABAJOS EN MANTENIMIENTO) | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | |

JEFE DE OBRA: _____ DPTO. MAG. Y EQUIPO: _____ CAPATAZ: _____ OPERADOR: _____

Calle Elias Aguirre 126 Ofc. 803 Urb. Cercado de Miraflores Lima - Lima - Miraflores Telef: 51.1.421.531
www.ibergruas.com.pe

Anexo II

Formato de reporte de incidente/ accidente

| EETAC | | | REPORTE DEL INCIDENTE / ACCIDENTE | | |
|---|--|-------------|-----------------------------------|---------------|--|
| CÓDIGO | | REVISIÓN N° | PÁGINA | | |
| SUSP H-03 | | 03 | 1 de 1 | | |
| PARA | | | Área: | | |
| FECHA | | | | | |
| DATOS DEL TRABAJADOR | | | | | |
| Apellidos y Nombre: | | | Edad: | | |
| DNI N°: | | | Turno (D/T/N): | | |
| Fecha de Nacimiento: | | | Tiempo de expe. en el puesto: | | |
| Puesto de trabajo: | | | Cargo: | | |
| Área: | | | Obra: | | |
| Cliente: | | | Hora del evento: | | |
| Fecha del Evento: | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS | | | | | |
| Describe el trabajo, errores y quienes participaron en el trabajo | | | | | |
| ¿Qué actividad estuvo realizando? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Describe los daños ocasionados y parte afectada. | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿A quién reportó? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿Quiénes estuvieron destinados a realizar la actividad? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿Cuál cree que fue la causa que originó el incidente/accidente? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿Cuáles fueron las acciones inmediatas que realizó para que no vuelva a suceder el incidente/accidente? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ¿Cuáles son sus recomendaciones para que no vuelva a suceder el incidente/accidente? | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Firma del Trabajador | | | | VºBº JEFE SST | |
| Nota: Este formato lo llenara el accidentado y testigos. Incluye daños materiales, a la persona, equipos, proceso, etc. | | | | | |