



**TRABAJO FINAL
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA DE SISTEMAS EXPERTOS**

**SISTEMA EXPERTO EN
ANÁLISIS DE ACCIDENTES
ADA**

Autor: Ing. José Luis del Río

Directora: M. Ing. Bibiana Rossi

2004

PRÓLOGO

La seguridad industrial es uno de los pilares que sustentan el desarrollo exitoso de las actividades productivas de las empresas de “Clase Mundial”.

Esta disciplina crea la necesidad de metodologías y herramientas que permitan detectar y evitar en forma anticipada la causa raíz de un accidente.

En este trabajo de especialidad se desarrolla una herramienta basada en las necesidades de una compañía multinacional que se ha fijado como objetivo reducir el índice de accidentes a CERO.

Para ello basa su estrategia en dos herramientas:

- 1) Inspecciones de Seguridad (como medida preventiva)
- 2) Análisis de accidentes (como medida correctiva)

Las Inspecciones son cubiertas sin problema pero los “Análisis de accidentes” no tienen la calidad ni efectividad necesarios para satisfacer los objetivos.

Los directivos estiman que la brecha entre las metas propuestas y los recursos humanos necesarios para alcanzarlas es muy grande., debido a que la empresa a pasado por una reestructuración muy fuerte para mantener sus costos competitivos.

Las sucesivas reducciones del personal de Seguridad Industrial hizo necesario delegar el análisis de accidente a personal sin la experiencia ni conocimientos necesarios.

Por ello se pensó en automatizar esta tarea mediante un Sistema Experto.

A continuación se detallan los pasos necesarios para el desarrollo de un prototipo a probar en una de las plantas del grupo para luego ser replicado en el resto de la unidades de producción de la empresa.

ABSTRACT

The industrial security is one of the pillars that sustain the successful development of the productive activities of the companies of "World-wide Class". This discipline creates the necessity of methodologies and tools that allow to detect and to avoid in anticipated form the root cause of an accident. This work develops a tool based on the necessities of a multinational company that it has paid attention like objective to reduce the index of accidents to ZERO.

In order to obtain it includes it in his strategy of Industrial Security two tools:

- 1) Inspection of Security (preventive action)
- 2) Analysis of accidents (corrective action)

The Inspection is covered without problem but the "Analyses of accidents" do not have the quality and effectiveness necessary to satisfy the objectives. The directors consider that the breach between the goals propose and the human resources necessary to reach them is very great, because the company to passed through a reconstruction very hard to maintain its costs competitive. The successive reductions of the personnel of Industrial Security did necessary to delegate the necessary analysis of accident to personnel without the experience nor knowledge. For that reason one thought about automating this task by means of an Expert system. Next the steps necessary for the development of a prototype are detailed to prove in one of the plants of the group soon to be talked back in the rest of the units of production of the company.

INDICE

| Sección | Tema | Pág. |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------|
| PRÓLOGO | | |
| | Sistema experto SE –ADA | 3 |
| CAPITULO A ESTUDIO DE VIABILIDAD | | |
| A-1 | Introducción | 9 |
| A-2 | Entrevistas | 11 |
| A-3 | Estudio de Viabilidad (resultados generales) | 17 |
| A-4 | Apéndices | 21 |
| CAPITULO B ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS | | |
| B-1 | Introducción | 27 |
| B-2 | Educción mediante entrevistas | 29 |
| B-3 | Análisis de protocolos | 55 |
| B-4 | Emparrillado | 81 |
| CAPITULO C CONCEPTUALIZACION | | |
| C-1 | Introducción | 91 |
| C-2 | Paso 1 Obtención de Glosario, Diccionario y CAV | 93 |
| C-3 | Paso 2 Relaciones entre Conceptos | 99 |
| C-4 | Paso 3 Árbol de descomposición y Descripción de funciones | 101 |
| C-5 | Paso 4 Fórmulas - Tablas de Decisión - Seudorreglas | 103 |
| C-6 | Paso 5 Detalle de atributos- Modelo Estático- Modelo Dinámico | 109 |
| CAPITULO D FORMALIZACION | | |
| D-1 | Introducción | 121 |
| D-2 | Selección de formalismos de representación | 121 |
| D-3 | Esquema SBM de ADA | 123 |
| D-4 | Definición de marcos y jerarquías | 125 |
| D-5 | Descripción de Marcos Clase | 131 |
| D-6 | Procedimientos | 141 |

CAPITULO E IMPLEMENTACION

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------|-----|
| E-1 | Introducción | 153 |
| E-2 | Evaluación y selección de herramienta de desarrollo | 155 |
| E-3 | Implamentación del SE-ADA Versión 1.03 | 161 |
| E-4 | Código | 169 |

CAPITULO F EVALUACIÓN

| | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| F-1 | Planeamiento de la evaluación | 173 |
| F-2 | Resultados de la primera evaluación | 175 |
| F-3 | Casos de prueba | 177 |

CAPITULO G CONCLUSIONES

| | | |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| G-1 | Conclusiones sobre el desarrollo del SE ADA | 189 |
|-----|---------------------------------------------|-----|

APÉNDICE TASC ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE CAUSAS

| | | |
|---------|----------------------------------------------|-----|
| TABLA 1 | Causas básicas (raíces) de causas inmediatas | 191 |
| TABLA 2 | Causas de gestión que generan la causa raíz | 192 |

BIBLIOGRAFÍA

| | | |
|-----|----------------------------|-----|
| H-1 | Referencias bibliográficas | 197 |
|-----|----------------------------|-----|

CAPITULO A: ESTUDIO DE VIABILIDAD

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|----------------------------------------------|-------------|
| A-1 | Introducción | 9 |
| A-2 | Entrevistas | 11 |
| A-3 | Estudio de viabilidad (resultados generales) | 17 |
| A-4 | Apéndice | 21 |
| | A4/1 Planificación/evaluación de entrevistas | |

A-1 Introducción

El *Análisis de accidentes* detecta cual es la causa raíz de un accidente para solucionarla y evitar que se repita mediante la detección temprana.

Cada planta debe cumplir con un procedimiento estandarizado que actualmente se maneja con una serie de planillas que generan una carga administrativa grande.

La compañía se contacta con el IC para analizar la posibilidad de automatizar el análisis de accidentes.

Por ello el IC planifica una serie de entrevistas destinadas a conocer el procedimiento y evaluar si es viable implementarlo con un SE.

La planificación general de las mismas es la siguiente (para más detalles ver apéndice A4/1):

| Entrevista N° | Objetivo | Entrevistado | Técnica | Duración | Detalle de la planificación |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | Conocer cual es la necesidad de la empresa y los motivos que la provocan. Detectar posibles candidatos a Experto para poder avanzar en el estudio de viabilidad . | Director de manufactura (DM) de la Región Argentina | Entrevista abierta | 1 sesión de dos horas | Ver apéndice D1 |
| 2 | Conocer los principios del Análisis de Accidente y recopilar información escrita para profundizar sobre el tema. | Experto | Entrevista abierta | 1 sesiones de 1,5 hs | Ver apéndice D1 |
| 3 | Confeccionar Histograma | Experto | Entrevista estructurada | 2 sesiones de 1 hora | Ver apéndice D1 |
| 4 | Completar planilla de estudio de viabilidad | Experto | Entrevista estructurada | 3 sesiones de 1 hora | Ver apéndice D1 |

TABLA A1-1

A continuación se transcribe un resumen de las Entrevistas citadas:

A-2 ENTREVISTAS

Entrevista N° 1 (Entrevista con el Director de Manufactura)

IC_: ¿Cuál es el objetivo del SE en Análisis de Accidentes?

Director de Manufactura: La casa Matriz fija un procedimiento que se debe seguir en cada planta para desarrollar el Análisis de accidentes, el mismo debe ser supervisado por el Encargado de Seguridad de la Región (País) asignado y es ejecutado por los coordinadores de cada Planta (Gerentes, Jefes y supervisores de las áreas de Producción, Mantenimiento, Control de Calidad y RRHH).

Actualmente los problemas principales para la aplicación de esta herramienta son:

1) Debido a la globalización y ala situación del mercado argentino en todas las plantas del grupo se produjeron fuertes procesos de reestructuración reemplazo y reducción del personal de Coordinación, esto trajo como consecuencia que los Coordinadores ya no tienen el tiempo suficiente ni el grado de experiencia necesario para resolver adecuadamente la tarea de Análisis

2) Las plantas trabajan gran parte del año 24hs / día , pudiendo ocurrir el accidente en horarios en los cuales puede ser difícil contar con la ayuda del experto (Encargado de Seguridad Industrial de la Región) y siendo muchas veces necesario el traslado del experto al lugar del hecho.

Dado que las Plantas están distribuidas en distintas provincias de Argentina el traslado del experto a las mismas ocasiona demoras y costos elevados.

3) Hoy en día el procedimiento es manejado en forma manual sin ningún sistema de apoyo salvo una serie de formularios preimpresos que tienen por fin estandarizar la presentación de los informes.

Los Directivos de la empresa, el personal de Coordinación y el Encargado de la Seguridad Industrial de la región estiman que los tres problemas citados tienen una magnitud tal que comprometen el cumplimiento de las metas fijadas por la casa Matriz .

Dado las limitaciones presupuestarias se descarta la alternativa de tomar más personal en el Dto. de Seguridad Industrial o contratar más Coordinadores.

Por otro lado la empresa cuenta con un potente y moderno sistema de PCs conectadas en red (por medio de LANs, WAN, INTRANET e INTERNET) .

Por ello se pensó en automatizar el proceso de Análisis de accidentes de manera de reducir el tiempo que insume la tarea al personal de Coordinación y al experto y contar con un asesoramiento experto on-line las 24 hs.

Como paso inicial se quiere probar durante un año el Sistema en una Planta para replicarlo luego en el resto de las plantas.

Cuando se consultó al área de Sistemas sobre la posibilidad de comprar un software comercial que resolviera el problema, el mismo consideró que no existía en el mercado un sistema con las características requerida por la empresa. Los responsables del área de Sistemas plantearon entonces la posibilidad de automatizar el procedimiento con un Sistema experto en lugar de utilizar un sistema convencional.

IC: ¿Existe un experto genuino en el tema Análisis de accidentes?

Director de manufactura.: El Encargado Seguridad Industrial de la Región en cuestión (Argentina) es un profesional con una reconocida trayectoria y resultados dentro de la compañía (en la cual se desempeña desde hace 15 años).

Durante su gestión el número y gravedad de los accidentes se redujo en un 90% , esto se logró mediante la implementación de programas de inspecciones de seguridad, concientización del personal de Plantas, capacitación , eliminación de acciones y condiciones inseguras.

Si se comparara los resultados con los de otras Regiones de la Compañía, nuestro experto logra cifras mucho más contundentes y sostenidas a lo largo del tiempo. Actualmente es uno de los máximos responsables de Latinoamérica y Centroamérica.

Es un profesional reconocido en el ambiente universitario por su labor docente en el tema de Seguridad y medio Ambiente y tiene también una intensa participación como asesor de asociaciones sin fines de lucro como ser Bomberos voluntarios. El experto es uno de los principales promotores del proyecto y ya trabajó en otros proyectos informáticos relacionados con su área.

Por lo tanto se puede asegurar que se cuenta con un experto de un nivel excelente, fuertemente motivado y comprometido con el proyecto del SE.

Entrevista 2 (Primer entrevista con el experto)

IC: ¿Podrá describir a grandes rasgos el procedimiento de Análisis de accidentes?

Experto: En cada una de las Plantas hay un grupo de Coordinadores que fueron entrenados en un proceso de Análisis de accidentes , que está claramente definido por la Casa Matriz para todas las Plantas.

El método se basa en una secuencia de preguntas a realizar con los testigos del hecho, la secuencia varía según el tipo, gravedad, y condiciones del accidente.

Los Coordinadores deben conocer antecedentes de hechos similares que les sirva de guía y en función de las respuestas de los testigos determinar las acciones y/o condiciones inseguras que generaron el accidente.

Además deben analizar las condiciones de lugar y/o proceso en el cual se produce el accidente.

Una vez detectadas las causas se debe generar soluciones que prevean que el accidente no se repita.

Es frecuente que los coordinadores requieran mi asesoramiento.

El primer informe del accidente debe realizarse de inmediato para evitar la pérdida de información por olvido de los testigos o por pérdida de elementos de análisis durante la limpieza del sector donde ocurrió el accidente. Esto obliga al Coordinador a requerir un asesoramiento inmediato del Responsable de Seguridad Industrial en cualquier horario (dado que las Plantas trabajan las 24 hs) y en cualquier lugar.

El experto repitió los conceptos expresados por el Director de Manufactura sobre las limitaciones en la dotación tanto en formación como en disponibilidad de tiempo.

IC: ¿Por qué se pensó en automatizar el procedimiento?

Experto: En nuestras plantas tuvimos problemas similares en la gestión de Mantenimiento

Se implementó un Sistema de Gestión automatizado que fue muy bien aceptado y dio muy buenos resultados. En base a esa experiencia pensamos que podríamos compensar la falta de tiempo y formación mediante el apoyo de un SE de análisis de accidentes.

Entrevista N° 3 (Confección del Histograma)

El IC explicó al experto en consistía un Histograma y que objetivos buscaba

IC : ¿Es posible clasificar la experiencia de los responsables del Análisis en distintos niveles?

Experto : Sí, básicamente se detectan cuatro niveles, en función de la calidad, precisión , tiempo de respuesta y soluciones propuestas.
Estos niveles son : Excelente , Bueno , Regular y Pobre

IC : ¿ Podría usted determinar cuantas personas están en cada nivel?

Experto : Sí

Excelente : 1 (el experto)

Bueno : 5 (en cada planta existe un aprendiz que esta estudiando Seguridad Industrial y está a cargo del tema en la Planta)

Regular : 10 Los Coordinadores con más de cinco años de experiencia, conocen bien la metodología , las plantas y los procedimientos.

Pobre : 40 Los Coordinadores con menor experiencia no aprendieron bien la metodología , no conocen bien las plantas ni los procedimientos.

IC : ¿En que basa estas estimaciones?

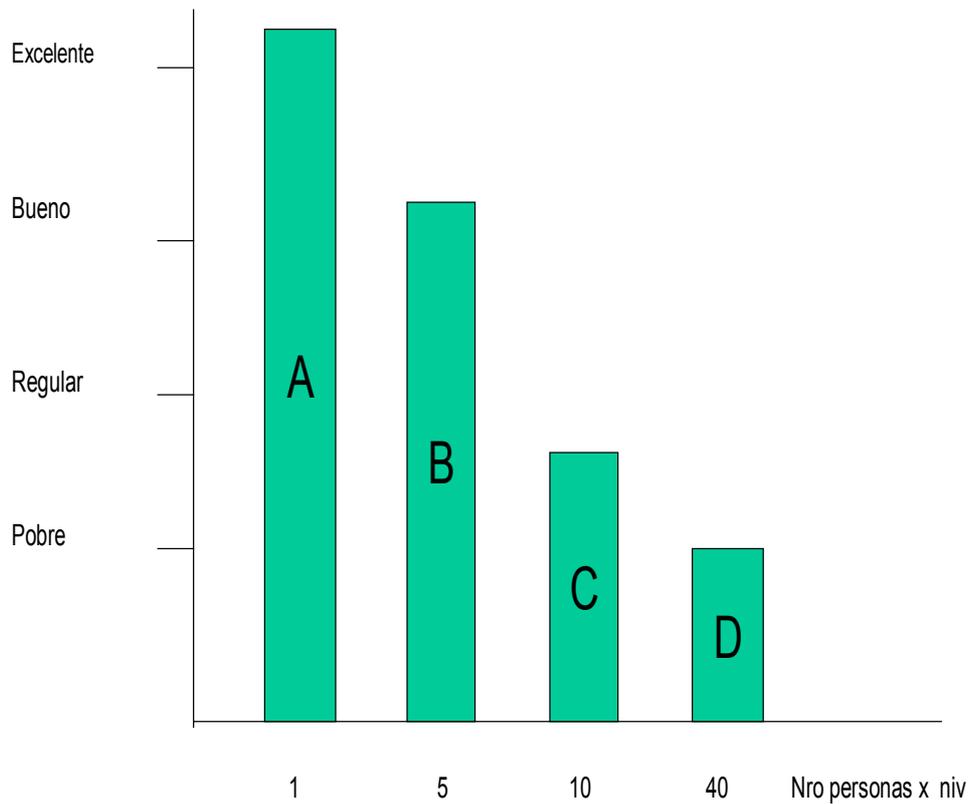
Experto : Todos los años se realiza un entrenamiento de los coordinadores durante el mismo se los evalúa, además anualmente el proceso es auditado por los responsables de Seguridad Industrial de otras regiones , de manera de determinar su efectividad.

IC: Quisiera verificar la información para ver si la transcribimos el histograma correctamente

Según mi interpretación : Además del experto (columna A) en cada una de las cinco Plantas existe un aprendiz (estudiantes de Licenciatura de Seguridad Industrial (Columna B).El nivel de los coordinadores más antiguos es regular (Columna C, 10 personas) y el de los más nuevos es realmente pobre (Columna D, 40 personas).

Entonces del Histograma podemos inferir que sólo unos pocos resuelven bien el problema, y la experiencia de la empresa es que a pesar de brindar una capacitación intensa a los miembros de las columnas C y D (Coordinadores) la transferencia de conocimientos es lenta y con resultados pobres.

Figura A2-1 Histograma



Esto nos da una aproximación gruesa por la cual resultaría conveniente resolver el problema con un SE (Para más detalle ver apéndice D1).

Experto : Su interpretación es correcta

IC : Para evaluar en forma más precisa la viabilidad del SE, en las próximas entrevistas pasaremos a completar los datos necesarios para realizar un estudio más preciso de la viabilidad del SE.

Entrevista 4 (Completar con el Experto los datos necesarios para el estudio de viabilidad)

El IC le explicó brevemente al Experto las bases del método de estudio de viabilidad: El método de cálculo propuesto es del tipo métrico, usa ponderaciones, como métrica utiliza la media armónica e incorpora la manipulación de valores lingüísticos mediante intervalos difusos.

A-3 ESTUDIO DE VIABILIDAD

A continuación se vuelcan los resultados obtenidos para el sistema ADA.
 (Para ver detalles de cálculo ver control 17)

Figura A3-1



Figura A3-2

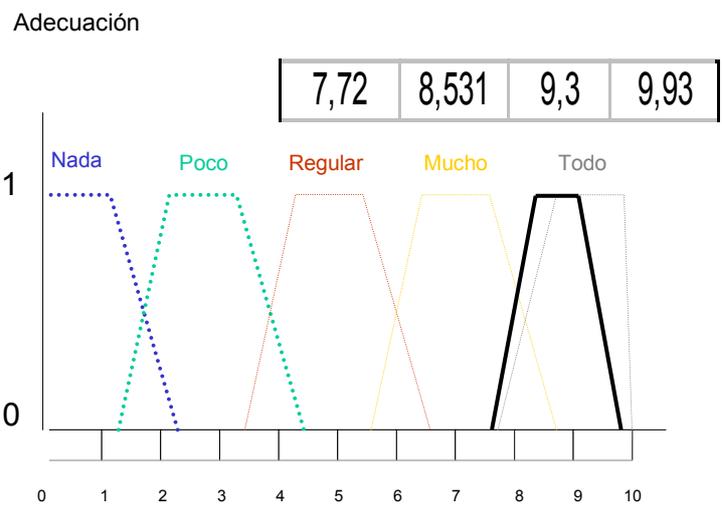


Figura A3-3

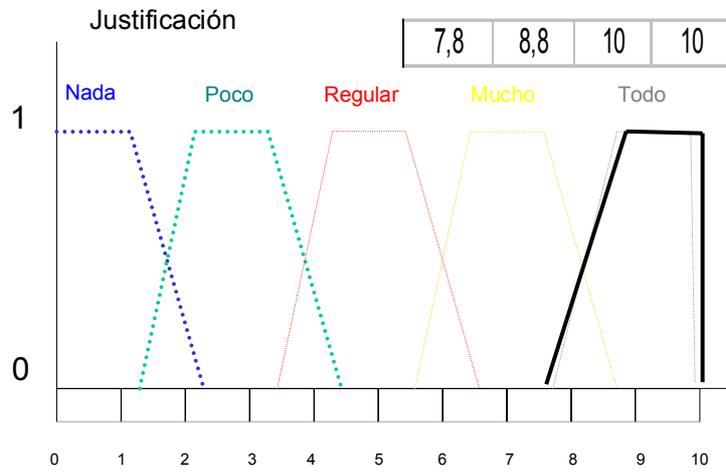


Figura A3-4

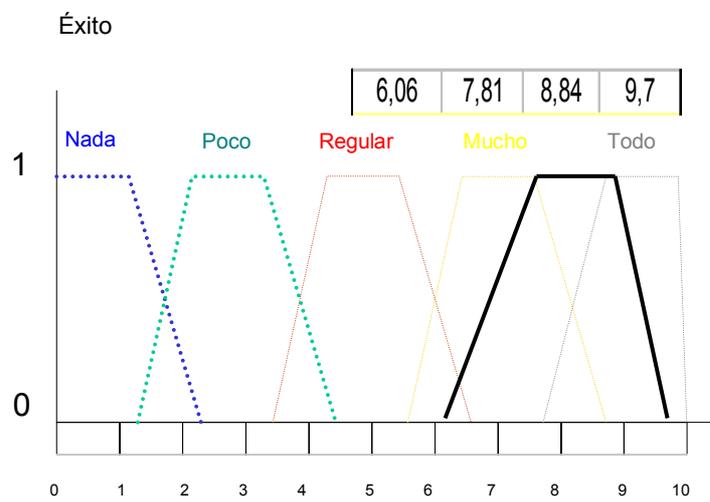
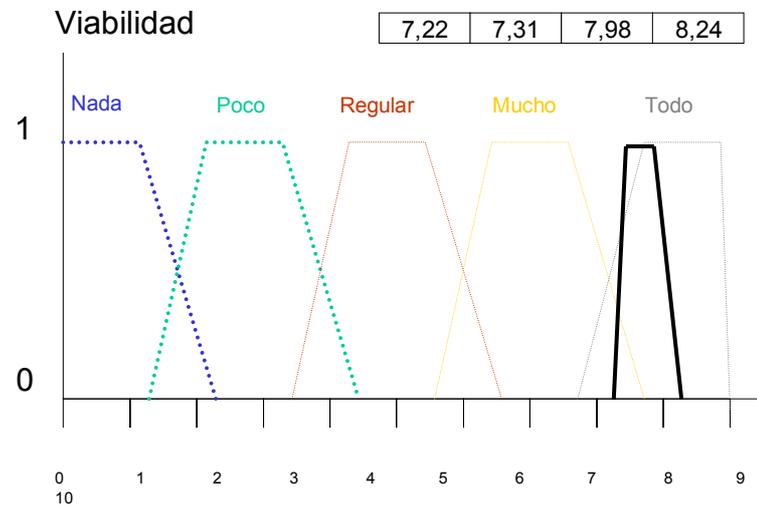


Figura A3-5



Como puede observarse los resultados obtenidos muestran que el SE ADA es viable por lo tanto se decide continuar con el proceso de construcción del SE ADA.

Apéndice A4/1:

Planificación y evaluación de entrevistas:

Preparación de la Sesión

TABLA A4/1-1

| Entrevista N° | Información a tratar | Entrevistado | Técnica | Amplitud Profundidad | Preguntas |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Conocer cual es la necesidad de la empresa y los motivos que la provocan. Detectar posibles candidatos a Experto para poder avanzar en el estudio de viabilidad . | Director de manufactura (DM) de la Región Argentina | Entrevista abierta | Amplia, sin profundizar en el proceso Se busca ver que motiva la inquietud de utilizar un SE y se busca establecer los primeros contactos | ¿Cuál es el objetivo del SE en Análisis de Accidentes? ¿Existe un experto genuino en el tema Análisis de accidentes? |
| 2 | Conocer los principios del Análisis de Accidente y recopilar información escrita para profundizar sobre el tema. | Experto | Entrevista abierta | Amplia, se busca tener una idea muy general del método sin profundizar mucho en el mismo | ¿ Podrí describir a grandes rasgos el procedimiento de Análisis de accidentes? ¿Por qué se pensó en automatizar el procedimiento? |
| 3 | Confeccionar Histograma | Experto | Entrevista estructurada | Se profundiza un poco más en la evaluación de la experiencia que posee la compañía , a través del personal que realiza los análisis. | ¿Es posible clasificar la experiencia de los responsables del Análisis en distintos niveles? ¿ Podría usted determinar cuantas personas están en cada nivel? Quisiera verificar la información para ver si la transcribimos el histograma correctamente |
| 4 | Completar planilla de estudio de viabilidad | Experto | Entrevista estructurada | Se profundiza en cada uno de los aspectos que permiten determinar la viabilidad del sistema. | Se sigue el listado de items de la tabla 3 |

B) Sesión

TABLA A4/1-2

| Paso | Entrevista 1 | Entrevista 2 | Entrevista 3 | Entrevista 4 |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Repaso del análisis | --- | ---- | SI | SI |
| Explicación al experto de objetivos | ---- | ----- | SI (ver pag 2 y 3) | SI (ver pag 2 y 3) |
| Educción | SI | SI | SI | SI |
| Resumen y comentarios del experto | | | Fueron volcados al Histograma | Fueron volcados en la columna observaciones de la tabla 3 (ver archivo Control17.xls) |

Transcripción

Ver páginas 6 a 9

Análisis de sesión

TABLA A4/1-3

| Paso | Entrevista 1 | Entrevista 2 | Entrevista 3 | Entrevista 4 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lectura para obtención de Visión general | Se obtuvieron los todos los datos requeridos | Se obtuvieron los todos los datos requeridos | Se obtuvieron los todos los datos requeridos | Se obtuvieron los todos los datos requeridos |
| Extracción de Conocimientos concretos | Necesidades y causa que motivan el desarrollo del SE | Visión general del procedimiento de Análisis de accidentes Obtención de Manuales instructivos , presentaciones de cursos. | Histograma | Datos para estudio de viabilidad |
| Lectura para recuperar detalles olvidados | OK | OK | OK | OK |
| Críticas del IC | | | | El lugar de la entrevista no fue muy propicio debido a las múltiples interrupciones que recibió el experto |

Evaluación

TABLA A4/1-4

| Paso | Entrevista 1 | Entrevista 2 | Entrevista 3 | Entrevista 4 |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ¿Se han conseguido los objetivos? | SI | SI | SI | SI |
| ¿Es necesario volver sobre lo mismo? | NO | NO | NO | NO |
| Número y tipo de sesiones necesarias para cubrir el área. | 1 sesión de 2 horas | 1 sesión de 1,5 horas | 1 sesión de 1 hora | 3 sesiones de 1 hora |

CAPITULO B: ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|-------------------------------|-------------|
| B-1 | Introducción | 27 |
| B-2 | Educción mediante entrevistas | 29 |
| B-3 | Análisis de protocolos | 55 |
| B-4 | Emparrillado | 81 |

B1) Introducción

Durante el desarrollo del estudio de viabilidad se efectuaron las entrevistas 1, 2, 4 y 3 destinadas a evaluar los objetivos del sistema, plausibilidad, aceptación, y éxito del Sistema.

En la Tabla B1-1 se enumeran a grandes rasgos las mismas (para más datos sobre las mismas detalle ver sección A).

TABLA B1-1

| Nro de sesión. | Entrevistado | Objetivo de la entrevista | Técnica aplicada |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Director de manufactura (DM) de la Región Argentina | Conocer cual es la necesidad de la empresa y los motivos que la provocan. Detectar posibles candidatos a Experto para poder avanzar en el estudio de viabilidad . | Entrevista abierta |
| 2 | Experto | Conocer los principios del Análisis de Accidente y recopilar información escrita para profundizar sobre el tema. | Entrevista abierta |
| 3 | Experto | Confeccionar Histograma | Entrevista estructurada |
| 4 | Experto | Completar planilla de estudio de viabilidad | Entrevista estructurada |

B-2 Entrevistas

Una vez que se verificó que el sistema es viable se efectuaron nuevas entrevistas con el objetivo de comenzar a educir el proceso de *Análisis de Accidentes*, a continuación se detalla en las tablas B1-2 y B1-3 la planificación inicial de las mismas (el esquema podría ser modificada en función del desarrollo de las entrevistas).

TABLA B1-2

| Nro de sesión | Entrevistado | Objetivo de la entrevista | Técnica aplicada |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 5 | Experto | Descripción gral. del Análisis de accidentes. Buscar perspectivas | Entrevista abierta |
| 6 | Experto | Detalle de terminología utilizada | Entrevista estructurada |
| 7 | Experto | Efectuar un Análisis de Accidente en base a un caso real. | Entrevista estructurada |

Planificación y resultados de las entrevistas

En las siguientes tablas se muestra la planificación y los resultados **generales** de las entrevistas, las mismas se han programado según el modelo de ciclo de educación propuesto en la unidad 23 pag 15 , que se compone de 5 fases (1-Preparación, 2-Realización, 3-Transcripción , 4-Análisis , 5-Evaluación)

Se diferencia la actividad de un resultado mediante el color de las letras de la siguiente manera:

VERDE : Planificación de una actividad

AZUL : Resultado de una actividad

Las cinco fases se detallan en las tablas 3.x, varias actividades de la sesión n+1 se planifican en función de la evaluación de la sesión n esto se destaca con el símbolo



Los **detalles** son descriptos en los puntos 4.x (sesión 4) , 5.x (sesión 5) y 6.x (sesión 6).

| TABLA B1-3.1 Preparación de sesión | | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Actividad | Sesión 5 | Sesión 6 | Sesión 7 |
| Fijar contenido de la sesión | Descripción gral. del Análisis de accidentes. Buscar perspectivas | Detalle de terminología utilizada | Efectuar un Análisis de Accidente en base a un caso real . |
| Fijar tamaño del grano de los conocimientos | Grueso | Fino | Fino |
| Fijar Técnica de educación a utilizar. | Entrevista abierta | Entrevista abierta | Entrevista estructurada |
| Preparación de preguntas | Ver B1- 5.1 | Ver B1- 6.1 | Ver B1- 7.1 |
| Fecha programada | 10/6/02 | 17/6/02 | 24/6/02 |
| Duración programada | 2hs con un break de 15 mtos | 3hs con dos break de 15 mtos | 8 hs con cuatro breaks de 15 mtos y uno de 1 hora |
| Duración real | 4hs | 3 hs | 8 hs |
| Lugar | Administración Central Sala A | Administración Central Sala A | Planta Industrial Nro 3 |

| TABLA B1-3.2 Realización de la sesión | | | |
|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Actividad | Sesión 5 | Sesión 6 | Sesión 7 |
| Repaso del análisis de la sesión anterior. | NO | Ver B 6.2 | Ver B 7.2 |
| Explicar objetivos al experto | Ver B 5.3 | Ver B 6.3 | Ver B 7.3 |
| Educción | Ver B 5.4 | Ver B 6.4 | Ver B 7.4 |
| Resumen y comentarios del experto | Ver B 5.5 | Ver B 6.5 | Ver B 7.5 |

| TABLA B1- 3.3 Transcripción | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Actividad | Sesión 5 | Sesión 6 | Sesión 7 |
| Grabar entrevista en cinta | SI | SI | SI |
| Transcribir grabación al papel | Ver B 5.4 | Ver B 6.4 | Ver B 7.4 |

| TABLA B1-3. 4 Análisis de sesión | | | |
|-------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Actividad | Sesión 5 | Sesión 6 | Sesión 7 |
| 1ra Lectura : Obtención de una visión general | Ver -5.6 | Ver B6.6 | Ver B7.6 |
| 2da Lectura: Extracción conocimientos concretos | Ver B5.6 | Ver B6.6 | Ver B7.6 |
| Lectura para recuperar detalles olvidados | Ver B5.6 | Ver B6.6 | Ver B7.6 |
| Crítica par mejoras por parte del IC | Ver B5.6 | Ver B6.6 | Ver B7.6 |

| TABLA B1-3.5 | | Evaluación | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--|
| | Sesión 5 | Sesión 6 | Sesión 7 | |
| ¿Se han conseguido los objetivos? | <i>Si</i> | <i>Si</i> | <i>Si</i> | |
| ¿Es necesario volver sobre el mismo? | <i>No</i> | <i>No</i> | <i>No</i> | |
| Número y tipo de sesiones necesarias para cubrir el área. | <i>1</i> | <i>1</i> | <i>1</i> | |

Detalle Sesión 5

Objetivo: Descripción general del Análisis de accidentes. Buscar perspectivas

Entrevistado: Responsable de Seguridad Industrial del Latinoamérica

Técnica: Entrevista Abierta

Fecha: 10/6/02

Lugar: Administración Central Sala A

Duración estimada: 2 hs.

Duración real: 4 hs.

Observaciones: ADA: Análisis de accidentes

5.1 Preparación de preguntas

5.1 a ¿Cuales son los objetivos del análisis de accidentes?

5.1 b ¿Podría resumir en que consiste el ADA?

5.1 c ¿Cuáles son las actividades principales de ADA?

5.1 d ¿Quienes son los encargados del realizar el ADA?

5.1 e ¿En todas las plantas el procedimiento es el mismo?

5.1 f ¿Existe alguna descripción formal del procedimiento ADA?

5.1 g ¿Podría describirme un caso representativo de ADA?

5.1 h ¿Podríamos enumerar las perspectivas principales de ADA?

5.2 Repaso del análisis de sesión anterior

En esta entrevista NO es necesario, dado que las entrevistas anteriores estaban orientadas a estudiar la viabilidad y no los procedimientos ADA en si mismos.

5.3 Explicar objetivos al experto

Primero se hace hincapié en que la idea de esta entrevista es buscar una visión general del proceso ADA y encontrar sus diferentes perspectivas.

También se propuso al experto grabar la entrevista para luego transcribirla.

5.4 Educción

La siguiente Transcripción la obtuvo el IC de la grabación de la entrevista con el Experto, el contenido fue revisado por el IC y el Experto, corrigiendo así las interpretaciones erróneas del IC

IC(5.1a) : ¿ Cuales son los objetivos del análisis de accidentes?

Experto:

Ya vimos en las entrevistas anteriores que la compañía tiene un compromiso muy grande con la seguridad esto se refleja en el objetivo fijado para el periodo 2002 : un índice de accidentes igual a cero.

Esto se logra anticipando el accidente, es decir previniendo el mismo, por eso se implementó ADA.

Para prevenir el mismo debemos contar con datos reales que lleguen a las causas principales del accidente no debemos conformarnos con una primera lectura en la que las primeras causas que detectamos pueden ser consecuencia de una causa oculta que no supimos detectar.

Por lo tanto el ADA debe detectar las causas principales que provocaron el incidente de manera tal de poder buscar soluciones que eviten que el problema se repita.

IC(5.1b) ¿ Podría resumir en que consiste el ADA?

Experto:

Primero: Encontrar la causa raíz del accidente

Segundo: Una vez determinada la causa raíz evaluar:

- Probabilidad de ocurrencia que tiene el mismo
- Gravedad

Tercero: Buscar y proponer soluciones

Cuarto: Llevar un detalle de datos históricos que nos sirva de ayuda ya sea por la similitud de un caso nuevo con uno anterior, para analizar tendencias, y para evaluar el resultado de las soluciones propuestas.

IC (5.1 c) ¿Cuáles son las actividades principales de ADA?

Experto:

Parte de la respuesta a esta pregunta se la contesté en la pregunta anterior , se puede agregar que para encontrar la causa raíz debemos:

- * Entrevistar a los testigos (si existen).
- * Hacer una inspección del lugar del hecho.
- * Buscar en el historial de la Planta (o de otras plantas) hechos similares.
- * Conocer los procedimientos de seguridad de Planta (por ejemplo: Bloqueo de máquinas, ingreso a espacios confinados, etc.).

Para evaluar la probabilidad y gravedad del hecho debemos:

- Conocer datos estadísticos
- Tener un buen entrenamiento
- Tener experiencia en temas de seguridad industrial

IC (5.1 d) ¿Quiénes son los encargados del realizar el ADA?

Experto:

Ocho años atrás esta tarea era exclusividad de los Responsables de Seguridad de área y de Planta luego se delegó la responsabilidad en los Coordinadores de Planta de manera que tomen conciencia sobre en el tema Seguridad Industrial .

Los Responsables de Seguridad periódicamente entrenan , actualizan y evalúan a los Coordinadores en el tema ADA.

IC ¿Quiénes son los coordinadores? (pregunta agregada sobre la marcha de la entrevista)

Experto:

El grupo de Coordinación de una planta está integrado por gerentes, jefes y supervisores de: Producción, Mantenimiento, Ingeniería de planta, Control de Calidad, Recursos Humanos y Seguridad Industrial

IC ¿Quiénes son los Responsables de Seguridad Industrial? (pregunta agregada sobre la marcha de la entrevista)

Experto:

Existe un Responsable de área, en mis caso soy el responsable de Latinoamérica. En Argentina por ejemplo hay cinco plantas cada una con un Responsable de Seguridad Industrial de Planta. Yo Coordino la tarea de los cinco y ellos coordinan las tareas de su planta. Sus funciones son las de entrenar, asesorar, auditar y liderar los procesos que garantizan la seguridad del personal y equipos de planta.

5.1 e ¿En todas las plantas el procedimiento es el mismo?

Experto:

Sí, el proceso fue diseñado por expertos de nuestra casa matriz que tomaron en cuenta la experiencia a nivel mundial del grupo y estándares internacionales.

El SE deberá seguir esa normalización.

IC (5.1 f) ¿Existe alguna descripción formal del procedimiento ADA?

Experto

Sí, la normalización citada en la pregunta anterior se traduce en un procedimiento formal que debe ser seguido por cualquier persona que este realizando ADA

IC (5.1 g) ¿Podría describirme un caso representativo de ADA?

Experto:

Sí.

Por ejemplo: El mes pasado un mecánico estaba ajustando el freno del motor principal de la Envasadora A3 cuando repentinamente se accionó la máquina y el motor principal se puso en marcha., esto liberó el freno y una parte del mismo atrapó la mano del mecánico quien con la otra mano pudo accionar la parada de emergencia deteniendo así la envasadora.

Los daños que sufrió fueron heridas leves en la mano izquierda, pero si la parada de emergencia hubiese estado fuera de su alcance, seguramente pudiera perder el brazo .

Salvo el relato descrito por el mecánico no existieron otros testigos presenciales del hecho.

En un primer análisis el Coordinador planteó como causa raíz el arranque imprevisto de la envasadora ya sea por acción humana (al no haber testigos esto no se pudo comprobar) o por un arranque autónomo de la máquina debido a fallas de diseño en el circuito eléctrico que podría tener una baja inmunidad a ruidos. Para detectar esto se probó acercar fuentes de ruido electromagnético intenso a la máquina, de cien pruebas sólo una resultó exitosa, por otro lado no fueron registradas en planta fuentes de ruido tan intensas como las utilizadas en la simulación.

Nunca fue posible detectar cuál fue la causa del arranque.

El responsable de seguridad de planta revisó el análisis y al recabar testimonios del Supervisor de Producción que inspeccionó la envasadora, encontró que el mecánico no cumplió con el procedimiento de Bloqueo.

IC ¿Perdón, que es un procedimiento de bloqueo?

Experto:

Todo el personal de Mantenimiento y Producción debe ser entrenado y equipados con candados especiales para bloquear todas las fuentes de energía (eléctrica, mecánica, neumática, calor, etc.) . Mediante llaves de bloqueo que impiden que se accione el interruptor principal de la máquina, o las válvulas de alimentación principales (de aire, vapor, fluido hidráulico, etc.)

Cuando se coloca los candados adecuadamente es imposible que la máquina arranque.

Revisando los antecedentes de la máquina y del mecánico no se registraron arranques autónomos de la envasadora, pero si se detectó que este técnico había sufrido dos accidentes similares por no ejecutar un bloqueo completo de la máquina. La causa raíz del incidente fue entonces una “acción insegura” por parte del mecánico, quien había ingresado a la compañía 8 meses atrás, por otro lado se revisó el entrenamiento del mismo, se detectó que no recibió el curso de bloqueo y que el último curso se dio 12 meses atrás.

La solución fue entrenar y concientizar nuevamente a todo personal de mantenimiento y agregar al curso de inducción del personal nuevo un curso obligatorio de bloqueo antes de comenzar a trabajar en planta.

El arranque autónomo de la máquina ante ruidos electromagnéticos muy fuertes era sumamente improbable.

Esta condición insegura tenía escasa probabilidad de ocurrencia pero su impacto podría ser muy grave, a pesar de ser una causa secundaria de este accidente se solucionó el mismo aumentando la inmunidad ruido del circuito de arranque de la máquina.

En este y otros ejemplos se puede observar que las causa de accidentes aparecen como en una especie de juego de Domino, en el cual las causas de accidentes son las fichas alineadas de forma tal que si cae una hacía un lado arrastra al resto.

La causa raíz es la primer ficha que desencadena el efecto Domino.

En este ejemplo la primera ficha (causa raíz) fue la falta de bloqueo, pero aparecieron causas secundarias arrastradas por esta, a saber:

- Una inducción incompleta del personal nuevo (acción insegura).
- Problemas de diseño de la máquina (condición insegura).
- Falta de control en el entrenamiento de personal (acción insegura)

IC (5.1 h) ¿Podríamos enumerar las perspectivas principales de ADA?

Experto:

A mi criterio son:

1) Recopilación de datos:

- Búsqueda completa de posibles testigos (presenciales o no).
- Búsqueda completa de datos relevantes que surjan de una inspección del área luego del accidente.
- Búsqueda de antecedentes de la víctima del accidente.
- Revisión de accidentes similares.
- Revisión del historial de fallas de la máquina.
- Revisión del historial de Mantenimiento de la máquina.

2) Impacto del accidente

- Evaluación de daños físicos del accidentado.
- Evaluación de daños materiales

3) Diagnóstico

- Encontrar la causa raíz
- Detectar las causas secundarias que aparecen por efecto Domino.
- Estimar la probabilidad de ocurrencia del hecho y la gravedad posible del mismo.

4) Proponer soluciones.

- En base a hechos similares, proponer soluciones
- Si no existen antecedentes proponer métodos para encontrar la solución

5) Armar un historial de accidentes clasificados.

- En base a estos datos se puede acrecentar la experiencia acumulada.

5.3 Resumen y comentarios del Experto

Como se puede ver en el ejemplo anterior un ADA incompleto puede llevar a conclusiones falsas.

En estos caos la solución adoptada no es completa y queda entonces latente la causa raíz esperando otra víctima.

Es importante verificar que se ha extremado la búsqueda de datos ya sea por medio de testigos, inspecciones o datos históricos.

5.6 Análisis de sesión

El IC revisa los resultados y se pregunta a si mismo:

IC: ¿Se han conseguido los objetivos?

IC: Sí, el experto brindó un visión general del proceso ADA, siendo el ejemplo bastante instructivo sobre las dificultades que se pueden presentar.

En 4.1h se han detectado ya cinco posibles perspectivas que pueden a su vez subdividirse en subproblemas.

IC: ¿Es necesario volver sobre el mismo?

IC: Por el momento no, es más conveniente profundizar en las primeras perspectivas con entrevistas estructuradas y si durante las mismas surgen otras perspectivas en ese caso se puede ampliar esta entrevista abierta con otra sesión similar

IC: ¿Cuál es el número y tipo de sesiones necesarias para cubrir el área?

IC: En esta etapa se estima necesario 7 sesiones más :

- Una sesión destinada a determinar la terminología utilizada por el experto
- Una sesión para conocer el procedimiento formal de ADA
- Cinco sesiones (una por cada perspectiva) , para comenzar a profundizar en cada una de las perspectivas.

IC: ¿Se podría mejorar algo en la entrevista?

IC: Se debería invitar cortésmente al experto a apagar su teléfono celular durante las próximas entrevistas.

Detalle Sesión 6

Objetivo: Detalle de terminología utilizada

Entrevistado: Responsable de Seguridad Industrial del Latinoamérica

Técnica: Entrevista Abierta

Fecha: 17/6/02

Lugar: Administración Central Sala A

Duración estimada: 3 hs

Duración real: 3 hs

6.1 Preparación de preguntas

6.1 a ¿Cuál es la terminología básica utilizada en ADA?

6.2 Repaso del análisis de sesión anterior

IC: Durante la entrevista anterior hicimos obtuvimos una visión general de ADAs.

Obteniendo una primera idea sobre:

- Los objetivos del análisis de accidentes (5.1a)
- Un resumen del procedimiento ADA (5.1b)
- Un listado de las actividades principales de ADA (5.1C)
- Responsables de realizar el ADA?
- Verificación de la existencia del procedimientos formales de ADA?
- Repaso de un caso representativo de ADA (5.1g).
- Enumeración de las perspectivas principales de ADA (5.1h)

6.3 Explicar objetivos al experto

IC: La idea de esta entrevista es comenzar a familiarizarse con la terminología básica utilizada en ADA.

(También se propuso al experto grabar la entrevista para luego transcribirla.)

6.4 Educción

La siguiente Transcripción la obtuvo el IC de la grabación de la entrevista con el Experto, el contenido fue revisado por el IC y el Experto, corrigiendo así las interpretaciones erróneas del IC

IC (6.1a): ¿Cuál es la terminología básica utilizada en ADA

Experto:

Los términos más comunes son:

Investigación.
Análisis
Incidentes
Accidentes
Ocurrencias peligrosas
Cuasi Accidentes
Incidentes menores
Incidentes mayores
Causas directas
Causas Inmediatas
Causas primarias
Causas subyacentes
Causa raíz
Causas básicas
Causas múltiples
Condición Insegura
Acción Insegura

Investigación:

Es el proceso de recopilación y asimilación de hechos de un incidente.

Necesita ser llevado a cabo antes de comenzar el análisis .

Comprende tareas de **inspección** y de entrevistas a **testigos**.

Análisis:

Existen dos tipos de análisis: Análisis de Causa Raíz y Análisis de Tendencia.

Análisis de Causa Raíz:

Es el proceso de analizar los hechos precedentes de una investigación, identificar las causas básicas subyacentes del incidente y las acciones correctivas necesarias.

Análisis de Tendencias:

Es un repaso formal y el análisis de los datos del incidente con el propósito de evaluar la ejecución global, y enfoque de los recursos

Incidente:

Los incidentes tienen una causa y las mismas pueden ser determinadas y controladas.

Accidente:

Es un evento no deseado, ni planeado que puede resultar en daño físico, daño a la propiedad o pérdidas en el proceso.

IC: ¿Se podría decir que los accidentes son un subconjunto de los Incidentes?

Experto : Sí.

Ocurrencia peligrosa:

Es un incidente que bajo circunstancias un poco diferentes, puede tener como resultado una lesión significativa, enfermedad, daños a la propiedad, pérdidas en el proceso, o derrame de químicos peligrosos.

Cuasi accidente:

Idem. "Ocurrencia peligrosa"

Incidentes mayores

Incidentes que pueden terminar en:

- Fatalidad
- Causas con tiempo perdido (mayor a un día de trabajo).
- Amputación.
- Más de dos empleados que requieran hospitalización, por un solo evento, para observación o tratamiento.
- Daños mayores a la propiedad, perdidas de procesos o perdidas por interrupción del negocio mayores a u\$s 100.000
- Derrames significativos de químicos peligrosos.

Incidentes menores:

Incidentes que pueden resultar en:

- Tratamientos que van más allá de primeros auxilios.
- Primeros auxilios
- Daños menores a la propiedad, perdidas de procesos.
- Ocurrencia peligrosa o cuasi accidente que puede tener como resultado lesiones significativas, enfermedad, daños al propiedad, perdidas en el proceso, o derrame de químicos peligrosos.

Causa inmediata:

Estaban presentes inmediatamente antes del accidente.

Causa primarias:

Normalmente son bastante claras y fáciles de detectar.

Generalmente pueden ser “vistas” o “sentidas”.

Son causas primarias los actos y comportamientos inseguros y las condiciones inseguras.

Los “síntomas” o prácticas y condiciones por debajo del estándar.

Causas Raíz básicas:

Se trata de las causas reales detrás de los síntomas y por lo tanto el incidente.

A menudo se las llama “Subyacentes” o “Causas contribuyentes” o “Barreras”

Necesita encontrarse la prueba, pero una vez identificada, permite el control por parte de la Gerencia.

Causas Múltiples:

Existe un principio denominado de “Causas múltiples” que dice que:

Los problemas y eventos de pérdidas en la producción son rara vez, el resultado de una sola causa..

Generalmente, los incidentes son resultado de muchos factores desarrollados a través de secuencias de cambios y errores y por consiguiente proporcionan muchas oportunidades de intervenir o interrumpir la secuencia.

Una vez que empieza la secuencia:

- El rango de los efectos ira de insignificantes a catastróficos.
- Los tipos y grados de pérdidas dependen en parte de circunstancias, y en parte de las acciones tomadas para minimizar las pérdidas, tales como:
 - * Primeros auxilios inmediatos y cuidados médicos.
 - * Implementación efectiva de planes de acción de respuesta a emergencias.
 - * Reparación inmediata de daños al equipo y a la localidad.
 - * Plan de reforma a condiciones normales de trabajo efectivo.

Comportamiento / actos inseguros:

Son acciones realizadas por el accidentado o por otras personas que terminan o pueden terminar en un accidente o cuasi accidente.

- Ejemplos de estas acciones son :
- Realizar **trabajos en altura** sin el arnés de seguridad fijado a un punto seguro.
- Realizar tareas de mantenimiento sin cumplir el **procedimiento de bloqueo**.
- Ingresar a **espacios confinados** sin el entrenamiento y equipamiento adecuado.
- No utilizar o utilizar en forma inapropiada las protecciones personales de seguridad (tapones auditivos, zapatos de seguridad, guantes aislantes, etc.)
- Utilizar el equipo en condiciones inseguras (sin guardas, velocidad equivocada, eliminación o anulación de seguridades

Cabe destacar que según nuestras estadísticas el 80 % de las causas de accidentes se deben a comportamiento y/o actos inseguros el 20% restante a Condiciones inseguras

Condiciones Inseguras:

Un mal diseño o un mantenimiento deficiente de máquinas u equipos generan condiciones propicias para un accidente, ejemplo de estas son:

- Falta de barandas en escaleras o lugares altos.
- Condiciones ambientales (alto nivel de ruido, polvo, temperaturas extremas)
- Seguridades que no funcionan.
Cables con aislación defectuosa.

6.3 Resumen y comentarios del Experto

Esta terminología es la básica, más adelante tendremos que introducir nuevos términos más específicos

6.6 Análisis de sesión

El IC revisa los resultados y se pregunta a si mismo:

IC: ¿Se han conseguido los objetivos?

IC: Sí, el experto brindó un visión general de la terminología utilizada en el proceso ADA, se destacan en color fucsia los términos que merecen ser aclarados en futuras entrevistas.

IC: ¿Es necesario volver sobre el mismo?

IC: Por el momento no, es más conveniente profundizar en las primeras perspectivas con entrevistas estructuradas y si durante las mismas surgen otras perspectivas en ese caso se puede ampliar esta entrevista abierta con otra sesión similar

IC: ¿Se podría mejorar algo en la entrevista?

IC: El IC nos respetó las pausas de descanso programadas, por ello se percibía cierta falta concentración tanto en el experto como en el IC durante las últimas etapas de esta entrevista. En la próxima entrevista el IXC deberá ser más metódico en estos aspectos.

Detalle Sesión 7

Objetivo : Análisis de un caso real en el campo.

Entrevistado: Responsable de Seguridad Industrial del Latinoamérica

Técnica: Entrevista estructurada

Fecha: 24/6/02

Lugar: Administración Central Sala A

Duración estimada: 8 hs

Duración real: 8 hs

6.1 Preparación de preguntas

6.1 a ¿Cuál es la terminología básica utilizada en ADA?

6.2 Repaso del análisis de sesión anterior

IC: Durante la entrevista anterior obtuvimos la terminología básica de ADA , se definieron los términos

Investigación.

Análisis

Incidentes

Accidentes

Ocurrencias peligrosas

Cuasi Accidentes

Incidentes menores

Incidentes mayores

Causas directas

Causas Inmediatas

Causas primarias

Causas subyacentes

Causa raíz

Causas básicas

Causas múltiples

Condición Insegura

Acción Insegura

7.3 Explicar objetivos al experto

IC: La idea de esta entrevista es ver a un experto en acción sobre un caso real ,con el objetivo de detectar las acciones que el experto fijó a nivel inconsciente.

7.4 Educción

La siguiente Transcripción la obtuvo el IC de las notas y grabaciones que fue tomando durante el proceso ADA , no fue posible grabar todos los comentarios realizados en la planta ,debido al alto nivel de ruido ambiente que provocaba el proceso .Por ello en las zonas en que se manifestaba este problema se pasaba a tomar nota de la entrevista.

IC (7.1a): ¿Cuál es primer paso de ADA?

Experto:

Leer el “informe previo”

IC (71b): Anteriormente no lo nombramos ¿Qué es informe previo?

Experto:

El Supervisor a cargo del área en donde sucedió el accidente.

Este informe debe ser confeccionado como máximo una hora después de ocurrido el accidente.

El Supervisor debe entrevistar a los testigos presénciales (si existen) e inspeccionar el área donde ocurrió el accidente.

Vamos a ver el previo del accidente de Segovia Gustavo:

IDENTIFICACION

Planta: N° 2

Fecha del accidente:28/01/02

Nombre del lesionado/afectado: Segovia Gustavo

Turno: Tarde

Duración del turno: 8 hs

Legajo: 1759

Tipo de tarea (habitual/transitoria/entrenamiento): Habitual

Localización exacta del accidente.: Depósito A2, al final del pasillo 8

Nombre del Coordinador responsable del informe previo: Levi Alberto

Nombre de Testigos: Federico Ruiz

Equipo de análisis: J Perez

DESCRIPCION

Descripción del evento:

El EO Gustavo Segovia se encontraba en el pasillo 2 del depósito A1, transportando materiales solicitados para el segundo piso de planta.

Cuando llega al final del pasillo de referencia en vez de realizar la maniobra de giro de acuerdo al procedimiento conocido, decide trasladarse más allá de la línea de demarcación existente, para entrar al pasillo 1 de frente y así poder enviar el pedido de manera más rápida. En el impulso del retroceso, pierde el control del equipo y golpea la bandeja de alimentación de fuerza motriz a planta. El equipo frena por la reacción del operador al darse cuenta del choque y no por efecto del mismo. Por lo relatado por el EO, el equipo no patino al intentar frenarlo, por lo que se descarta al piso húmedo como causa raíz.

En caso de personal contratado

Agencia: - - - - -

ART: Federación Patronal

Lugar al que fue derivado: Hospital Italiano

TIPO

Clasificación del Accidente

Accidente con tiempo perdido (CTP) : **X**

Accidente sin tiempo perdido (STP)

Caso de primeros auxilios (PA)

DAÑO

Descripción de la lesión:

Parte del cuerpo lesionada:

Daño a la propiedad:

Rotura de bandeja porta-cable principal de alimentación de planta

Se debió cortar la energía de toda la planta deteniendo la producción por tres horas

FIRMAS

Responsable del informe: Levi Alberto

Gerente área: Gutiérrez Luis

Gerente de Planta: Braun Matías

C: ¿Cuál es el paso siguiente?

Experto:

El Coordinador que debe realizar el ADA toma este informe para comenzar el segundo paso, la investigación.

Para ello comienza a trabajar con la “Guía de identificación de principales causas y acciones correctivas”

IC : ¿Qué es la “Guía de identificación de principales causas y acciones correctivas”?

Experto:

Es una guía con cuestionarios prearmados, que en base a las respuestas que se van dando recorre sólo una parte del cuestionario permitiendo desechar el 80% (aproximadamente) del total de preguntas estándares que contiene la misma.

Esto asegura que el responsable del informe no omita ningún detalle, siguiendo un procedimiento contenido en la guía.

Luego de contestar las preguntas de la misma, se determina la causa raíz y la guía sugiere posibles acciones correctivas, en base a las mismas el responsable del informe determina la acción correctiva recomendada.

(En el apéndice E1 se detalla el total de preguntas de la guía)

Vamos a utilizar la guía para analizar el caso Segovia:

Experto

¿FUE UNA CONDICION INSEGURA UN FACTOR CONTRIBUYENTE?

NO

Notemos que esto permite descartar 16 preguntas de la guía, llevándonos directamente ala pregunta 2.0

IC: No aclaró por qué considera que no fue una “condición insegura el factor contribuyente” .

Experto:

Según el accidentado, el coordinador del turno y los informes de mantenimiento el Triloder que transportaba los materiales estaba en buenas condiciones .

El piso y estanterías están en perfectas condiciones de mantenimiento.

2.0 ¿FUE LA UBICACIÓN/POSICIÓN DEL EQUIPO /MATERIAL / TRABAJADOR(ES) UN FACTOR CONTRIBUYENTE?

NO

Esto permite descartar 11 preguntas de la lista, llevándonos al pregunta 3.0

IC: Recuerde que tiene que justificar la respuesta

Experto:

Los pallets del depósito estaban dentro de la ubicación preestablecida, por lo cual no existía nada que no permitiera operar el equipo en la zona de trabajo normal del mismo.

3.0 ¿LOS PROBLEMAS PERSONALES O FACTORES DE COMPORTAMIENTO FUERON UN FACTOR CONTRIBUYENTE?

SI , la guía nos lleva entonces a la pregunta 3.1

3.1 ¿Estaba el trabajador en condiciones físicas o psicológicas aptas para desarrollar el trabajo?

SI (Según los informes médicos)

La guía nos lleva entonces a la pregunta 3.2

3.2 ¿Alguna tarea en el proceso del trabajo era muy difícil para ser desarrollada (por ejemplo por ejemplo por concentración excesiva, o demandas físicas, tales como estrés físico o psicológico?

NO

La tarea es sencilla y se desarrolla en un ambiente de trabajo tranquilo.

Esto nos lleva a la pregunta 3.3 de la guía

3.3 ¿El trabajo está estructurado de tal forma que alienta a los trabajadores a efectuar desviaciones en los procedimientos de trabajo? (por ejemplo: incentivos, premios, etc.)

NO

Ya que según los coordinadores el procedimiento de trabajo es claro y las áreas y normas de trabajo son sencillas de cumplir.

Por otro lado el trabajador contaba con los elementos necesarios para cumplir los procedimientos.

3.4 ¿Tiene el trabajador el conocimiento o la habilidad requeridos?

SI

Recibió el curso de entrenamiento necesario de operación de triloader.

3.4 ¿Tiene el trabajador la motivación necesaria?

NO

Previamente el supervisor lo notaba desmotivado.

3.5 ¿Fue el abuso o descuido una causa?

SI

Dado que el operador excedió la zona segura de trabajo del equipo al traspasar la zona marcada en el piso.

3.9 ¿FUE LA FALTA DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL O DE EMERGENCIA UN FACTOR CONTRIBUYENTE DE LA LESION?

NO

El operador del triloader tenía todas las protecciones personales recomendadas por las normas para el área

(Esto permite saltar las siguientes 11 preguntas de la guía y pasar directamente a la pregunta 4.0)

4.7 ¿FUERON LOS PROCEDIMIENTOS DEL TRABAJO UN FACTOR DETERMINANTE EN LA LESIÓN/ENFERMEDAD?

SI

Ir a 4.8

4.8 ¿Existe un procedimiento o regla escrito o conocido para este trabajo?

Si

Ir a 4.9

4.8 A ¿Los procedimientos del trabajo prevén factores que puedan contribuir al accidente?

NO

4.8 B ¿El trabajador conocía los procedimientos del trabajo?

SI

4.8 C ¿El trabajador(es) siguió los procedimientos conocidos para el trabajo?

NO

4.9 ¿Alguna tarea en el proceso del trabajo era muy difícil para ser desarrollada (por ejemplo: concentración excesiva, o demandas físicas – demasiado estrés físico o psicológico)

NO

4.10 ¿El trabajo está estructurado de tal forma que alienta a los trabajadores a efectuar desviaciones en los procedimientos de trabajo? (por ejemplo: incentivos, premios, etc.)

NO

4.11 ¿Fue un mal liderazgo o supervisión un factor contribuyente?

NO

4.11 ¿FUE UN DEFECTO DEL SISTEMA ADMINISTRATIVO UN FACTOR DETERMINANTE EN EL ACCIDENTE?

NO

Esto nos permite saltar 20 preguntas

Como conclusión final la secuencia de preguntas marcan como causas raíz del accidente:

- Exceso de confianza en el manejo del equipo
- El trabajador no siguió los procedimientos conocidos para el trabajo

Como solución para la primera causa raíz la guía sugiere:

- Revisar como se reforzar el comportamiento

Como solución a la segunda causa raíz la guía aconseja:

- Revisar el procedimiento y mejorarlo si fuera necesario
- Disciplinar al trabajador por el desvío del procedimiento

6.3 Resumen y comentarios del Experto

Será conveniente que el SE experto tenga acceso a conocer:

- * Estado del mantenimiento de los equipos de planta.
- * También deberá tener acceso a los informes médicos y psicológicos del personal de planta (para saber si en el momento del accidente fue calificado como apto).
- * Capacitación recibida por el personal

La guía “Guía de identificación de principales causas y acciones correctivas” contiene muchas de las reglas básicas con que deberá contar el SE, para que sean eficaces deben ser refinadas.

7.6 Análisis de sesión

El IC revisa los resultados y se pregunta a si mismo:

IC: ¿Se han conseguido los objetivos?

IC: Sí, el experto brindó un visión general del procedimiento y nos encontramos con que la guía detalla bastante bien todas las alternativas que pueden aparecer en un accidente.

IC: ¿Es necesario volver sobre el mismo?

IC: Por el momento no, más adelante será necesario refinar las reglas de la guía.

B-3 ANALISIS DEL PROTOCOLO

El IC se dispone a realizar un Análisis de protocolo para observar como el Experto determina la causa raíz en un accidente.

Los pasos a seguir son:

Paso 1: Grabación del protocolo

Paso 2: Transcripción

Paso 3: Codificación

Paso 4: Interpretación

Paso 1: Grabación del protocolo

El IC explica lo que espera del experto:

El IC explica que el procedimiento se basa en presentar al experto un caso a resolver, quien deberá relatar en voz alta todo lo que piense durante la búsqueda de la solución.

El relato del experto será grabado y el IC participará como observador registrando que acciones realiza y el material de consulta necesario.

Puesta en Situación:

Antes de entrar en situación el IC propone al experto un ejercicio de puesta en situación , para que mediante esta práctica de "calentamiento" el experto tome confianza , el mismo debe olvidar el micrófono y la observación de manera de actuar con naturalidad.

Por ello se tomó como ejercicio de calentamiento un repaso del caso Segovia (ya visto en la sesión 7) , durante esta actividad el IC marcó al experto ciertas pautas a tener en cuenta durante la grabación (volumen de voz , claridad de las palabras) , luego se pasó al caso propuesto.

Registro del Protocolo

El IC Presenta el caso propuesto al experto, graba la sesión observando el comportamiento del experto.

El IC interviene lo menos posible, pero debe anotar cuidadosamente el comportamiento del experto (por ejemplo al buscar información de apoyo).

El caso propuesto es el siguiente:

Eduardo López estaba operando el autoelevador con carga cuando al acceder al dock de carga número tres cae desde 1,5 metros de altura, desde el piso del depósito al piso de la playa de camiones.

El camión no estaba correctamente arrimado a la puerta de carga tres, existía un espacio de dos metros entre el camión y el dock.

López no detectó esta situación siguiendo de largo y provocando así el accidente en cuestión.

El informe del Servicio médico reportó quebradura del antebrazo izquierdo motivo por el cual el trabajador no podrá asistir a planta por 1,5 meses, mientras que Mantenimiento reportó como daño a la propiedad la deformación de la cabina del autoelevador con un costo de reparación de \$ 4.000 .

Paso 2 Transcripción del protocolo :

El IC escucha la grabación y transcribe el protocolo segmentándolo, además se indica sobre la Transcripción las observaciones hechas sobre el comportamiento del experto en el momento de la resolución del problema.

Segmentación:

- ⇒ El experto comenta que es necesario utilizar como guía las tablas del sistema TASC (Técnica de análisis Sistemático de causas en el apéndice E3 se adjuntan las tablas).
- ⇒ Según los requisitos del TASC el experto opina que el informe no está completo
- ⇒ El experto verifica en el informe que en este caso el ejecutor de la tarea que provocó el accidente es también el accidentado.
- ⇒ El Experto consulta sobre la existencias de testigos presenciales
- ⇒ El coordinador del área comenta que el único testigo presencial fue el accidentado
- ⇒ El experto solicita los antecedentes del equipo autoelevador verificando que tanto Mantenimiento como Producción no registran inconvenientes en el mismo.
- ⇒ De todas maneras el experto solicita que un mecánico de mantenimiento pruebe el equipo verificando dispositivos de seguridad (frenos, cinturón de seguridad).
- ⇒ El mecánico confirma que todo funciona correctamente.
- ⇒ El experto consulta el historial de la zona de trabajo.
- ⇒ Encuentra que en 1999 en la puerta dos, Francisco Gómez tuvo un cuasi-accidente similar realizando la misma tarea, pudo evitar el accidente debido a que la carga que llevaba era menor.

- ⇒ El experto consulto los antecedentes de Eduardo López
- ⇒ Verificó que no registra accidentes, ni violaciones de procedimientos.
- ⇒ El experto consulto los antecedentes de Francisco Gómez.
- ⇒ Verificó una situación similar no registra accidentes, ni violaciones de procedimientos.
- ⇒ El experto quiere detectar si existió acción o condición insegura en ambos accidentes.
- ⇒ El experto considera necesario ver si los mecanismos de seguridad de la zona existían, estaban operativos o si fueron puenteados.
- ⇒ Confirmó que no existía ningún dispositivo de seguridad que verifique la presencia del camión.
- ⇒ El experto entrevista a Francisco Gómez como testigo no presencial.
- ⇒ Gómez comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
- ⇒ El experto entrevista luego a Eduardo López como testigo presencial.
- ⇒ López comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
- ⇒ El Experto entrevista al coordinador
- ⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.
- ⇒ Además comenta que ambos operarios son sumamente honestos.
- ⇒ El experto pregunta al Coordinador con que frecuencia era realizada la tarea por ambos operarios.
- ⇒ Responde que la efectuaban a diario.
- ⇒ El Experto pregunta al Coordinador que antigüedad en la empresa y en el puesto tienen López y Gómez.
- ⇒ López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto.
- ⇒ Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto.
- ⇒ El experto consulta al Servicio médico sobre la existencia de enfermedades previas al accidente en ambos casos (López y Gómez).
- ⇒ El Servicio médico responde que ambos no registran problemas físicos ni psicológicos
- ⇒ El experto pregunta si en ambos casos se registra algún mal hábito como ser consumo de drogas o alcohol.
- ⇒ El coordinador asegura que no registran antecedentes de consumo de alcohol o drogas.
- ⇒ El experto descarta en principio una acción insegura
- ⇒ El experto busca entonces antecedentes de accidentes similares en otras plantas del grupo empresario.

- ⇒ Encontró cinco accidentes similares en Colombia y tres en Brasil.
- ⇒ En todos ellos se tomó como causa inmediata la falta de visibilidad.
- ⇒ En Colombia el problema se solucionó instalando un cámara conectada a un monitor que permitía al operador verificar a través de la pantalla la posición correcta del camión
- ⇒ En Brasil se instalaron sensores de presencia inductivos que accionaban una cortina de elevación rápida sólo en el caso en que el camión estuviera correctamente ubicado
- ⇒ El experto solicitó la reconstrucción de los hechos.
- ⇒ Verificó que la visibilidad desde el autoelevador era nula.
- ⇒ En base a los antecedentes de: Gómez, López, otras Plantas (Brasil y Colombia) ,del Equipo (autoelevador) y de la zona

Tomando en cuenta los peritajes realizados por el perito mecánico y el perito en auto elevadores el experto desecha el supuesto de una acción insegura y toma como causa inmediata una condición insegura provocada por la falta de visibilidad.

- ⇒ La falta de visibilidad se debió a una Ingeniería inadecuada.
- ⇒ El experto consulta a Ingeniería para saber quién diseñó el sistema de carga.
- ⇒ Ingeniería responde que el proyecto fue realizado por el proveedor del sistema de carga.
- ⇒ El experto consulta a Ingeniería sobre los costos de las soluciones adoptadas por las plantas Brasil y por Colombia
- ⇒ La solución de los detectores de presencia enclavados electrónicamente con la cortina rápida costaba \$ 7.000
- ⇒ El Sistema de cámaras costaba \$ 12.000
- ⇒ El experto consulta a Mantenimiento, al Servicio médico, Legales y a Producción que costos generó el accidente de López.
- ⇒ Legales responde que no corresponde ninguna indemnización.
- ⇒ Mantenimiento reporta \$ 4.000 por el arreglo de la cabina del autoelevador.
- ⇒ Servicio Médico reporta \$ 500 de gatos por estudios .
- ⇒ Producción reporta \$ 2.000 de costo de material deteriorado durante el accidente más los costos por tiempo perdido.
- ⇒ El experto Justifica la inversión en el recupero que produce el dispositivo de seguridad.
- ⇒ Si se calculan los gastos médicos (\$ 500) tiempo perdido (\$.2000) y el daño a la propiedad (\$ 4.000), prácticamente con evitar un solo accidente se recupera la inversión.

- ⇒ La solución de los detectores de presencia es más económica que la de las cámaras.
- ⇒ El experto sugiere adoptar la solución de los detectores de presencia por lo bajo de su costo y la seguridad que otorga la cortina

Paso 3 Codificación del protocolo

En base a los términos utilizados por el experto y el material de consulta que utilizó durante el protocolo, se individualizan los siguientes conceptos:

| Concepto | Definición |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accidentado | Es la persona que sufrió el accidente |
| Causa inmediata | Estaban presentes inmediatamente antes del accidente. |
| Causa raíz | Se trata de las causas reales detrás de los síntomas y por lo tanto del incidente. A menudo se las llama "Subyacentes" o "Causas contribuyentes" o "Barreras" Necesita encontrarse la prueba, pero una vez identificada, permite el control por parte de la Gerencia. |
| Daño a la propiedad | Daños materiales que sufre la compañía a raíz del accidente. |
| Dispositivo de seguridad | Sistema de protección. |
| Ejecutor de tarea | Es la persona que realiza la tarea asociada al accidente. En muchos casos la persona que ejecuta la tarea es el accidentado. |
| Equipo | Máquina y/o proceso involucrado en el accidente |
| Hecho | Datos relevantes que permiten encontrar la causa del accidente, son suministrados por : el ejecutor de la tarea , Accidentados, Testigos , Peritos, antecedentes de accidentes similares. |
| Inversión | Capital necesario para eliminar la causa raíz |
| Lesión | Daño que sufre el accidentado |
| Perito | Consultor que emite su opinión sobre el preguntas que realiza el experto. |
| Solución | Propuesta de mejora que asegura la no repetición del accidente |
| Tarea | Procedimiento relacionado con el accidente |
| Testigo | Es la persona que presencié en forma o indirecta el accidente. |
| Tiempo perdido | Tiempo de parada de Línea / proceso que ocasionó el accidente |

Paso 3.1 Identificación de conceptos, características valores y relaciones

| Concepto | Característica | Valor |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accidentado | Nombre | texto |
| | Legajo | Número entero |
| | Edad | años |
| | Pertenencia | Personal propio Personal contratado directamente Personal contratado indirectamente (Empresa contratista) Visita |
| | Relación con línea o proceso involucrado en el accidente | Alta Media Baja Nula. |
| | Ejecutor de la tarea que provocó el accidente. | SI NO |
| | Antecedentes médicos | <ul style="list-style-type: none"> No registra problemas físicos ni psicológicos. Presenta problemas físicos y psicológicos. Presenta problemas físicos. Presenta problemas psicológicos. |
| | Informes médicos | Si el accidentado presenta problemas físicos y/o psicológico se adjunta descripción de los mismos. |
| | Malos hábitos | <ul style="list-style-type: none"> No se registran. Consumo de drogas. Consumo de alcohol. Otros (describir) |
| | Antecedentes (ADA) | * Informes ADA en que el accidentado sufrió un accidente o cuasi- accidente |
| Tendencia a accidentarse | <ul style="list-style-type: none"> ● Es propenso a los accidentes. ● No es propenso a accidentes. | |

| Concepto | Característica | Valor |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa inmediata | Caso | Número de informe, Nombre del caso |
| | Incertidumbre (del diagnóstico) | Alta Baja Nula |
| | Acción Insegura | <ul style="list-style-type: none"> • Operar sin autorización • Falla en alertar • Falla al bloquear • Operar a velocidad inapropiada • Desactivar dispositivo de seguridad • Usar equipamiento con defecto • No utilizar correctamente equipo de protección individual • Carga inapropiada • Localización inapropiada • Posición inapropiada para la tarea • Realizar mantenimiento con equipo en producción • Operar bajo influencia de alcohol o drogas. |
| | Condición insegura | <ul style="list-style-type: none"> • Guardas o barreras inadecuadas • Equipamiento de protección inadecuado • Herramientas con defecto • Equipamiento con defecto • Material con defecto • Espacio restringido • Espacio congestionado • Sistema de alerta inadecuado • Peligro de fuego • Peligro de explosión • Posición inadecuada • Falta de visibilidad • Desorden • Exposición a ruido • Exposición a radioactividad • Temperaturas extremas • Iluminación inadecuada • Ventilación inadecuada • Condiciones ambientales peligrosos |

| Concepto | Característica | Valor |
|--------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa raíz | Causa inmediata que provoca | IDEM valores de Causa Inmediata |
| | Acción Insegura | <ul style="list-style-type: none"> ● Factores personales ● Capacidad mental / psicológica inadecuada ● Stress Físico o fisiológico ● Stress Mental psicológico ● Falta de conocimiento ● Falta de habilidad ● Motivación inadecuada ● Liderazgo / Supervisión inadecuada ● Mantenimiento inadecuado ● Patrones de trabajo inadecuados ● Desgaste excesivo ● Abuso / uso inadecuado |
| | Condición insegura | <ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas / equipamiento inadecuados ● Ingeniería inadecuada ● Adquisición inadecuada |
| | Caso | Número de informe ADA, Nombre |
| Daño a la propiedad | Costo | \$ |
| | Impacto en la producción | <ul style="list-style-type: none"> ● Detiene la planta ● Detiene proceso ● Disminuye la productividad del proceso ● No influye en el proceso |
| Dispositivo de seguridad | Existencia | ● Si ● No |
| | Estado | ● Muy bueno ● Bueno ● Regular ● Malo |
| | Grado de utilización | ● Siempre ● Poco ● Nunca |
| Ejecutor de la tarea | Nombre | texto |
| | Legajo | años |
| | Accidentado | SI NO (el estado SI quiere decir que el ejecutor fue a la vez accidentado en el incidente en estudio) |
| | Edad | años |
| | Antigüedad en la compañía | años |
| | Antigüedad en el puesto | ● años ● meses |
| | Autorizado (a ejecutar tarea) | SI NO |
| | Conocimiento y práctica (de la tarea a ejecutar) | ● Muy Bueno ● Bueno ● Regular ● Malo |
| | Frecuencia (con que es realizada por el accidentado) | <ul style="list-style-type: none"> ● Diaria ● Semanal ● Mensual ● Esporádica ● Nunca |
| | | • |
| | Antecedentes médicos | <ul style="list-style-type: none"> • No registra problemas físicos ni psicológicos. • Presenta problemas físicos y psicológicos. • Presenta problemas físicos. • Presenta problemas psicológicos. |

| Concepto | Característica | Valor |
|----------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ejecutor de la tarea | Informes médicos | Si el accidentado presenta problemas físicos y/o psicológico se adjunta descripción de los mismos. |
| | Malos hábitos | <ul style="list-style-type: none"> No se registran. Consumo de drogas. Consumo de alcohol. Otros (describir) |
| | Antecedentes (ADA) | * Informes ADA en que el accidentado sufrió un accidente o cuasi-accidente |
| | Tendencia a accidentarse | <ul style="list-style-type: none"> ● Es propenso a los accidentes. ● No es propenso a accidentes. |
| Equipo | Mantenimiento | Bueno Malo Regular |
| | Calidad del Diseño (en el aspecto seguridad) | Seguro Inseguro |
| | Registra accidentes | SI NO |
| | Historial ADA | Texto |
| Hechos | Fecha | Fecha de ocurrencia del hecho |
| | Descripción | Texto: Descripción del hecho |
| | Fuente | ● Ejecutor ● Accidentado ● Testigo ● perito ● coordinador |
| Incidentes similares | Existencia | SI NO |
| | Sucedió en otra/s Planta/s | SI NO |
| | Nombre de Planta | Texto |
| | Ejecutores | Nombres, Legajos |
| | Accidentados | Nombre, Legajo |
| | Equipo | Nombre, fabricante |
| | Cantidad de incidentes registrados | Número entero |
| | Tipo de causa | Condición insegura Acción Insegura No se analizó |
| | Causa inmediata detectada | IDEM estados causa inmediata |
| | Causa raíz detectada | IDEM estados causa raíz |
| | Informe ADA | Texto |
| | Solución adoptada | Texto |
| Costo de la solución | \$ | |
| Ingeniería | Provisión | Propia Tercerizada |
| Inversión | Costo | \$ |
| | Justificación | Justificable NO justificable |
| | Caso | Nombre del caso |
| Lesión | Lugar del cuerpo | Cabeza, ojos, nariz, oído, torax, hobre, Antebrazo, brazo, pierna, mano, |
| | Gravedad | ● Grave ● Mediana ● Leve |
| | Gastos Médicos | \$ |

| Concepto | Característica | Valor |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Lesión | Lugar del cuerpo | Cabeza, ojos , nariz, oído, torax , hobre, Antebrazo , brazo , pierna , mano |
| | Gravedad | ● Grave ● Mediana ● Leve |
| | Gastos Médicos | \$ |
| | Indemnización | \$ |
| | Incapacidad permanente que ocasiona. | 0 a 100 % |
| Perito | Habilidad | ● Experto ● Senior ● Junior |
| Solución | Descripción | texto |
| | Valor | \$ |
| | Caso | Nombre del caso |
| Tarea | Antecedentes de accidentes | Número de accidentes que se registran en la tarea en cuestión |
| | Seguridad | ● Muy Alta ● Alta ● Regular ● Mala. |
| | Informes de accidentes | Texto : Descripción del accidente |
| Testigo | Fiabilidad | ● Honesto ● Mentiroso |
| | Conocimiento del proceso | ● Muy bueno ● Bueno ● Regular ● Nulo |
| | Tipo | ● Presencial ● No presencial |
| Tiempo perdido | Tiempo | Horas |
| | Costo | \$ |
| | Caso | Nombre del caso |

Identificación de relaciones

Se detectan las siguientes relaciones:

SIMILITUD , SELECCIÓN , JUSTIFICACION

SIMILITUD :

Relaciona los HECHOS y las CAUSAS probables de un accidente.

El experto busca permanentemente la similitud entre los hechos encontrados y las posibles causas del accidente.

Por ejemplo:

Al no encontrar similitud de ninguno de los estados posibles de las acciones inseguras con los hechos detectados (por testimonios, informes y observación) , el experto alcanza la primera conclusión, la misma permitió al experto descartar las acciones inseguras restringiendo así el espacio de búsqueda y pasando a otro estado del problema que consiste en detectar las condiciones inseguras.

| Posible estado (Acción insegura) | Hechos |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operar sin autorización | ⇒ López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto ⇒ Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto |

Tanto López como Gómez tenían antigüedad en el puesto, por lo cuál estaban autorizados entonces NO EXISTE SIMILITUD entre el hecho y este estado posible de una acción insegura

| Posible estado (Acción insegura) | Hechos |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operar a velocidad inapropiada | ⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra. |

Si cumplen todos los procedimientos no pueden operar a velocidad inadecuada por lo tanto NO EXISTE SIMILITUD entre el hecho y este estado posible de una acción insegura

| Posible estado (Acción insegura) | Hechos |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desactivar dispositivo de seguridad | ⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra |

Si cumplen todos los procedimientos no pueden operar a velocidad inadecuada por lo tanto NO EXISTE SIMILITUD entre el hecho y este estado posible de una acción insegura

| Posible estado (Acción insegura) | Hechos |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Falta de visibilidad | ⇒ López comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión. ⇒ El experto encontró cinco accidentes similares en Colombia y tres en Brasil, En todos ellos se tomó como causa inmediata la falta de visibilidad. |

EXISTE SIMILITUD entre los tres hechos y la causa probable " falta de visibilidad"

En forma similar al analizar la SIMILITUD de los estados restantes (Acción Insegura) con los hechos se llega a la conclusión que ningún hecho es similar a uno de los estados posibles que permiten determinar que la causa del accidente fue una acción insegura.

| Posibles estados | Hechos |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Usar equipamiento con defecto • No utilizar correctamente equipo de protección individual • Carga inapropiada • Localización inapropiada • Posición inapropiada para la tarea • Realizar mantenimiento con equipo en producción • Operar bajo influencia de alcohol o drogas | <p>⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.</p> <p>⇒ López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto.</p> <p>⇒ Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto.</p> <p>⇒ El Servicio médico responde que ambos no registran problemas físicos ni psicológicos.</p> <p>⇒ El coordinador asegura que no registran antecedentes de consumo de alcohol o drogas.</p> <p>⇒ Las tareas eran efectuadas a diario.</p> |

Vamos a ver en el punto 3.2 como el experto reduce drásticamente el proceso de búsqueda de la causa raíz con el empleo recurrente de este tipo de razonamiento por SIMILITUD .

JUSTIFICACION:

La justificación relaciona los COSTOS con la INVERSION.

SELECCIÓN.

Relaciona la INVERSION con la SOLUCION

El experto suma los costos de gastos médicos, indemnizaciones, daño a la propiedad y tiempo perdido y obtiene el costo del accidente los compara con las soluciones adoptadas en otras plantas y logra así seleccionar y justificar la inversión.

⇒ *El experto consulta a Ingeniería sobre los costos de las soluciones adoptadas por las plantas Brasil y por Colombia*

⇒ La solución de los detectores de presencia enclavados electrónicamente con la cortina rápida costaba \$ 7.000

⇒ El Sistema de cámaras costaba \$ 12.000

- ⇒ El experto consulta a Mantenimiento, al Servicio médico, Legales y a Producción que costos generó el accidente de López.
- ⇒ Legales responde que no corresponde ninguna indemnización.
- ⇒ Mantenimiento reporta \$ 4.000 por el arreglo de la cabina del autoelevador.
- ⇒ Servicio Médico reporta \$ 500 de gastos por estudios.
- ⇒ Producción reporta \$ 2.000 de costo de material deteriorado durante el accidente más los costos por tiempo perdido.
- ⇒ El experto sugiere adoptar la solución de los detectores de presencia por lo bajo de su costo y la seguridad que otorga la cortina.
- ⇒ El experto Justifica la inversión en el recupero que produce el dispositivo de seguridad.
- ⇒ Si se calculan los gastos médicos (\$ 500) tiempo perdido (\$.2000) y el daño a la propiedad (\$ 4.000) , prácticamente con evitar un solo accidente se recupera la inversión.
- ⇒ La solución de los detectores de presencia es más económica que la de las cámaras.
- ⇒ El experto sugiere adoptar la solución de los detectores de presencia por su bajo costo y la seguridad que otorga la cortina.

Paso 3.2 Identificación de la búsqueda en la codificación del protocolo:

Del análisis del experto se identifican los siguientes procedimientos de búsqueda:

1) Analizando los hechos, el experto puede descartar dentro del espacio de búsqueda de las causas inmediatas, todos los estados relacionados con acciones inseguras (tanto en la causa inmediata como la raíz).

Hechos:

- ⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.
- ⇒ López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto.
- ⇒ Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto.
- ⇒ El Servicio médico responde que ambos no registran problemas físicos ni psicológicos
- ⇒ El coordinador asegura que no registran antecedentes de consumo de alcohol o drogas
- ⇒ Las tareas eran efectuadas a diario.

Espacio de búsqueda (Causa inmediata - acciones inseguras)

- Operar sin autorización
- Falla en alertar
- Falla al bloquear
- Operar a velocidad inapropiada
- Desactivar dispositivo de seguridad
- Usar equipamiento con defecto
- No utilizar correctamente equipo de protección individual
- Carga inapropiada
- Localización inapropiada
- Posición inapropiada para la tarea
- Realizar mantenimiento con equipo en producción
- Operar bajo influencia de alcohol o drogas

Primera conclusión:

⇒ El experto descarta en principio una acción insegura

2) Descartando las acciones inseguras y sobre la base de los hechos ocurridos en la planta más las referencias de hechos similares en otras plantas el experto determina que la causa inmediata es una condición insegura generada por la falta de visibilidad.

Hechos :

- ⇒ Gómez comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
- ⇒ López comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
- ⇒ Encontró cinco accidentes similares en Colombia y tres en Brasil. ⇒ En todos ellos se tomó como causa inmediata la falta de visibilidad

Espacio de búsqueda:

El espacio de búsqueda restringe sólo a las condiciones inseguras (ver 1).

Por lo tanto las posibilidades son las siguientes:

- Guardas o barreras inadecuadas
- Equipamiento de protección inadecuado
- Herramientas con defecto
- Equipamiento con defecto
- Material con defecto
- Espacio restringido
- Espacio congestionado
- Sistema de alerta inadecuado
- Peligro de fuego
- Peligro de explosión
- Posición inadecuada
- **Falta de visibilidad ←**
- Desorden
- Exposición a ruido
- Exposición a radioactividad
- Temperaturas extremas
- Iluminación inadecuada
- Ventilación inadecuada
- Condiciones ambientales peligrosos

Segunda conclusión:

El experto compara el espacio de búsqueda con los hechos y encuentra que como causa inmediata la **falta de visibilidad**

⇒ En base a los antecedentes de:

Gómez

López

Otras Plantas (Brasil y Colombia)

Del Equipo (autoelevador)

De la zona

Y tomando en cuenta los peritajes realizados por el mecánico y el especialista en auto elevadores el experto desecha el supuesto de una acción insegura y toma como causa inmediata una condición insegura provocada por la falta de visibilidad.

3) Descartando nuevamente las acciones inseguras el espacio de búsqueda es el siguiente

- Herramientas / equipamiento inadecuados
- Ingeniería inadecuada
- Adquisición inadecuada

Hechos

- ⇒ La falta de visibilidad se debió a una Ingeniería inadecuada.
- ⇒ El experto consulta a Ingeniería para saber quién diseñó el sistema de carga.
- ⇒ Ingeniería responde que el proyecto fue realizado por el proveedor del sistema de carga.

Tercera conclusión

En base a los hechos se encuentra dos causas raíz:

- Ingeniería inadecuada
- Adquisición inadecuada

Paso 3.3: Identificación de operadores:

Del protocolo el IC extrae los operadores utilizados por el experto para generar nuevos estados en la resolución del problema y nueva información.

Se resaltan en negritas algunos términos que permitieron al experto descartar o afirmar suposiciones u obtener nueva información.

- ⇒ El experto **consultó** los antecedentes de Eduardo López
- ⇒ **Verificó** que no registra accidentes, ni violaciones de procedimientos.

- ⇒ El experto **consultó** los antecedentes de Francisco Gómez.
- ⇒ **Verificó** una situación similar no registra accidentes, ni violaciones de procedimientos.

- ⇒ El experto **considera necesario ver** si los mecanismos de seguridad de la zona existían , estaban operativos o si fueron puenteados.
- ⇒ **Confirmó** que no existía ningún dispositivo de seguridad que verifique la presencia del camión.

- ⇒ Gómez comenta que desde el autoelevador **no es posible verificar** visualmente la posición correcta del camión.

- ⇒ El experto **entrevista** luego a Eduardo López como testigo presencial.
- ⇒ López comenta que desde el autoelevador **no es posible verificar** visualmente la posición correcta del camión.
- ⇒ El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.

- ⇒ El experto **pregunta** al Coordinador con que frecuencia era realizada la tarea por ambos operarios.
- ⇒ Responde que la **efectuaban a diario**.

- ⇒ El Experto **pregunta** al Coordinador que antigüedad en la empresa y en el puesto tienen López y Gómez.

-
- ⇒ López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto.
 - ⇒ Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto.
 - ⇒ El experto **consulta** al Servicio médico sobre la existencia de enfermedades previas al accidente en ambos casos (López y Gómez).
 - ⇒ El Servicio médico **responde** que ambos no registran problemas físicos ni psicológicos
 - ⇒ El experto **pregunta** si en ambos casos se registra algún mal hábito como ser consumo de drogas o alcohol.
 - ⇒ El coordinador asegura que **no registran** antecedentes de consumo de alcohol o drogas.
 - ⇒ El experto **descarta** en principio una acción insegura
 - ⇒ El experto **busca** entonces antecedentes de accidentes similares en otras plantas del grupo empresario.
 - ⇒ **Encontró** cinco accidentes similares en Colombia y tres en Brasil.
 - ⇒ En todos ellos se **tomó** como causa inmediata la falta de visibilidad.
 - ⇒ En Colombia el problema se solucionó instalando un cámara conectada a un monitor que permitía al operador verificar a través de la pantalla la posición correcta del camión
 - ⇒ En Brasil **se instalaron** sensores de presencia inductivos que accionaban una cortina de elevación rápida sólo en el caso en que el camión estuviera correctamente ubicado
 - ⇒ El experto **solicitó la reconstrucción** de los hechos.
 - ⇒ **Verificó** que la visibilidad desde el autoelevador era nula.
 - ⇒ **En base a los antecedentes** de:
 - Gómez , López, otras Plantas (Brasil y Colombia), del Equipo (autoelevador), de la zona
 - Y tomando en cuenta los peritajes realizados por el perito mecánico y el perito en auto elevadores el experto **desecha** el supuesto de una acción insegura y toma como causa inmediata una condición insegura provocada por la falta de visibilidad.*
 - ⇒ La falta de visibilidad **se debió** a una Ingeniería inadecuada.
 - ⇒ El experto **consulta** a Ingeniería para saber quién diseñó el sistema de carga.
 - ⇒ Ingeniería **responde** que el proyecto fue realizado por el proveedor del sistema de carga.
 - ⇒ *El experto **consulta** a Ingeniería sobre los costos de las soluciones adoptadas por las plantas Brasil y por Colombia*
 - ⇒ Legales **responde** que no corresponde ninguna indemnización.
 - ⇒ Mantenimiento **reporta** \$ 4.000 por el arreglo de la cabina del autoelevador.
 - ⇒ Servicio Médico **reporta** \$ 500 de gatos por estudios.
 - ⇒ Producción **reporta** \$ 2.000 de costo de material deteriorado durante el accidente más los costos por tiempo perdido.
 - ⇒ El experto **Justifica** la inversión en el recupero que produce el dispositivo de seguridad.

Notemos que cada vez que el experto consulta y verifica está consolidando o descartando una suposición basada en las causa posible (ver tabla TASC en archivo E3)

Paso 3,4 identificación de las inferencias

INFERENCIA 1

SI (

El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.

Y López tiene 20 años de antigüedad en la empresa y 10 años en el puesto.

Y Gómez tiene 15 años de antigüedad en la empresa y 12 años en el puesto.

Y El Servicio médico responde que ambos no registran problemas físicos ni psicológicos

Y El coordinador asegura que no registran antecedentes de consumo de alcohol o drogas

Y Las tareas eran efectuadas a diario.

Y El coordinador comenta que tanto López como Gómez siempre siguen los procedimientos al pie de la letra.

)

Y NO SON SIMILARES A LAS CAUSAS

(

Operar sin autorización Falla en alertar Falla al bloquear Operar a velocidad inapropiada

Desactivar dispositivo de seguridad Usar equipamiento con defecto

No utilizar correctamente equipo de protección individual Carga inapropiada Localización inapropiada

Posición inapropiada para la tarea Realizar mantenimiento con equipo en producción

Operar bajo influencia de alcohol o drogas

)

ENTONCES

No existió una acción insegura

En principio la causa fue una condición insegura

Vamos a detallar la inferencia 1 basándonos en la tabla CAV.

SI (

Ejecutor (Nombre. Antigüedad en la compañía) = López, 20 años Y
 Ejecutor (Nombre. Antigüedad en el puesto) =López, 10 años Y
 Ejecutor (Nombre. Antigüedad en la compañía) = Gómez, 15 años Y
 Ejecutor (Nombre. Antigüedad en el puesto) =Gómez, 12 años Y
 Ejecutor (Nombre. Antecedentes médicos) = Nos e registran problemas fisiológicos o psíquicos Y
 Ejecutor (Nombre. Malos hábitos) =López, No se registran Y
 Ejecutor (Nombre. Malos hábitos) =Gómez, No se registran Y
 Ejecutor (Nombre. frecuencia) =López, Diaria Y
 Ejecutor (Nombre. frecuencia) =Gómez, Diaria Y
 Ejecutor (Nombre, Conocimiento y práctica) = López, Muy bueno Y
 Ejecutor (Nombre, Conocimiento y práctica) = Gómez, Muy bueno.

)
Y NO (

Causa inmediata (Acción Insegura) = Operar sin autorización
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Falla en alertar
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Falla al bloquear
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Operar a velocidad inapropiada
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Desactivar dispositivo de seguridad
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Usar equipamiento con defecto
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = No utilizar correctamente equipo de protección individual
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Carga inapropiada
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Localización inapropiada
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Posición inapropiada para la tarea
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Realizar mantenimiento con equipo en producción
 O Causa inmediata (Acción Insegura) = Operar bajo influencia de alcohol o drogas
)

ENTONCES

Causa inmediata (Caso) ≠ López, Acción Insegura

SI (Causa inmediata (López) ≠ Acción Insegura)
 ENTONCES (Causa inmediata (López) = Condición Insegura
 Causa inmediata (López, incertidumbre) = Baja)

Observaciones: “La palabra EN PRINCIPIO da un grado de incertidumbre bajo pero no nulo”

INFERENCIA 2

SI (Gómez comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
Y López comenta que desde el autoelevador no es posible verificar visualmente la posición correcta del camión.
Y Encontró cinco accidentes similares en Colombia y tres en Brasil. ⇒ En todos ellos se tomó como causa inmediata la falta de visibilidad
)

**Y NO SON SIMILARES AL RESTO DE CONDICIONES INSEGURAS
POSIBLES**

(
O Guardas o barreras inadecuadas O Equipamiento de protección
inadecuado O Herramientas con defecto
O Equipamiento con defecto O Material con defecto O Espacio restringido
O Espacio congestionado
O Sistema de alerta inadecuado O Peligro de fuego O Peligro de explosión
O Posición inadecuada
O Desorden O Exposición a ruido O Exposición a radioactividad O
Temperaturas extremas
O Iluminación inadecuada O Ventilación inadecuada O Condiciones
ambientales peligrosos
)

ENTONCES

Se verifica que la causa raíz fue una condición insegura
La condición insegura fue generada por la falta de visibilidad

Vamos a detallar la inferencia 2 basándonos en la tabla CAV.

SI (

- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Falta de visibilidad
- Y Incidentes similares (Caso, Causa inmediata detectada) =Gómez, Falta de visibilidad
- Y Incidentes similares (Planta, Cantidad)= Colombia ,5
- Y Incidentes similares (Planta, Cantidad)= Brasil ,3
- Y Incidentes similares (Caso, Causa inmediata detectada)= Brasil, Cond insegura falta de visibilidad
- Y Incidentes similares (Caso, Causa inmediata, detectada)= Colombia, Cond insegura, falta de visibilidad

)

Y NO (

- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Guarda barreras inadecuadas
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Equipamiento de protección inadecuado
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Herramienta con defecto
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Material con defecto
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Espacio restringido
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Espacio congestionado
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Peligro de fuego
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Peligro de explosión
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Posición inadecuada
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Desorden
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Exposición a ruido
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Exposición a radioactividad
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Temperaturas extremas
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Iluminación inadecuada
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Ventilación inadecuada
- Causa inmediata (Caso, Condición insegura) =López, Iluminación inadecuada

)

ENTONCES

- Causa inmediata (Caso, Acción Insegura , Condición Insegura) = López, Ninguna , Falta de visibilidad
- Causa inmediata (López, incertidumbre) = Nula

Observaciones: En la inferencia 1 se determinó que en principio (incertidumbre baja) la causa inmediata era una Condición Insegura en la inferencia 2 se confirma que fue una condición insegura por lo tanto la incertidumbre ya no existe (Nula)

INFERENCIA 3

SI

(
Las herramientas eran las adecuadas
)

ENTONCES

La falta de visibilidad fue ocasionada por *Ingeniería inadecuada* o una *Adquisición inadecuada*

Vamos a detallar la inferencia 3 basándonos en la tabla CAV.

SI

Causa raíz (Caso , Causa inmediata (Con Inseg)) \neq López, Herramientas inadecuadas

ENTONCES

(
Causa raíz (Caso , Causa inmediata (Con Inseg), Incertidumbre) = López, Ingeniería Inadecuada, Alta
O Causa raíz (Caso , Causa inmediata (Con Inseg), Incertidumbre) = López, Compra Inadecuada, Alta
)

Observaciones: mediante esta inferencia sabemos que podemos descartar el uso de Herramientas inadecuadas pero no podemos saber si la causa raíz fue una Ingeniería Inadecuada o una compra inadecuada , la incertidumbre entre ambas posibilidades es alta.

INFERENCIA 4

SI (La Ingeniería fue provista por el proveedores)
ENTONCES La causa raíz fue una Compra Inadecuada

Vamos a detallar la inferencia 4 basándonos en la tabla CAV.

SI
Ingeniería (tipo) = Tercerizada

ENTONCES
Causa raíz (Caso, Causa inmediata (Condición Insegura), Incertidumbre) =
López, Compra Inadecuada, Nula

Observaciones: mediante esta inferencia sabemos que la ingeniería fue comprada a un tercero entonces la causa raíz fue una compra inadecuada se eliminó la incertidumbre de la Inferencia 3 (en la inferencia 4 la incertidumbre es por lo tanto Nula).

INFERENCIA 5

SI (
La solución de los detectores de presencia enclavados electrónicamente con
cortina rápida costaba \$ 7.000
Y Sistema de cámaras costaba \$ 12.000
)

ENTONCES
La solución de los detectores de presencia es más económica que la de las
cámaras

SI (
La solución de los detectores de presencia es más económica que la de las
cámaras
)

ENTONCES
Se adopta como solución el sistema de detectores de presencia

Vamos a detallar la inferencia 5 basándonos en la tabla CAV.

SI

Solución (Caso , Costo)) = Brasil, \$ 7000 < Solución (Caso , Costo)) = Colombia, \$ 12000

ENTONCES

Solución (López, Costo, Descripción) = Solución (Brasil , \$7000, detectores de presencia)

Inversión (López, Costo)= \$ 7000

INFERENCIA 6

SI (

La solución de los detectores de presencia enclavados electrónicamente con la cortina rápida costaba \$ 7.000

Y Mantenimiento reporta \$ 4.000 por el arreglo de la cabina del autolevador.

Y Servicio Médico reporta \$ 500 de gastos por estudios .

Y Producción reporta \$ 2.000 de costo de material deteriorado durante el accidente más los costos por tiempo perdido.

Y El experto sugiere adoptar la solución de los detectores de presencia por lo bajo de su costo y la seguridad que otorga la cortina.

)

ENTONCES

Si se calculan los gastos médicos (\$ 500) tiempo perdido (\$.2000) y el daño a la propiedad (\$ 4.000) , prácticamente con evitar un solo accidente se recupera la inversión.

El experto Justifica la inversión en el recupero que produce el dispositivo de seguridad

Vamos a detallar la inferencia 6 basándonos en la tabla CAV.

SI (

(Daño a la propiedad (Costo) = \$ 4000) + (Lesión (Gastos médicos)= \$ 500) + Tiempo perdido (costo) = \$2000) < Inversión (López, \$ 7000)

ENTONCES

Inversión (López, justificación)= Justificable

Paso 3.5 identificación Sinónimos, metacomentarios e incertidumbres

Sinónimos:

El experto utilizó la palabra **consulta** y **pregunta** indistintamente.
Utiliza los términos **verificar** y **confirmar** indistintamente.

Metacomentarios:

Analizando el discurso se detectan términos que ponen a la vista del IC : criterios estratégicos que guían el proceso de resolución, se detectan submetas , prioridades , preferencias ,Excepciones, generalizaciones , el contexto del caso.

El IC detectó los siguientes metacomentarios:

⇒ El experto comenta que es necesario utilizar como guía las tablas del sistema TASC (Técnica de análisis Sistemático de causas en el apéndice E3 se adjuntan las tablas)

⇒ Según los requisitos del TASC el experto opina que el informe no está completo

⇒ El experto quiere detectar si existió acción o condición insegura en ambos accidentes.

⇒ El experto descarta en principio una acción insegura

⇒ El experto busca entonces antecedentes de accidentes similares en otras plantas del grupo empresario.

⇒ Verificó que la visibilidad desde el autoelevador era nula.

⇒ En base a los antecedentes de:

Gómez

López

Otras Plantas (Brasil y Colombia)

Del Equipo (autoelevador)

De la zona

Y tomando en cuenta los peritajes realizados por el perito mecánico y el perito en auto elevadores el experto desecha el supuesto de una acción insegura y toma como causa inmediata una condición insegura provocada por la falta de visibilidad.

⇒ La falta de visibilidad se debió a una Ingeniería inadecuada.

⇒ El experto Justifica la inversión en el recupero que produce el dispositivo de seguridad.

⇒ Se adopta como solución el sistema de detectores de presencia

Incertidumbres

⇒ El experto descarta en principio una acción insegura

En esta frase el experto deja entrever un cierto grado de incertidumbre a pesar de que que el TASC le permitía descartar las acciones inseguras como causa del accidente.

Finalmente al encontrar la condición insegura asociada a la causa raíz , la incertidumbre que expresa la frase en principio es eliminada.

Paso 4 : Interpretación

El experto basa su estrategia en la siguiente secuencia:

- 1) Buscar la veracidad y completitud de los hechos mediante la opinión y/o datos obtenidos de testigos , peritos , casos similares (dentro y fuera de la planta) , registros médicos, registros de mantenimiento y antecedentes de RRHH.
- 2) Comparar todas las causas de accidentes posibles (fijadas por el TASC) con los hechos, confirmando o descartando causas por el grado de similitud con los hechos.
- 3) Evaluar costos del accidente.
- 4) Buscar soluciones posibles.
- 5) Seleccionar una solución.
- 6) Justificar la conveniencia de la solución adoptada

B-4 Emparrillado

Introducción

El experto comenta al IC que un factor importante a tener en cuenta en el análisis de accidentes son las características relacionadas con la seguridad de las líneas y/o procesos de producción.

Existen líneas que por el diseño del fabricante o por un mal mantenimiento son más peligrosas de operar que otras.

En muchos casos el personal afectado a una línea recibió una buena capacitación pero en otras líneas esto no sucede, debido a que los operadores son nuevos o por falta de planificación de los coordinadores.

En base a estos datos el IC consideró conveniente para la adquisición de conocimientos del SE evaluar las características de seguridad de las líneas/procesos de planta mediante la técnica de Emparrillado.

Para ello aplicó los cinco pasos de esta técnica:

Paso 1 Identificación de elementos

Los elementos seleccionados entre el Experto y el IC corresponden a las líneas / procesos que realizan el 90 % de la producción de la Planta, estas son:

| Línea / proceso | Elemento | Modelo | Fabricante de la línea o proceso |
|-----------------|----------|--------|----------------------------------|
| Envasadora 1 | E1 | A 300 | Moeller AG |
| Envasadora 2 | E2 | A 450 | Moeller AG |
| Envasadora 3 | E3 | R 3 | CORN SA |
| Paletizador | E4 | L 421 | SM SA |
| Mezclador | E5 | P 1 | Desarrollado en planta |

El Mezclador provee la materia prima básica para las tres envasadoras (cada una envasa un formato diferente), luego se paletiza el producto proveniente de las mismas en un paletizador.

Paso 2 Identificación de características:

El IC seleccionó con ayuda del Experto las características más importantes de una línea /proceso relacionadas con la seguridad.

Se ponderó cada característica de 1 a 5,0 siendo 5 el valor deseado de una característica segura.

| Característica | | Detalle | Valor | |
|------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Índice de Accidentes | C1 | Es un registro histórico de los accidentes de la línea /proceso | 5 | Cero accidentes |
| | | | 4 | ∃ menos de 2 accidentes leves/año |
| | | | 3 | ∃ menos de 2 accidentes graves/año |
| | | | 2 | ∃ menos de 5 accidentes graves/año |
| | | | 1 | ∃ más de 10 accidentes graves/año |
| Condiciones inseguras | C2 | SE contabilizan las condiciones inseguras detectadas durante las inspecciones de seguridad de cada línea / proceso | 5 | No existen CI |
| | | | 4 | ∃ 1 CI/año |
| | | | 3 | ∃ 2 CI/año |
| | | | 2 | ∃ 4 CI/año |
| | | | 1 | ∃ más de 4 CI/ año |
| Acciones Inseguras | C3 | SE contabilizan las acciones inseguras observadas las inspecciones de seguridad de cada línea / proceso. AI: Acción insegura | 5 | No existen AI |
| | | | 4 | ∃ 1 AI/año |
| | | | 3 | ∃ 2 AI/año |
| | | | 2 | ∃ 3 AI/año |
| | | | 1 | ∃ más de 4 AI/ año |
| Entrenamiento | C4 | Se evalúa la cantidad, calidad y resultados de los entrenamientos de operación de maquina y seguridad del personal afectado | 5 | Curso de Inspecciones de seguridad Curso identificación riesgo Curso bloqueo + Operación |
| | | | 4 | Curso identificación riesgo Curso bloqueo + Operación |
| | | | 3 | Curso bloqueo + Operación |
| | | | 2 | Curso operación máquina |
| | | | 1 | No recibió ningún curso |
| Mantenimiento | C5 | Se evalúa el mantenimiento en función del TMF (TMF: Tiempo entre falla) | 5 | TMF \geq 2000 hs |
| | | | 4 | 2000 > TMF \geq 1500 hs |
| | | | 3 | 1500 > TMF \geq 1000 hs |
| | | | 2 | 1000 > TMF \geq 500 hs |
| | | | 1 | 500 > TMF |

Contra característica:

En base a esta tabla define con Cx la característica y con **NO Cx** la contra característica

C1 : Sin accidentes

NO C1: Alto índice de accidentes

C2 : Máquina /proceso seguro

NO C2: Máquina / proceso inseguro

C3 : La tarea es ejecutada en forma segura, siguiendo los procedimientos de seguridad

NO C3: La tarea es ejecutada en forma insegura, no se sigue procedimiento.

C4 : El ejecutor de la tarea tiene el entrenamiento necesario para operar en forma segura

C4 : El ejecutor de la tarea **NO** ha recibido el entrenamiento necesario para operar en forma segura

C5 : La máquina / proceso está bien mantenida.

NO C5 : La máquina /proceso no recibe el mantenimiento adecuado.

Paso 3: Diseño de parrilla

| Parrilla Evaluada | | Envasadora 1 | Envasadora 2 | Envasadora 3 | Paletizador | Mezclador |
|------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
| Índice de accidentes | C1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| Condiciones Inseguras | C2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| Acciones Inseguras | C3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| Entrenamiento | C4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Mantenimiento | C5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 |

Paso 4: Formalización

Clasificación de elementos:

A partir de la parrilla establecida por el experto se construye una matriz de distancias entre los elementos.

| Distancia entre elementos | Env 1 | Env 2 | Env 3 | Palet | Mezcl |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
| Envasadora 1 | | 1 | 8 | 9 | 15 |
| Envasadora 2 | | | 7 | 8 | 14 |
| Envasadora 3 | | | | 1 | 7 |
| Paletizador | | | | | 6 |
| Mezclador | | | | | |

Para más detalle de cálculos de características ver CONTROL 18.

A continuación se exponen los resultados obtenidos

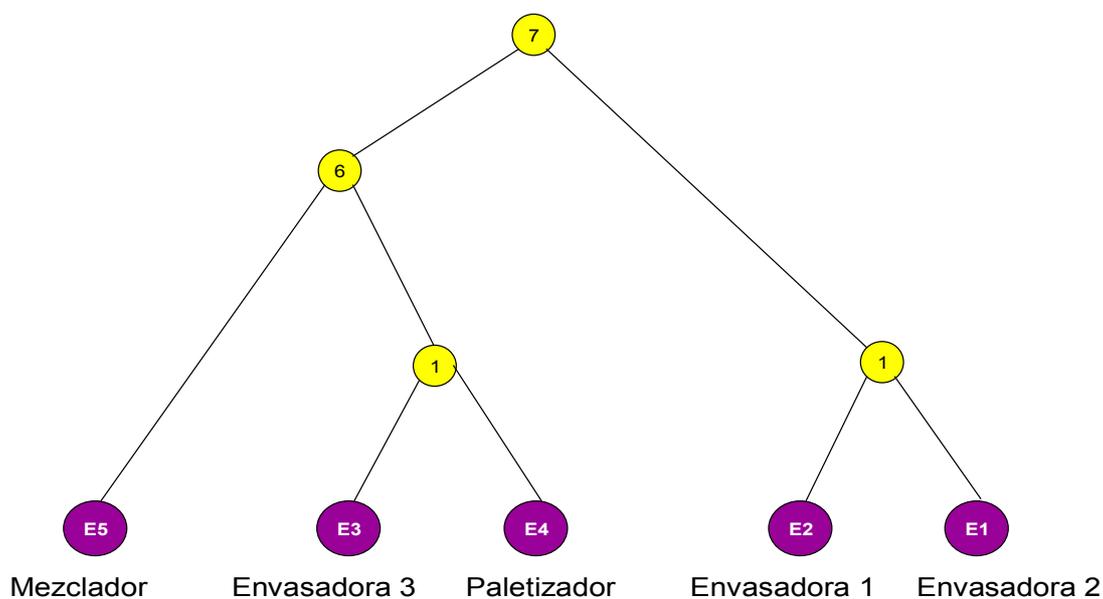


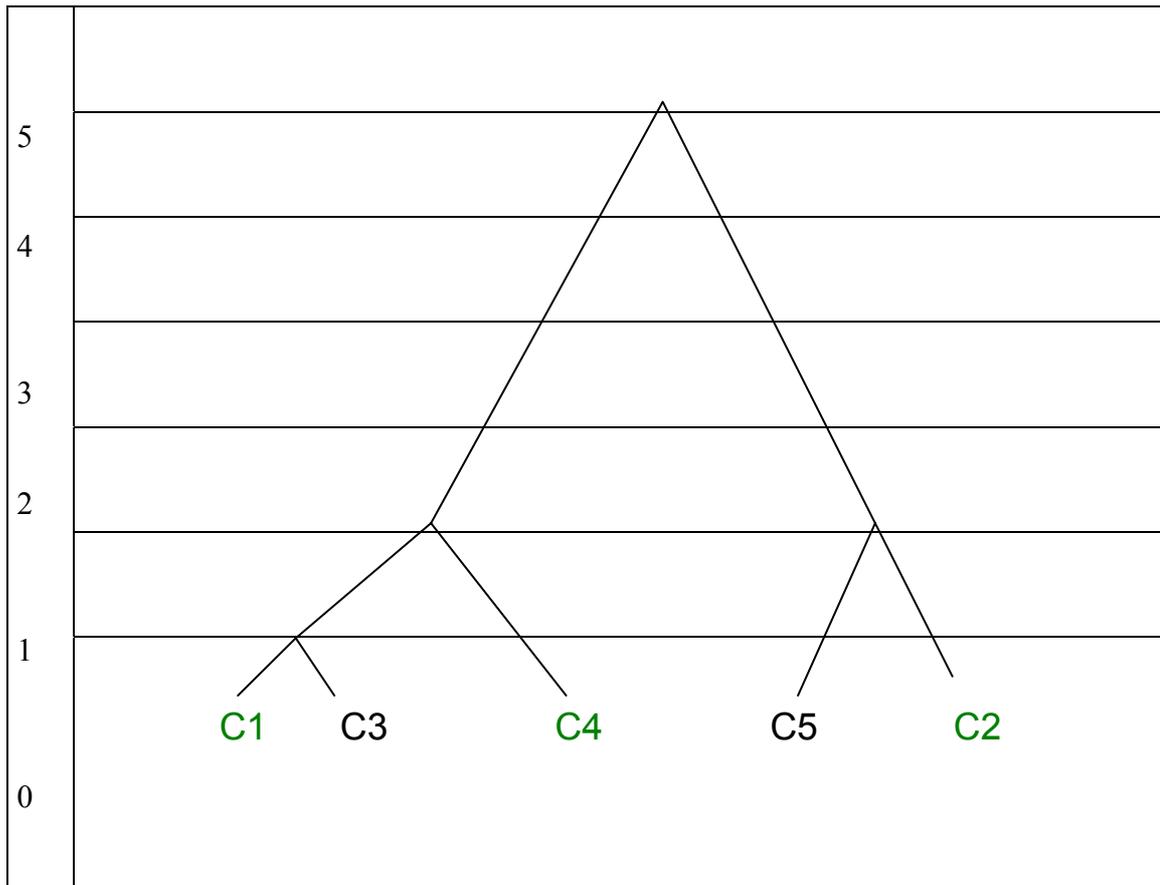
Fig. B4-1 Árbol ordenado de Matriz de distancias de los elementos

Clasificación de características:

| Parrilla Evaluada | Envasadora 1 | Envasadora 2 | Envasadora 3 | Paletizador | Mezclador | |
|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|-----------|---|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | |
| | Indice de accidentes | C1 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| Condiciones Inseguras | C2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| Acciones Inseguras | C3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| Entrenamiento | C4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Mantenimiento | C5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 |

Para más detalle de cálculos de características ver CONTROL 18.

A continuación se exponen los resultados obtenidos



Índice
Accidentes

Acciones
Inseguras.

Entrenamiento

Mantenimiento

Condiciones
Inseguras.

Figura B4-2: Árbol ordenado de características

Proceso 5: Análisis de resultados

El IC examina y discute con el experto los árboles ordenados:

Analizando la figura 3 (Árbol ordenado de Matriz de distancias entre elementos) desde el punto de vista de **los elementos** podemos observar que E1 y E2 están muy cerca y esto tiene lógica dado que ambas envasadoras fueron diseñadas por el mismo fabricante de máquinas (MoellerAG) con criterios de seguridad similares.

En cambio E3 (fabricada por CORN SA) se distancia de E1 y E2 debido a que los criterios de diseño en cuanto a seguridad son más pobres que los utilizados por Moeller AG.

En el caso de E3 y E4 la cercanía se debe a sus pobres características generales.

En el caso de E5 sus características generales empeoran respecto de E3 y E4 y empeora mucho más si se las compara con E1 y E2, esto se debe a que E5 (mezclador) es un diseño propio de la planta que está en una etapa experimental, no existía en el mercado un proveedor que suministrara este tipo de mezclador llave en mano, por ello se recurrió a un desarrollo propio de la planta.

Además la gestión de Mantenimiento y Producción de la planta fue dividida en dos equipos de coordinación diferentes el primero coordina las actividades de E1 y E2 y el segundo de E5, E3 y E4 esta diferencia en la calidad de la gestión de ambos equipos se ve reflejada en las distancias entre elementos.

El Experto considera que las **distancias entre características** que se observa en la figura 4 coinciden bastante con la realidad dado que:

Según estadísticas de seguridad industrial realizadas en muchas plantas durante varios años el 85% de los accidentes se deben a Acciones inseguras (C3) y el 15 % a condiciones inseguras (C2).

Por ello C1(índice de accidentes) y C3 están muy cerca, por otro lado la falta de entrenamiento puede conducir a realizar Acciones inseguras por ello [C1-C3] están muy relacionadas con C4 (Entrenamiento).

Es decir que un buen entrenamiento trae aparejado (en general) la reducción de las acciones inseguras, como consecuencia se reduce el número de accidentes y por lo tanto se reduce el Índice de accidentes.

El IC cuestiona al experto si no es posible suponer que C1 y C3 pueden ser representadas por una sola característica dado que la distancia mínima entre ambas es cero.

El experto refuta esta suposición basado en que:

Hay que tener en cuenta que el índice de accidentes (C1) no sólo está influenciado por las acciones inseguras (85 % de los casos) sino que además están influenciados por las condiciones inseguras (15% de los casos) por lo cual C1 y C3 no se pueden resumir en una sola característica a pesar de lo que indica la distancia igual a cero.

Una máquina con un mal diseño o un mal mantenimiento puede tener un índice de accidentes malo a pesar de que no existan acciones inseguras en la misma.

La cercanía entre C5 (mantenimiento) y C2 (Condiciones inseguras) es lógica debido a que un mal mantenimiento puede causar en una máquina bien diseñada condiciones inseguras, que no presentaba cuando era nueva.

Red de relaciones entre características:

El IC busca establecer una red de relaciones entre las diferentes características. Las trazas de carácter que aparecen ligadas en el árbol ordenado se estudian dos a dos. Por cada doble par, se intenta establecer si existe relación del tipo : Paralela, Recíproca, Ortogonal o Ambigua

Para los pares (C4, C3) y (C5,C2)

C4 (Entrenamiento malo) → C3 (Acciones inseguras)

C5 (Mantenimiento malo) → C2 (Condiciones inseguras)

Notemos que la relación C4→ C3 no es recíproca debido a que no necesariamente una acción insegura es cometida por falta de entrenamiento, en muchos casos se debe a exceso de confianza o a no practicar los métodos sugeridos en el entrenamiento.

Lo mismo sucede con C5→ C2, una condición insegura no siempre es generada por un mal mantenimiento muchas veces es generada por fallas en el diseño o por la compra de materia prima inapropiada.

La relación entre C4→C3 y C5→ C2 es paralela

CAPITULO C: CONCEPTUALIZACION

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|---------------------------------------------------------------|-------------|
| C-1 | Introducción | 91 |
| C-2 | Paso 1 Obtención de Glosario, Diccionario y CAV | 93 |
| C-3 | Paso 2 Relaciones entre Conceptos | 99 |
| C-4 | Paso 3 Árbol de descomposición y Descripción de funciones | 101 |
| C-5 | Paso 4 Fórmulas - Tablas de Decisión - Seudorreglas | 103 |
| C-6 | Paso 5 Detalle de atributos- Modelo Estático- Modelo Dinámico | 109 |

C1) Introducción

Basados en las entrevistas realizadas durante las etapas del estudio de viabilidad y adquisición de conocimientos del **SE de Análisis de accidentes** se procederá a continuar con la etapa de Conceptualización para ello se planificó seguir el esquema descrito en la tabla C1-1:

TABLA C1-1

| Paso | Objetivo | |
|------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 | Glosario | |
| | Diccionario | |
| | Tabla CAV | |
| 2 | Relaciones entre conceptos. | |
| 3 | Árbol de descomposición funcional | |
| | Descripción funciones | |
| 4 | Formulas | |
| | Tabla de decisión | |
| | Seudo reglas | |
| 5 | Detalle de cada atributo | |
| 6 | SINTESIS | Modelo estático |
| | | Modelo dinámico |
| | | Mapa de conocimiento |

C-2 Paso 1 Obtención de Glosario, Diccionario y CAV

El IC revisó con el Experto la lista y definición de conceptos obtenidos durante la ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS (ver sección B) .

Dado que la cantidad de conceptos aún resultaba elevada (18) , analizando los mismos se puede visualizar que muchos son simplemente información que podrían estar contenidos en una base de datos y otros en cambio son resultados intermedios o finales de un razonamiento experto (por ejemplo CAUSA INMEDIATA , INCERTIDUMBRE).

Por ello en esta etapa el IC consideró necesario no pensar sólo en un sistema experto sino en sistema compuesto por dos subsistemas que interactúan:

- 1) **SAD (Sistema de Adquisición de datos)** : Implementado mediante una base de datos que toma datos en red local (existente) a través de las PC . Este sistema proveerá al Sistema Experto y a los responsables del ADA, los datos necesarios para que el SE pueda realizar el ADA.
- 2) **SE (Sistema experto)** : Procesará la información recopilada por la Base de datos , si es necesario requerirá más información a los responsables del proceso ADA y finalmente guardará los resultados de ADA en la Base de datos.

En la figura C1 -1 se puede observar la arquitectura descrita

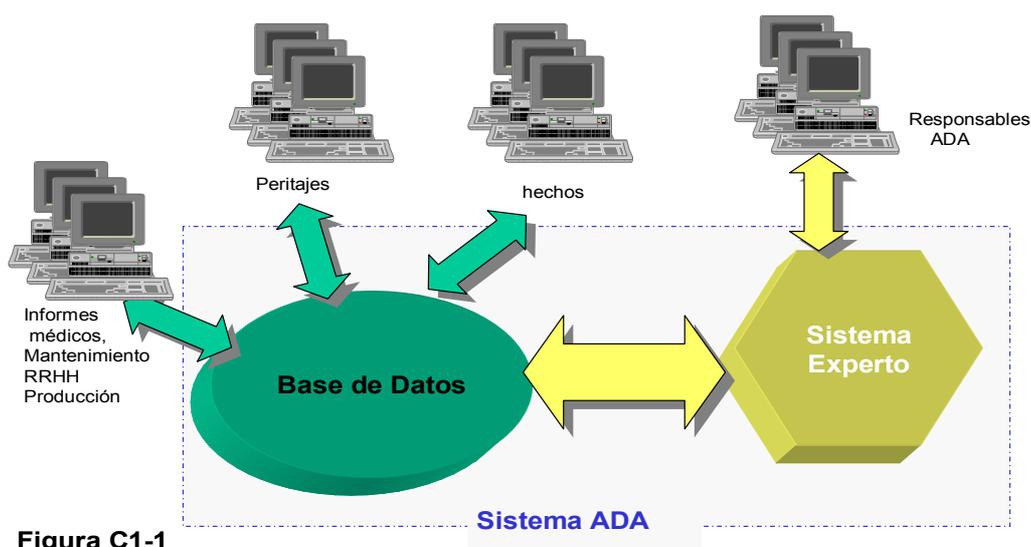


Figura C1-1

Se separó la información que pasará a formar parte de la base de datos, y los conceptos que se seguirán procesando manualmente, se obtiene así los conceptos propios del SE redefinido que se detallan en la tabla 3.

Finalmente pasamos de 18 Conceptos a 8 conceptos (ver tabla C1-3) que formarán parte de la nueva definición del SE, sobre esta base se continuará desarrollando el Sistema Experto.

TABLA C1-3 Conceptos del SE (revisados)

| Concepto | Definición |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor | Persona relacionada directamente con el accidente (puede ser el (los) ejecutor de la tarea, el accidentado(s)) |
| Causa inmediata | Estaban presentes inmediatamente antes del accidente. |
| Causa raíz | Se trata de las causas reales detrás de los síntomas y por lo tanto del incidente. A menudo se las llama "Subyacentes" o "Causas contribuyentes" o "Barreras" Necesita encontrarse la prueba, pero una vez identificada, permite el control por parte de la Gerencia. |
| Equipo | Máquina y/o proceso involucrado en el accidente |
| Hechos | Datos relevantes que permiten encontrar la causa del accidente, son suministrados por: el ejecutor de la tarea, Accidentados, Testigos, Peritos, antecedentes de accidentes similares. |
| Incertidumbre | Se evalúa la incertidumbre que tendrá el diagnóstico del Sistema experto en función de la calidad de los datos que se tienen sobre los hechos. |
| Tarea | Procedimiento relacionado con el accidente |
| Testigo | Es la persona que da testimonio directo o indirecto del accidente. Por ejemplo un peritaje se considera un testimonio indirecto y un testigo presencial es un testigo directo |

Tabla C1-4 CAV (Conceptos, Atributos y Valores)

| Concepto | Característica | Valor |
|----------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor | Rol | <ul style="list-style-type: none"> Ejecutor (de la tarea que provocó el accidente) Accidentado Ejecutor & Accidentado |
| | DNI | texto |
| | Nombre | Texto |
| | Relación con la empresa | <input type="radio"/> Efectivo <input type="radio"/> Contratado <input type="radio"/> Visita |
| | Conocimientos del proceso | <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Nada |
| | Edad | años |
| | Antigüedad en la compañía | años |
| | Antigüedad en el puesto | <input type="radio"/> años <input type="radio"/> meses |
| | Autorizado (a ejecutar tarea) | SI NO |
| | Frecuencia (que es realizada por el ejecutor) | <input type="radio"/> Diaria <input type="radio"/> Semanal <input type="radio"/> Mensual <input type="radio"/> Esporádica <input type="radio"/> Nunca |
| | Antecedentes médicos | <ul style="list-style-type: none"> No registra problemas físicos ni psicológicos. Presenta problemas físicos y psicológicos. Presenta problemas físicos. Presenta problemas psicológicos. |
| | Malos hábitos | <ul style="list-style-type: none"> No se registran. Consumo de drogas. Consumo de alcohol. Otros (describir) |
| | Cantidad de accidentes en los que participó | Número |

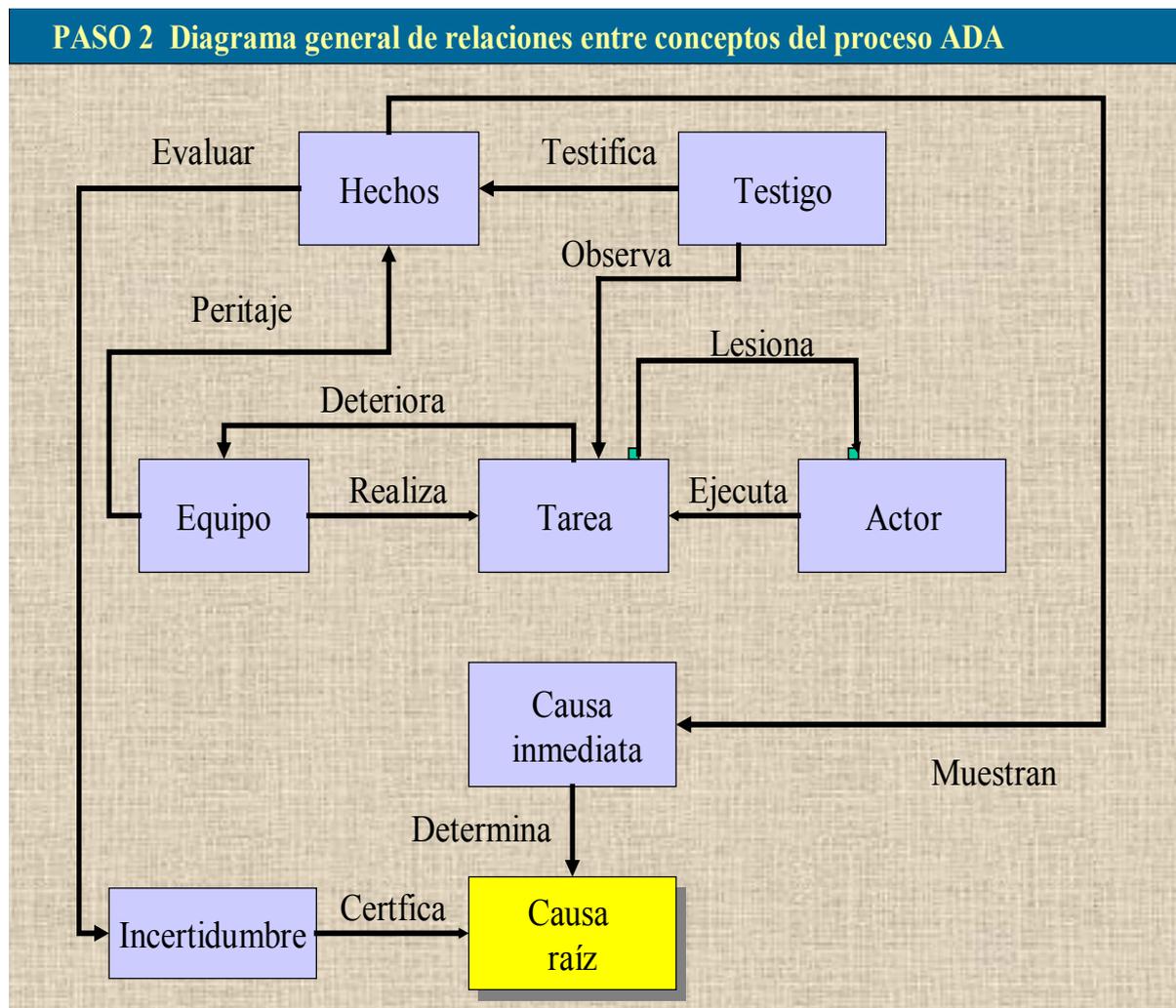
| Concepto | Característica | Valor |
|-----------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa Inmediata | Acción Insegura | <ul style="list-style-type: none"> • Operar sin autorización • Falla en alertar • Falla al bloquear • Operar a velocidad inapropiada • Desactivar dispositivo de seguridad • Usar equipamiento con defecto • No utilizar correctamente equipo de protección individual • Carga inapropiada • Localización inapropiada • Posición inapropiada para la tarea • Realizar mantenimiento con equipo en producción • Operar bajo influencia de alcohol o drogas. |
| | Condición insegura | <ul style="list-style-type: none"> • Guardas o barreras inadecuadas • Equipamiento de protección inadecuado • Herramientas con defecto • Equipamiento con defecto • Material con defecto • Espacio restringido • Espacio congestionado • Sistema de alerta inadecuado • Peligro de fuego • Peligro de explosión • Posición inadecuada • Falta de visibilidad • Desorden • Exposición a ruido • Exposición a radioactividad • Temperaturas extremas • Iluminación inadecuada • Ventilación inadecuada • Condiciones ambientales peligrosos |

| Concepto | Característica | Valor |
|---------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa raíz | Acción Insegura | <ul style="list-style-type: none"> ● Factores personales ● Capacidad mental / psicológica inadecuada ● Stress Físico o fisiológico ● Stress Mental psicológico ● Falta de conocimiento ● Falta de habilidad ● Motivación inadecuada ● Liderazgo / Supervisión inadecuada ● Mantenimiento inadecuado ● Patrones de trabajo inadecuados ● Desgaste excesivo ● Abuso / uso inadecuado |
| | Condición insegura | <ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas / equipamiento inadecuados ● Ingeniería inadecuada ● Adquisición inadecuada |
| Equipo | Nombre | Texto |
| | Fabricante | Texto |
| | Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> ● Bueno ● Regular ● Malo ● Nulo |
| | Edad | años |
| | Cantidad de accidentes registrados | Número |
| Hechos | Fecha | Fecha de ocurrencia del hecho |
| | Descripción Ejecutor | Vector (Texto1, Texto2, Textor3, Texto 4, Texto5) |
| | Descripción Accidentado | Vector (Texto1, Texto2, Textor3, Texto 4, Texto5) |
| | Daño Físico | Vector (Texto1, Texto2, Textor3, Texto 4, Texto5) |
| | Daños Económicos | Vector (Indemnizaciones, Reparaciones , Gastos médicos, Costos de no producción) |
| Incertidumbre | Confiability Actor | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |
| | Confiability Testigo | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |
| | Correspondencia (entre descripciones de hechos) | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |

| Concepto | Característica | Valor |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tarea | Nombre | Texto |
| | Antigüedad | <ul style="list-style-type: none"> ● Nueva ● Media ● Vieja |
| | Cantidad de accidentes registrados | Número |
| Testigo | Nombre | Texto |
| | DNI | Número |
| | Tipo | <ul style="list-style-type: none"> ● Presencial ● Coordinador ● Perito |
| | Clasificación | <ul style="list-style-type: none"> ● Experto ● Senior ● Junior |
| | Relación laboral | <ul style="list-style-type: none"> ● Peronal propio (efectivo o contratado) ● Auditor externo |

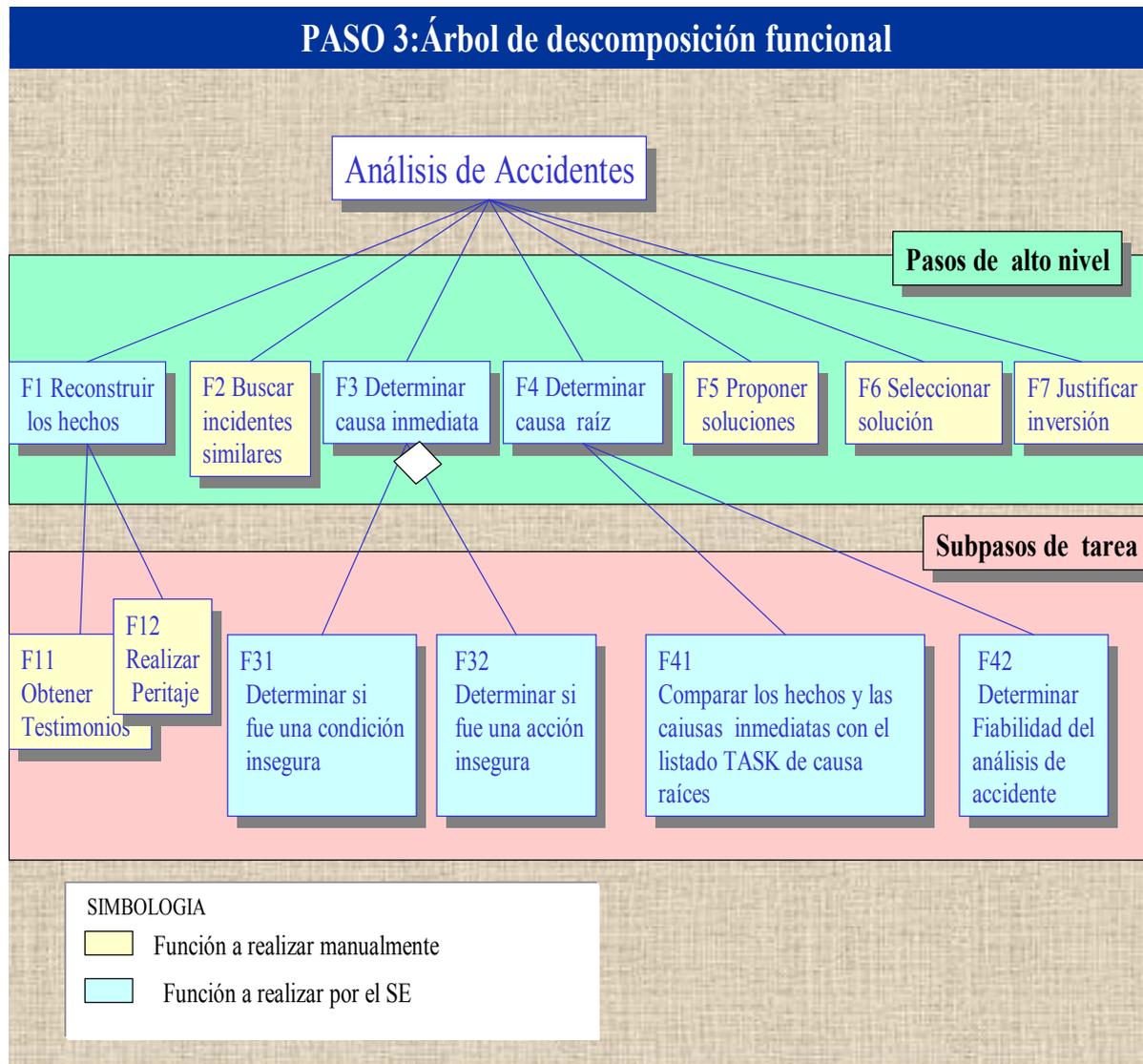
C-3 Paso 2 : Relaciones entre Conceptos

En la figura siguiente se grafican las relaciones entre los conceptos descriptos.



C-4 Paso 3: Árbol de descomposición funcional

En la figura siguiente se expone la estructura del árbol de descomposición funcional



DESCRIPCION DE FUNCIONES

F1: Reconstruir los hechos

Los testimonios y peritajes realizados anualmente se incorporarán al SE, el sistema determinará si existe una correlación entre los testimonios y solicitará la información faltante.

El SE ingresa los datos según un formato predeterminado que facilita la interpretación de los textos y elimina las ambigüedades del lenguaje que utilicen los actores, testigos y peritos.

La función DETERMINAR INCERIDUMBRE (F42) evaluará la precisión que se puede obtener del diagnóstico y avisará a F1 que es necesario solicitar el relevamiento de datos adicionales que permitan determinar la causa raíz con precisión.

F3: Determinar causa inmediata

En base a los hechos se busca la causa inmediata.

F31 Determinar si existió una condición insegura

Se compara la descripción de los hechos con el listado de condiciones inseguras de TASC (Técnica de Análisis Sistemático de Causas, ver apéndice E4)

Si no se encuentra una condición insegura se pasa a F32 (determinar acción insegura)

F32 Determinar si existió una acción insegura

Si no se detectó condición insegura (mediante F31) se compara la descripción de los hechos con el listado de condiciones inseguras de TASC (Técnica de Análisis Sistemático de Causas, ver apéndice E4).

Si no es posible determinar la acción insegura

Esta función solicitará (por medio de F1 los datos necesarios para poder determinar la causa raíz)

F4: Determinar causa raíz

En base a los hechos y la causa inmediata (detectada por F3) se busca la causa raíz.

La función F3 permitió previamente determinar si el accidente se debió a una ACCION o CONDICION INSEGURA con lo cuál el espacio de búsqueda de la Causa raíz se ve fuertemente acotado,

F41:

Se deben encontrar similitudes entre el texto que describe los hechos , la causa inmediata detectada

y determinar del listado TAS la causa raíz

F42:

Se calcula el nivel de incertidumbre con el que se determina la causa raíz el SE debe evaluarlo desde el primer paso del análisis para no malgastar tiempo en seguir trabajando con una incertidumbre muy alta, si ese fuera el caso el SE deberá solicitar más datos indicando que tipo de datos hace falta recopilar para eliminar la incertidumbre

C5) Paso 4: Fórmulas , tablas de decisión , Seudoreglas

A continuación se muestran las formulas que estiman la fiabilidad de los testimonios y el grado de coincidencia:

Fiabilidad de testimonios

F representa la fiabilidad de los testimonios y se calcula mediante la expresión

$$F = \frac{(X1 FX1 + X2 FX2 + X3 FX3 + X4 FX4 + X5 FX5)}{N} \times 100 \%$$

Si \exists testigo i \Rightarrow Xi=1

Si \nexists testigo i \Rightarrow Xi=0

Si fiabilidad de testigo i es **Muy Alta** \rightarrow FXi= 1,00

Si fiabilidad de testigo i es **Alta** \rightarrow FXi= 0,75

Si fiabilidad de testigo i es **Media** \rightarrow FXi= 0,50

Si fiabilidad de testigo i es **Baja** \rightarrow FXi= 0,25

Si fiabilidad de testigo i es **Muy baja** \rightarrow FXi= 0,00

i= 1 Actor , i= 2 Testigo 1 , i= 2 testigo 2 , i= 3 Perito , i= 4 Coordinador

Cantidad de testigos N = X1 + X2 + X3 + X4 + X5

Si F < 60% los testimonios no son fiables \rightarrow es necesario buscar testimonios más confiables para obtener un análisis fiable.

Coincidencia de testimonios

Los testimonios pueden ser fiables pero no coincidentes.

C representa el grado de coincidencia entre los testigos entrevistados.

$$C = X1 Y1 + X2 Y2 + X3 Y3 + X4 Y4 + X5 Y5$$

Si el testimonio de Xi coincide con cuatro testimonios \rightarrow Yi= 1,00

Si el testimonio de Xi coincide con otros tres testimonios \rightarrow Yi= 0.75

Si el testimonio de Xi coincide con otros dos testimonios \rightarrow Yi= 0.50

Si el testimonio de Xi coincide con un testimonio \rightarrow Yi= 0.25

Si el testimonio de X1 no coincide con otros testimonios \rightarrow Yi= 0.00

SI $X \geq 3$ y $F \geq 60 \%$ y $C \geq 60 \%$ \rightarrow la reconstrucción del accidente es fiable

TABLAS DE DECISION

A continuación se elaboran las tablas de decisión:

X1=1 Existe accidente

X2=1 Existe Perito calificado para opinar sobre el incidente

X3=1 Existen testigos

Y1=1 Es posible reconstruir el accidente y analizarlo ir a Tabla 2

Y1 = 0 NO es posible reconstruir el accidente y analizarlo es necesario recopilar más datos

| | | | | TABLA 1 | |
|----|----|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| X1 | X2 | X3 | Y1 | Obsevaciones | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Las primeras cuatro combinaciones no tienen sentido debido a que si no existe accidente no existen testigos ni hace falta realizar peritajes | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | |

Y1=1 Es posible reconstruir el accidente

X4=1 Alguno de los testigos presenció el accidente

X5=1 La mayoría de los testimonios y los peritajes son coincidentes

Y2 =1 El resultado del ADA es preciso, ir a tabla 3

Y2 = 0 El ADA puede tener un grado de incertidumbre alto

| | | | | TABLA 2 | |
|----|----|----|----|---------|--|
| Y1 | X4 | X3 | Y2 | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | |

Y2=1 ADA es preciso

X6=1 La descripción del accidente es similar a algunas de las causas inmediatas de la tabla TASC

X7=1 Según la comparación con TASC el accidente se debió a una condición insegura

Y3=1 La causa fue una condición insegura ir a tabla 4

Y3=0 La causa más probable es una acción insegura ir a tabla 5

Y4=1 Es necesario recopilar más datos, por medio de testigos o peritos

Y4=0 Para esta etapa no es necesario recopilar más datos.

Y5=1 La descripción del accidente no es precisa, no permite determinar la causa del accidente, deberá ser revisada y/o mejorada.

Y5=0 La descripción del accidente es precisa, permite determinar la causa del mismo.

| Y2 | X6 | X7 | Y3 | Y4 | Y5 |
|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | - | 1 | - |
| 0 | 0 | 1 | - | 1 | - |
| 0 | 1 | 0 | - | 1 | - |
| 0 | 1 | 1 | - | 1 | - |
| 1 | 0 | 0 | - | - | 1 |
| 1 | 0 | 1 | - | 1 | - |
| 1 | 1 | 0 | 0 | - | - |
| 1 | 1 | 1 | 1 | - | - |

X8: Los hechos recopilados permiten seleccionar una de las causa inmediatas (Condición insegura) de la Tabla TASC

X9: El nivel de incertidumbre en este paso continua siendo bajo

Y 6 = 1 Ir a tabla 6

Y 6 = 0 Solicitar más datos, para lanzar otro análisis ADA

| X8 | X9 | Y6 |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

X10=1 Los hechos recopilados permiten seleccionar una de las causas inmediatas (Acción insegura) de la tabla TASC

X9 =1 El nivel de incertidumbre en este paso continua siendo bajo

Y6= 1 Ir a tabla 6

Y6=0 Solicitar más datos , para lanzar otro análisis ADA

| X10 | X9 | Y6 |
|-----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

X11=1 Los hechos recopilados y la causa inmediatas detectada permiten seleccionar una causa raíz de la tabla TASC

X9 =1 El nivel de incertidumbre en este paso continua siendo bajo

Y 7 = 1 Informar la causa raíz detectada, y su grado de incertidumbre

Y7 = 0 Solicitar más datos, para lanzar otro análisis ADA

| X11 | X9 | Y7 |
|-----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Seudoreglas

Seudorregla 1

SI

Existen Testigos & Son confiables & Existen Peritos calificados & Existen testigos presenciales

ENTONCES

El proceso ADA será preciso

SINO

El proceso ADA tendrá una incertidumbre muy grande

Seudorregla 2

SI

El proceso ADA es preciso

ENTONCES

Buscar en tabla TASC la causa inmediata que se desprende de la descripción

SINO

Buscar Testigos y Peritos confiables, el nivel de incertidumbre es alto

Seudorregla 3

SI

Se detectó la causa inmediata dentro de tabla TASCs

ENTONCES

Determinara si es una condición o una acción insegura

SINO

Consultar nuevamente a Testigos y/o Peritos y mejorar la descripción del accidente, el nivel de incertidumbre

Seudorregla 4

SI

Si la causa inmediata fue una acción insegura.

ENTONCES

Ver cual el la cauas raíz (del listado TASC) que pudo provocar la Acción inmediata

NO

la causa es muy probablemente una condición insegura

Seudorregla 5

SI

Se la causa inmediata es muy probablemente una condición insegura

ENTONCES

Buscar causa raíz que provocó la condición insegura

SINO

Consultar nuevamente a Testigos y/o Peritos y mejorar la descripción del accidente, el nivel de incertidumbre es alto.

Seudorregla 6

SI

Si la causa inmediata fue una acción insegura y se determinó la caus raíz.

ENTONCES

Informar Causa raíz y el grado de incertidumbre con que se determinó

SINO

Consultar nuevamente a Testigos y/o Peritos y mejorar la descripción del accidente, el nivel de incertidumbre es alto

C-6 Paso 5: Detalle de atributos , Modelo Estático ,dinámico y Mapa de Conocimientos

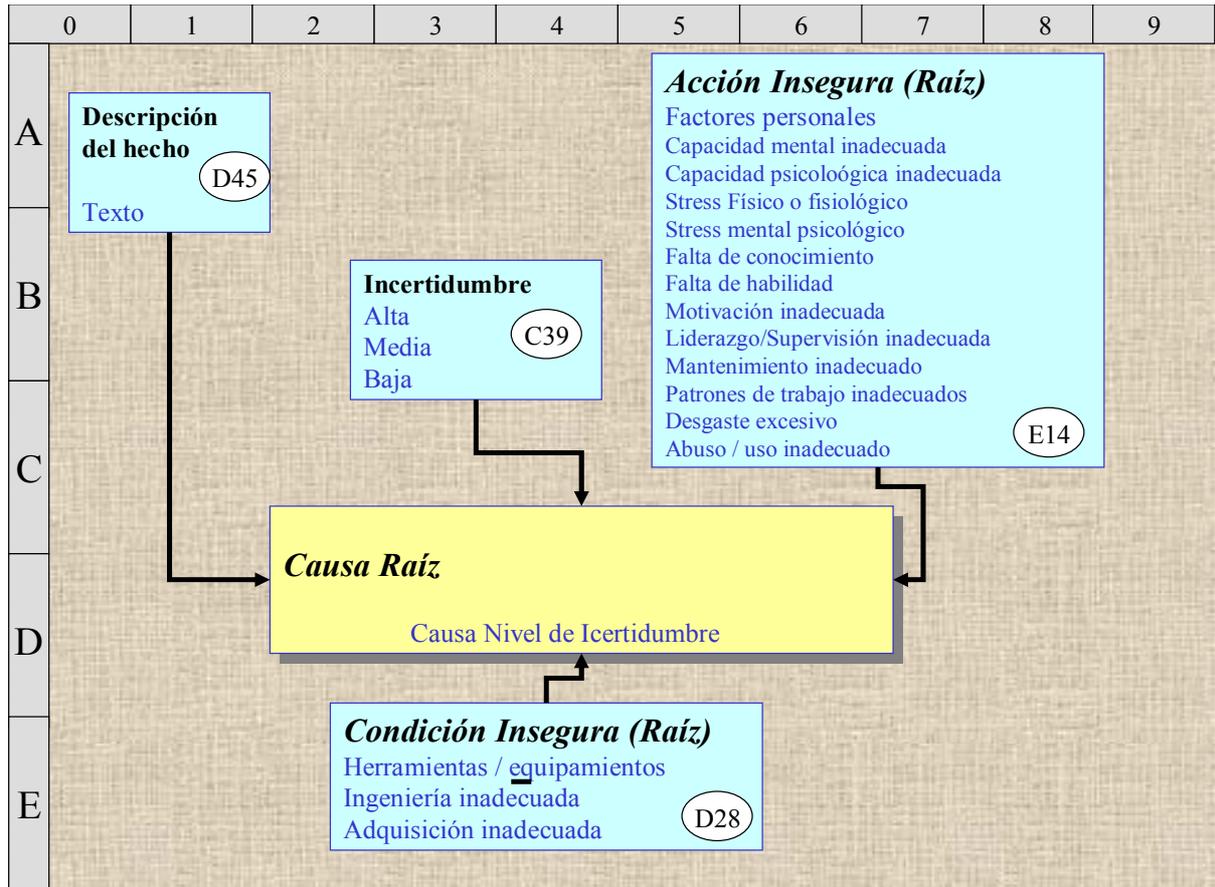
| Concepto | Característica | Descripción | Valor |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor | Rol | La persona que participa directamente de un accidente durante la ejecución de la tarea puede causar daño a otra persona o a si misma la situación define el rol del actor | <ul style="list-style-type: none"> Ejecutor Accidentado * Ejecutor & Accidentado |
| | DNI | Número de documento | texto |
| | Nombre | Nombre del actor | Texto |
| | Relación con la empresa | Es importante conocer la relación con la empresa dado que la capacitación y entrenamiento del personal efectivo frente al personal contratado o a una visita son muy diferentes | <ul style="list-style-type: none"> Efectivo Contratado Visita |
| | Conocimientos del proceso | La falta de conocimiento de un proceso lleva muchas veces a cometer accidentes por no saber cuales son los puntos peligrosos del mismo. | <ul style="list-style-type: none"> Bueno Regular Nada |
| | Edad | En algunos casos puede influir en el accidente | años |
| | Antigüedad en la compañía | En conjunto con el atributo <u>cantidad de accidentes</u> registrados por el actor nos da una pauta de si la persona es propensa a sufrir accidentes. | años |
| | Antigüedad en el puesto | En conjunto con el atributo <u>cantidad de accidentes</u> registrados por el actor nos da una pauta de si la persona es propensa a sufrir accidentes. | ● años ● meses |
| | Autorizado (a ejecutar tarea) | En muchos casos la tarea es realizada por personal no autorizado | SI NO |
| | Frecuencia (que es realizada por el ejecutor) | La falta de practica hace que muchas veces la persona olvide parte de lo aprendido. | ● Diaria ● Semanal ● Mensual ● Esporádica ● Nunca |
| | Antecedentes médicos | Es importante estudiar los antecedentes del Actor para evaluar si era apto para realizar el trabajo. | <ul style="list-style-type: none"> No registra problemas físicos ni psicológicos. Presenta problemas físicos y psicológicos. Presenta problemas físicos. Presenta problemas psicológicos. |
| | Malos hábitos | Hábitos como la drogadicción , el alcoholismo pueden llevar a la persona a un estado en el cual no deberá estar realizando la tarea en cuestión | <ul style="list-style-type: none"> No se registran. Consumo de drogas. Consumo de alcohol. Otros (describir) |
| | Cantidad de accidentes (en los que participó como actor) | En conjunto con la antigüedad en la Empresa y en el puesto nos permite evaluar que tendencia a accidentarse o a provocar accidentes tiene la persona involucrada en el incidente. | Número |

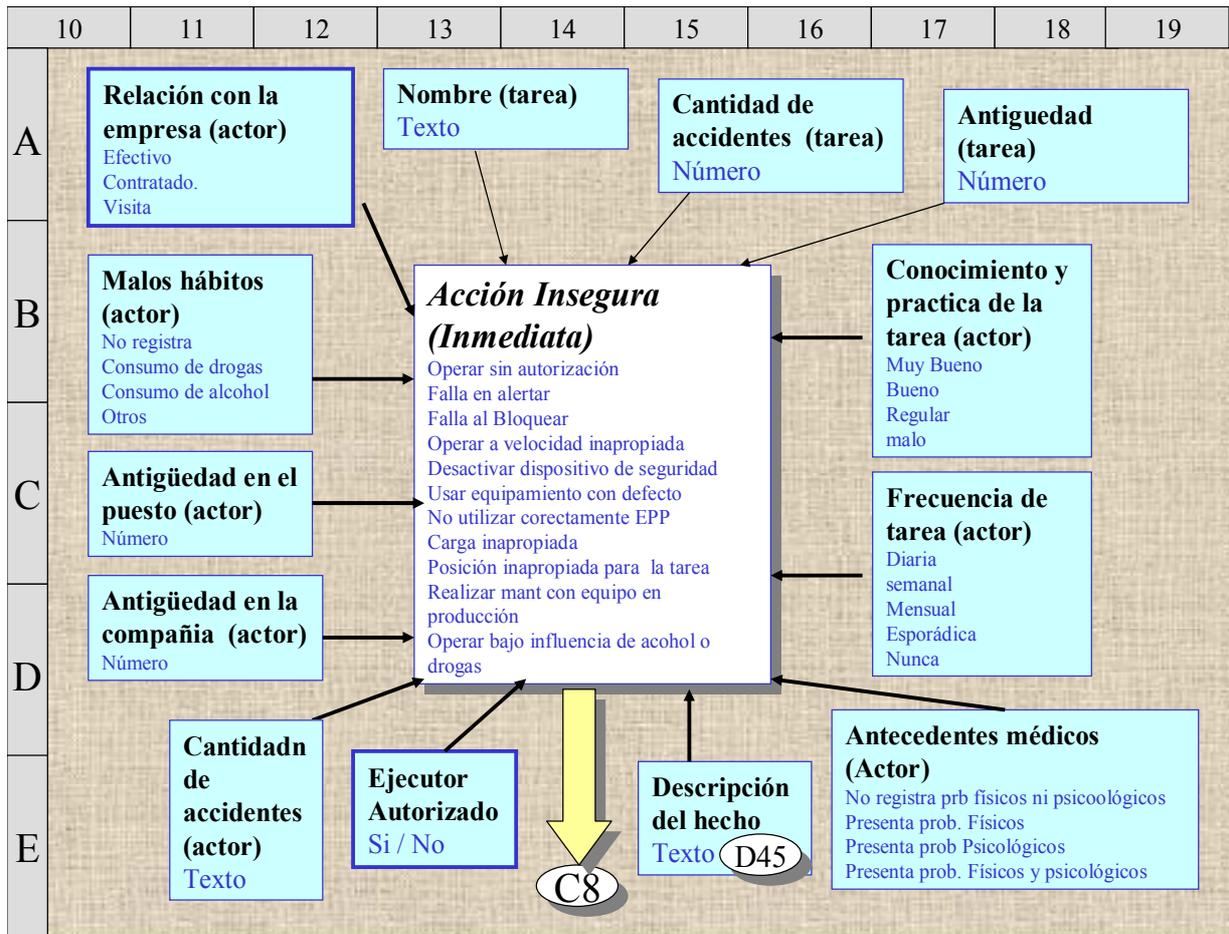
| | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa Inmediata | Acción Insegura | <p>Quando el ejecutor de una tarea provoca un accidente por mala ejecución de una tarea (No sigue y/o conoce los procedimientos de seguridad) hablamos de acción insegura.</p> <p>Por ejemplo limpiar una máquina sin bloquear la energía.</p> <p>Esta acción insegura puede ser una causa inmediata (efecto de una causa raíz) es la causa que se detecta en un primer análisis.</p> <p>Es un resultado intermedio del proceso ADA</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Operar sin autorización • Falla en alertar • Falla al bloquear • Operar a velocidad inapropiada • Desactivar dispositivo de seguridad • Usar equipamiento con defecto • No utilizar correctamente equipo de protección Ind • Carga inapropiada • Localización inapropiada • Posición inapropiada para la tarea • Realizar mantenimiento con equipo en producción • Operar bajo influencia de alcohol o drogas. |
| | Condición insegura | <p>Hablamos de Condición insegura cuando las condiciones de la máquina , equipo y/o edificio provocan accidentes.</p> <p>Por ejemplo se bloquea una máquina , pero la llave de corte de energía funciona mal provocando así un accidente.</p> <p>Esta condición insegura puede ser una causa inmediata (efecto de una causa raíz) es la causa que se detecta en un primer análisis.</p> <p>Es un resultado intermedio del proceso ADA</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Guardas o barreras inadecuadas • Equipamiento de protección inadecuado • Herramientas con defecto • Equipamiento con defecto • Material con defecto • Espacio restringido • Espacio congestionado • Sistema de alerta inadecuado • Peligro de fuego • Peligro de explosión • Posición inadecuada • Falta de visibilidad • Desorden • Exposición a ruido • Exposición a radioactividad • Temperaturas extremas • Iluminación inadecuada • Ventilación inadecuada • Condiciones ambientales peligrosos |

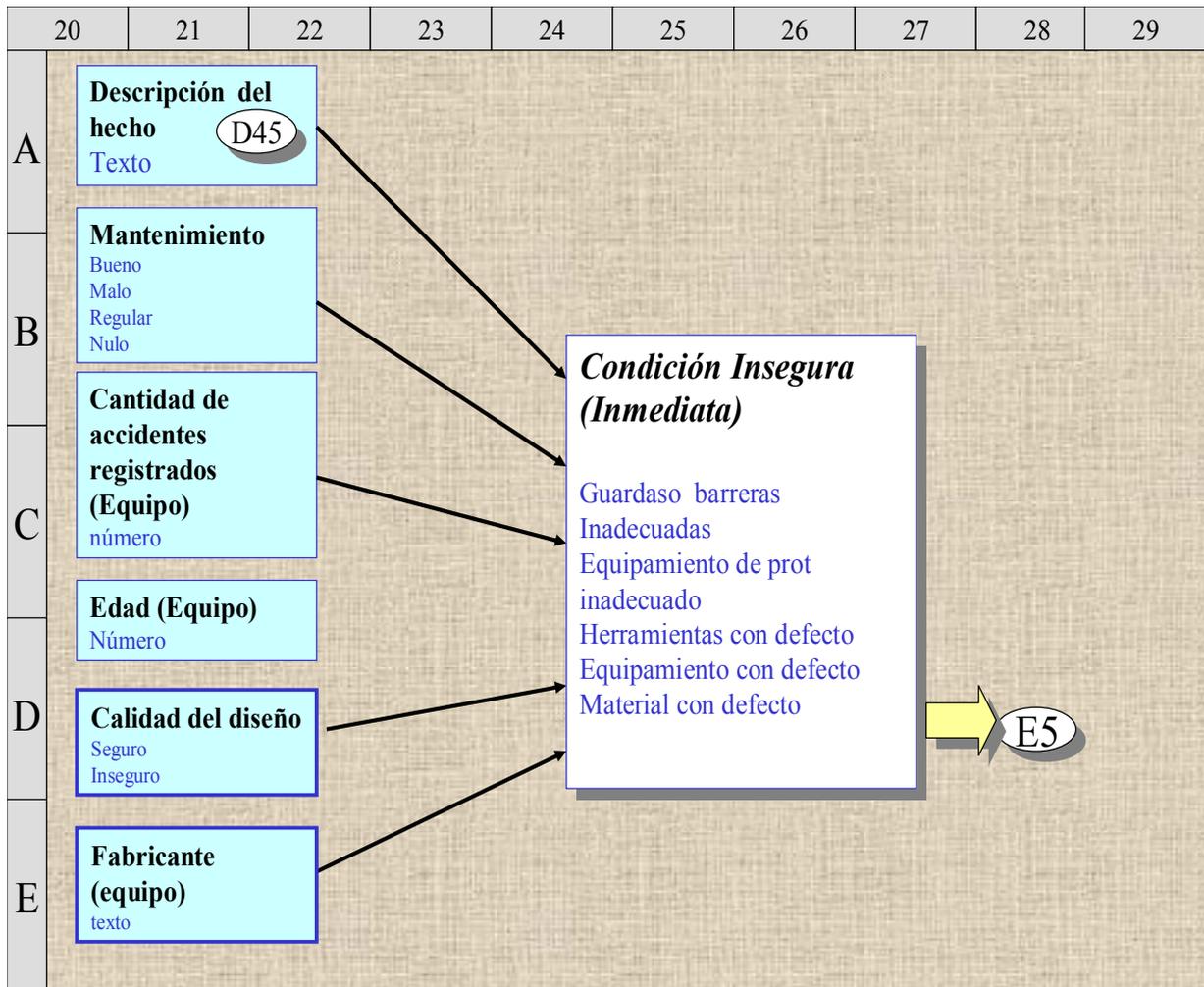
| | | | |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Causa raíz | Acción Insegura | <p>Cuando el ejecutor de una tarea provoca un accidente por mala ejecución de una tarea (No sigue y/o conoce los procedimientos de seguridad) hablamos de acción insegura. Por ejemplo limpiar una máquina sin bloquear la energía.</p> <p>Si esta acción es la primer causa en una sucesión de causas aparentes (inmediatas) hablamos de causa raíz.</p> <p>Es un resultado Final del proceso ADA</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Factores personales ● Capacidad mental / psicológica inadecuada ● Stress Físico o fisiológico ● Stress Mental psicológico ● Falta de conocimiento ● Falta de habilidad ● Motivación inadecuada ● Liderazgo / Supervisión inadecuada ● Mantenimiento inadecuado ● Patrones de trabajo inadecuados ● Desgaste excesivo ● Abuso / uso inadecuado |
| | Condición insegura | <p>Hablamos de Condición insegura cuando las condiciones de la máquina , equipo y/o edificio provocan accidentes.</p> <p>Por ejemplo se bloquea una máquina , pero la llave de corte de energía funciona mal provocando así un accidente. Si esta acción es la primer causa en una sucesión de causas aparentes (inmediatas) hablamos de causa raíz. Es un resultado final del proceso ADA</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas / equipamiento inadecuados ● Ingeniería inadecuada ● Adquisición inadecuada |
| Equipo | Nombre | Nombre del equipo | Texto |
| | Fabricante | Muchas veces existen equipos que realizan la misma tarea pero tienen distintos fabricantes con criterios de seguridad diferentes. En algunos casos es importante detectar si se trata de un fabricante confiable (en cuanto a seguridad) o no. | Texto |
| | Mantenimiento | Es importante conocer si el Equipo esta en buenas condiciones (un mal mantenimiento puede implicar que los sistemas de seguridad del proceso no funcionen correctamente) | <ul style="list-style-type: none"> ● Bueno ● Regular ● Malo ● Nulo |
| | Edad | Un equipo que ha sobrepasado su vida útil puede potenciar un accidente | años |
| | Cantidad de accidentes registrados | Se registran en cuantos accidentes estuvo involucrado el equipo , | Número |
| Hechos | Fecha | Fecha en la cual ocurrió el incidente | Fecha de ocurrencia del hecho |
| | Descripción Actor | Se vuelca en el SE la descripción de los actores en un formato estandarizado | Vector (Texto1, Texto2, Textor3, Texto 4, Texto5) |
| | Descripción Testigo | Se vuelca en el SE la descripción de los testigos en un formato estandarizado | Vector (Texto1, Texto2, Textor3, Texto 4, Texto5) |

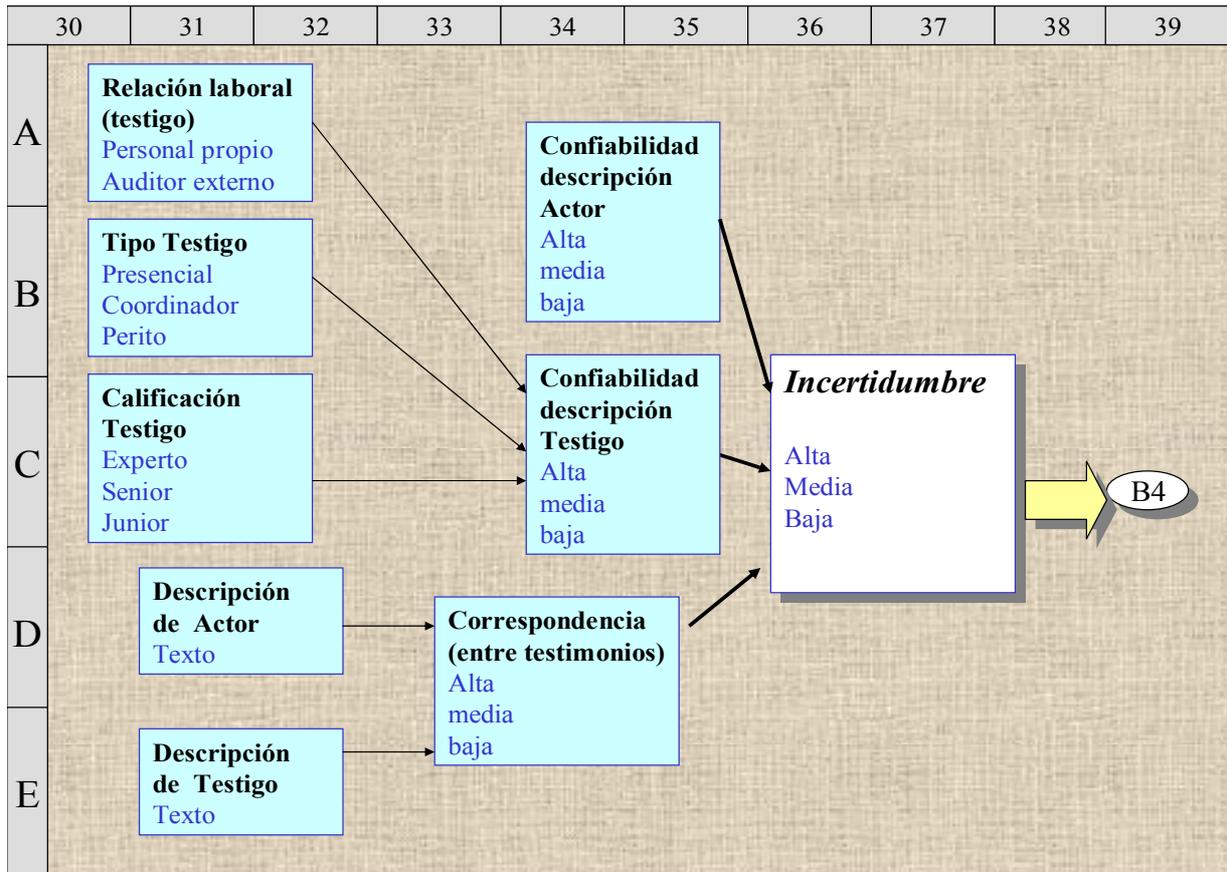
| Concepto | Característica | Descripción | Valor |
|---------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hechos | Daño Físico | Se informa al SE los daños físicos (roturas de equipos lesiones en personas) Y la gravedad de los mismos (muerte, incapacidad permanente, rasguño ,etc) | Vector (Texto1, Texto2, Texto3, Texto4, Texto5) |
| | Daños Económicos | Se informa al sistema sobre los costos generados por el incidente (Indemnizaciones , gastos médicos, reparaciones , costos de no producción , Gastos de abogados, etc) | Vector (Indemnizaciones, Reparaciones , Gastos médicos, Costos de no producción) |
| Incertidumbre | Confiability Actor | En muchos casos la confiabilidad del actor se ve reducida por diversos motivos (problemas de visión, tiene intereses personales en el asunto, trayectoria , etc.) | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |
| | Confiability Testigo | En muchos casos la confiabilidad del actor se ve reducida por diversos motivos (problemas de visión, tiene intereses personales en el asunto, trayectoria, etc.) | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |
| | Correspondencia (entre descripciones de hechos) | Se analizan las descripciones de los actores y testigos para ver si son coincidentes o divergentes. Si son divergentes los hechos son inciertos. | <ul style="list-style-type: none"> ● Alta ● Media ● Baja |
| Tarea | Nombre | Nombre de la tarea | Texto |
| | Antigüedad | Es importante saber si la tarea es nueva (lo cual implica que hay que perfeccionarla) . En conjunto con la Cantidad de accidentes registrados para la tarea nos da una idea de que tan peligrosa o segura es la tarea | <ul style="list-style-type: none"> ● Nueva ● Media ● Vieja |
| | Cantidad de accidentes registrados | Se registra la cantidad de accidentes asociados a la tarea | Número |
| Testigo | Nombre | Nombre del Testigo | Texto |
| | DNI | Número de Documento del testigo | Número |
| | Tipo | El testigo puede ser directo (presencial) o indirecto (Coordinador Perito) | <ul style="list-style-type: none"> ● Presencial ● Coordinador ● Perito |
| | Clasificación | Es importante saber el grado de conocimiento que el testigo tiene sobre el tema que se lo consulta (principalmente en los peritajes) | <ul style="list-style-type: none"> ● Experto ● Senior ● Junior |
| | Relación laboral | Muchas veces el hecho de pertenecer a la empresa crea intereses que influyen en la opinión | <ul style="list-style-type: none"> ● Personal propio (efectivo o contratado) ● Auditor externo |

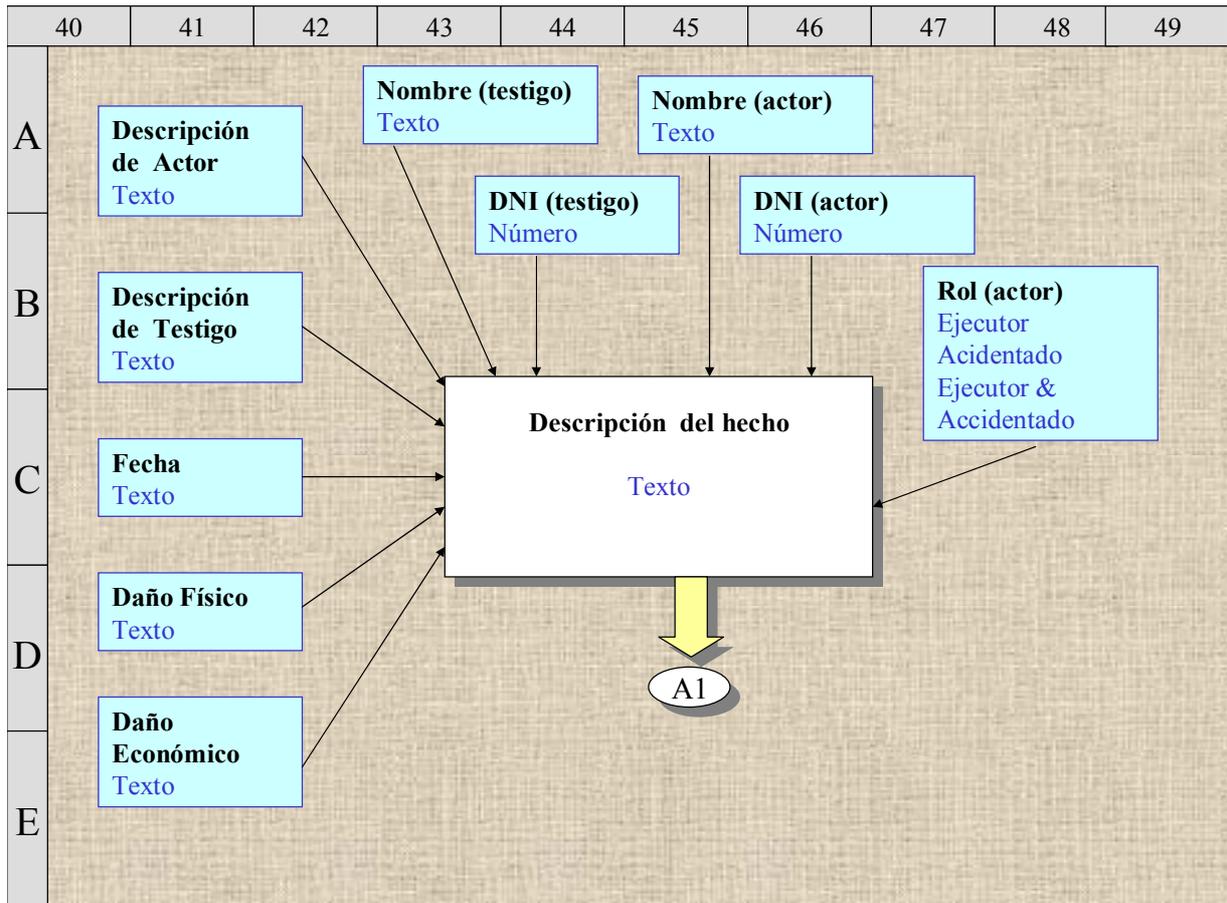
MAPA DE CONOCIMIENTO











SINTESIS

Modelo Estático

Con el Glosario –diccionario, y la tabla CAV y las relaciones entre conceptos se completa el modelo estático del SE.

Modelo dinámico

Con el árbol de descomposición funcional y el mapa de conocimientos se completa el Modelo dinámico del SE.

Se completa así el proceso de Conceptualización del proceso ADA

CAPITULO D: FORMALIZACIÓN

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|--------------------------------------------|-------------|
| D1 | Introducción | 121 |
| D2 | Selección de formalismos de representación | 121 |
| D3 | Esquema SBM de ADA | 123 |
| D4 | Definición de marcos y jerarquías | 125 |
| D5 | Descripción de marcos clase | 131 |
| D6 | Procedimientos | 141 |

D-1 Introducción

Se procederá a convertir el modelo porcentual desarrollado en el control 19 en un modelo formal, es decir representarlo en un formalismo comprensible por una computadora.

Los pasos principales serán los siguientes:

| | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Elegir el formalismo más adecuado para representar el modelo conceptual del proceso ADA (desarrollado en el control 19) |
| 2 | Formalizar un modelo conceptual |

D-2 Selección de formalismos

Existen disponibles los siguientes formalismos para la representación formal de conocimientos:

- Reglas (*Si condiciones ENTONCES acciones*).
- Objeto_atributo-valor
- Marcos conceptuales.
- Redes semánticas
- Guiones

Por lo general la mayoría de los SSBCC utiliza MARCOS para la representación del **conocimiento estático** desechando otros formalismos (redes semánticas y tripletas objeto-atributo-valor) esto se debe a que:

1) En el modelo de **MARCOS** se evita la presencia de conocimiento redundante en la jerarquía ya que la herencia de propiedades permite compartir propiedades.

Las **redes semánticas** también comparten estas características del modelo de MARCOS pero en las primeras las propiedades se encuentran distribuidas por toda la red, mientras que en los MARCOS se encuentran embebidas dentro del marco.

En los formalismos **Objeto-atributo-valor** el conocimiento de la BC está más desordenado que en los formalismos anteriores, por otro lado no se pueden compartir propiedades entre distintos objetos ni se puede aplicar herencia.

2) Las propiedades en Redes semánticas sólo se pueden definir en forma "declarativa" mientras que en el modelo de MARCOS se agrega además la forma "procedimental".

Por otro lado la cantidad de información asociada a propiedades definida en un marco es superior a las de las "Redes semánticas".

En MARCOS se puede introducir:

- Información sobre el tipo de datos básico al que pertenecen los valores

 - Valores mínimo y máximo

 - Valores por omisión

- Procedimientos y reglas que permiten inferir valores de propiedades.

En las redes semánticas no existen estas facilidades.

3) Las redes semánticas no permiten mantener las restricciones de integridad semántica que existen en los elementos del dominio, en MARCOS la estructura interna permite mantenerlas.

4) A medida que la BC crece la comprensión en "redes semánticas" se torna más difícil esto no ocurre en el modelo de marcos, Los SSBBMM facilitan el diseño y mantenimiento de la BC.

5) Los SSBBMM Permiten el uso de valores por omisión y excepciones a dichos valores.

En las redes semánticas se pueden manejar valores por excepción pero no por omisión.

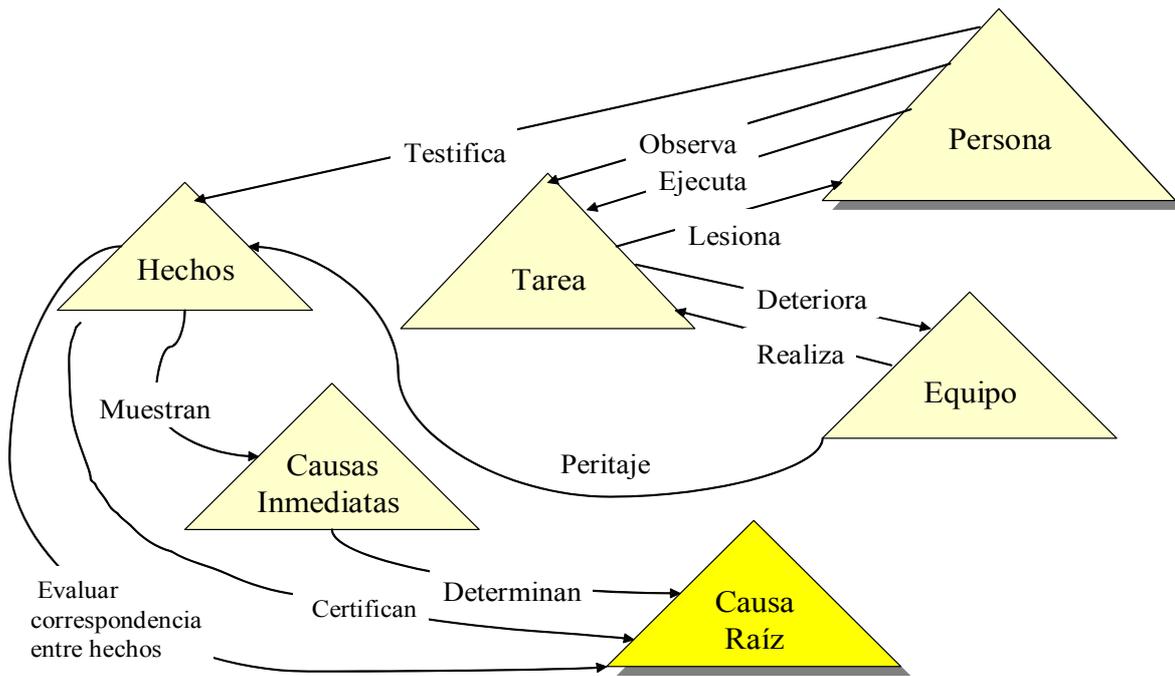
En el caso de la representación de **conocimientos dinámicos** los marcos son apropiados y las reglas resultan útiles para representar conocimiento dinámico que no puede expresarse mediante procedimientos.

Debido a estas razones el formalismo seleccionado es el de **Marcos conceptuales** en base al mismo se procede a desarrollar el Sistema ADA.

A continuación se exponen los resultados de aplicar este formalismo con los datos obtenidos de etapas anteriores.

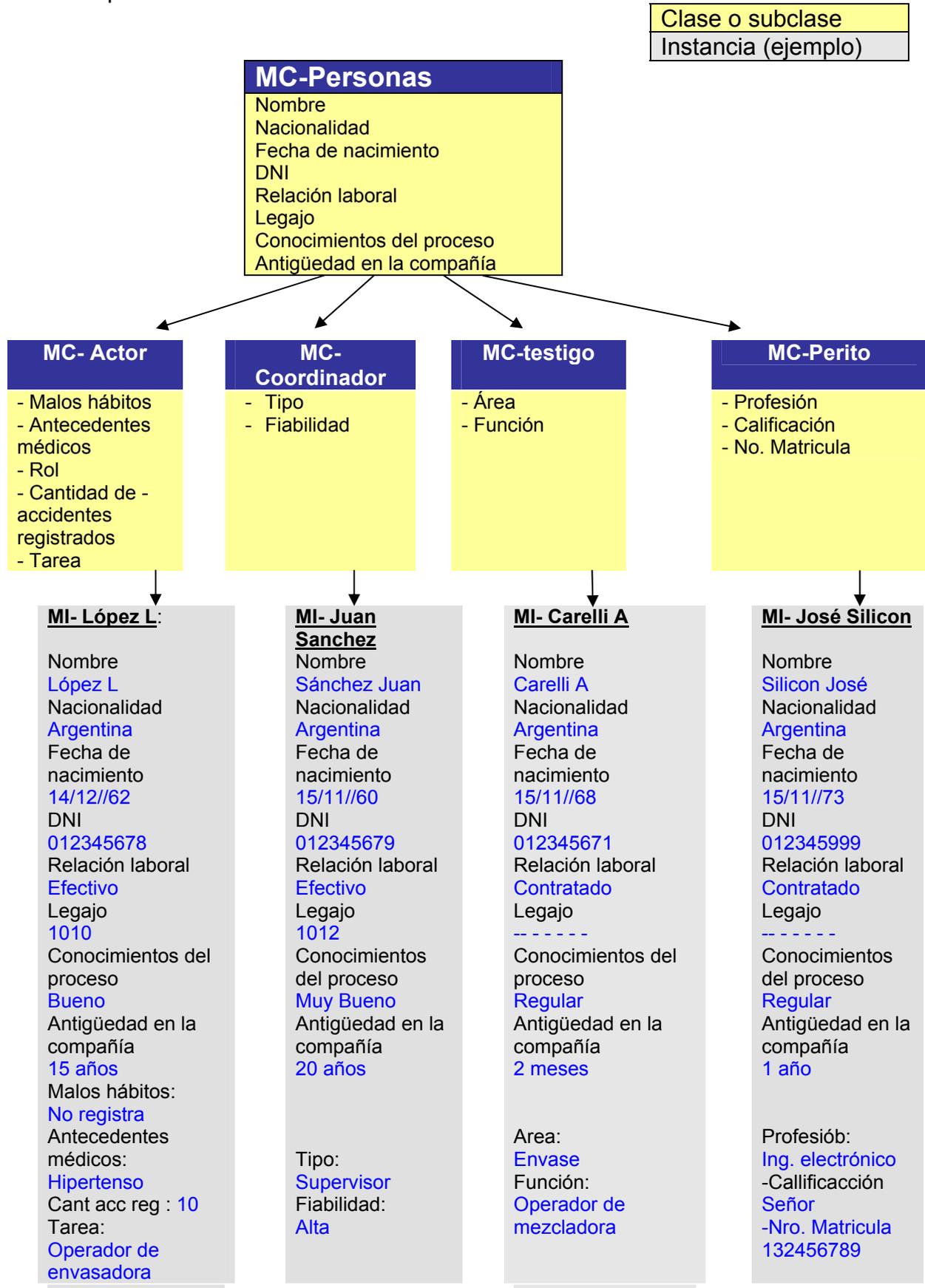
D-3 Esquema SBM

Esquema SBM de ADA



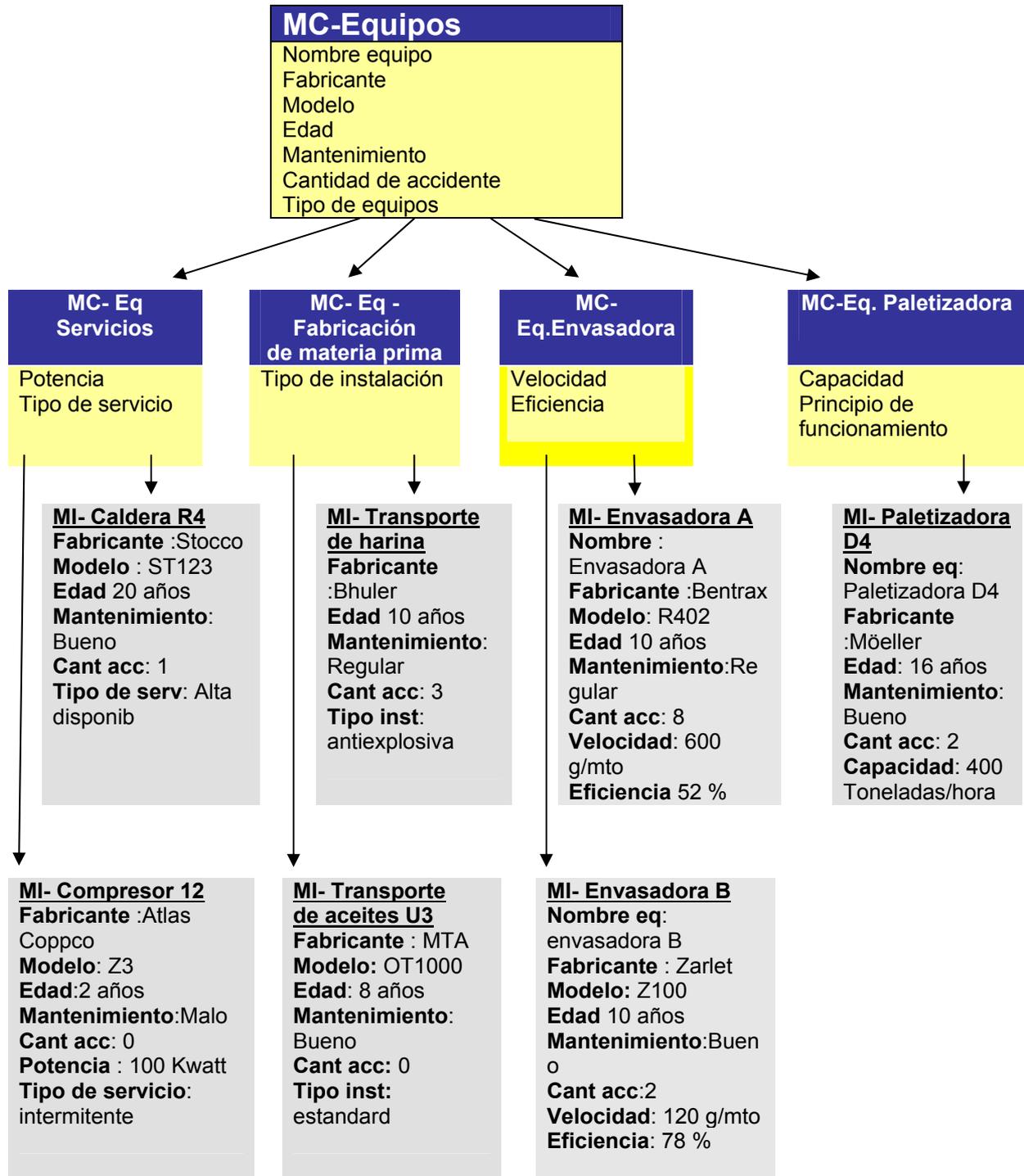
D-4 Marcos y jerarquías

Jerarquía de Personas



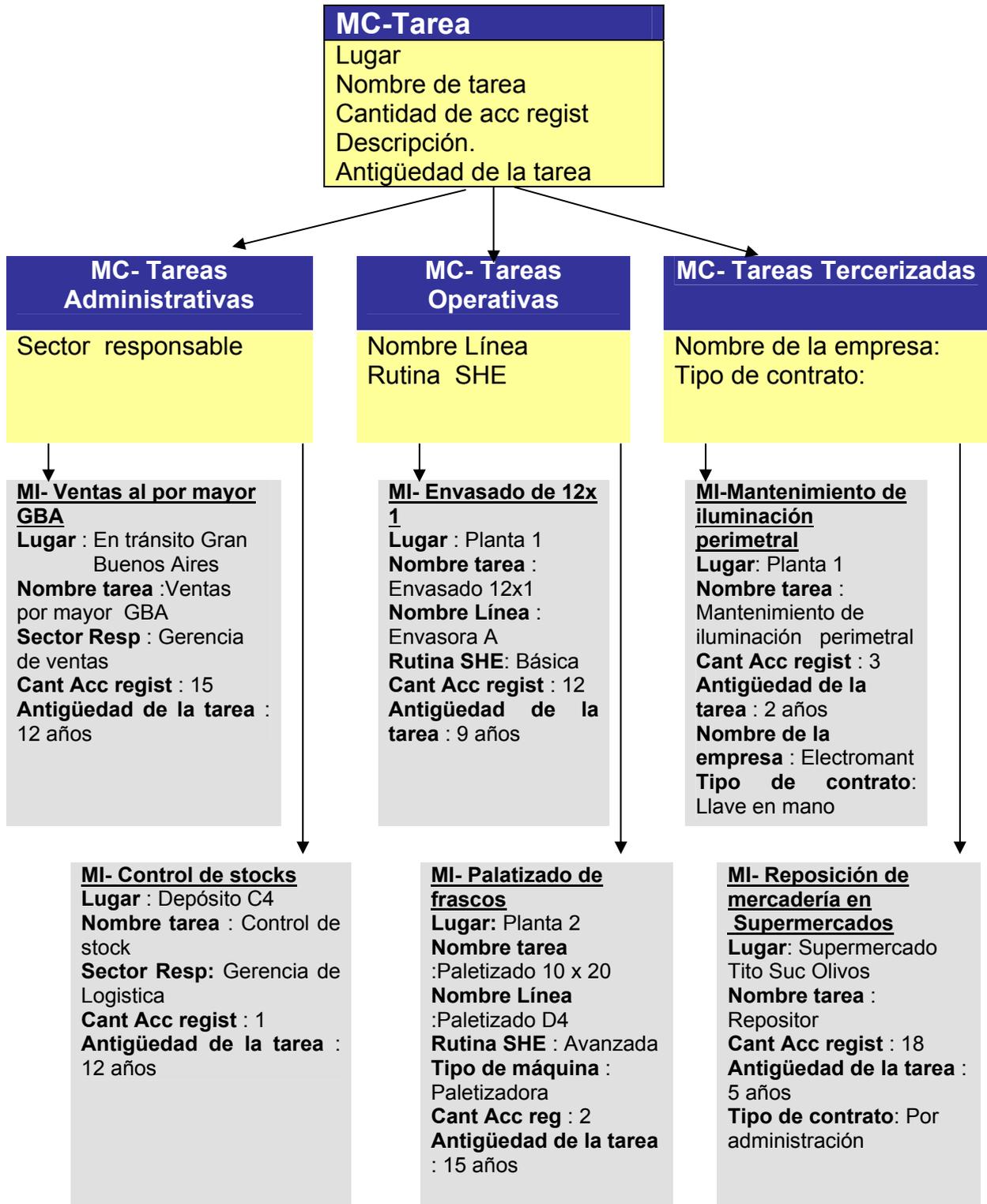
Jerarquía de Equipos

| |
|---------------------|
| Clase o subclase |
| Instancia (ejemplo) |

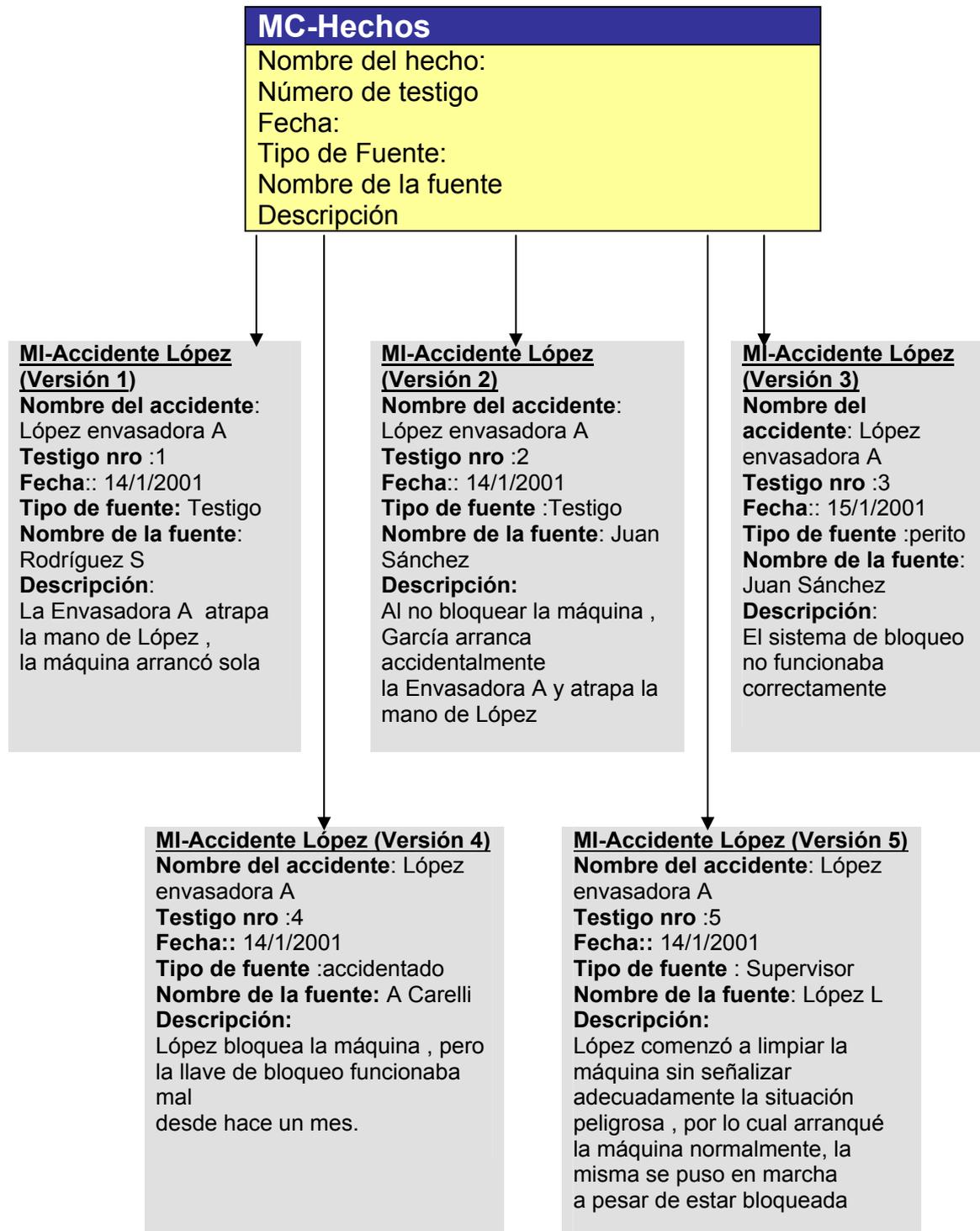


Jerarquía de tareas

| |
|---------------------|
| Clase o subclase |
| Instancia (ejemplo) |



Hechos

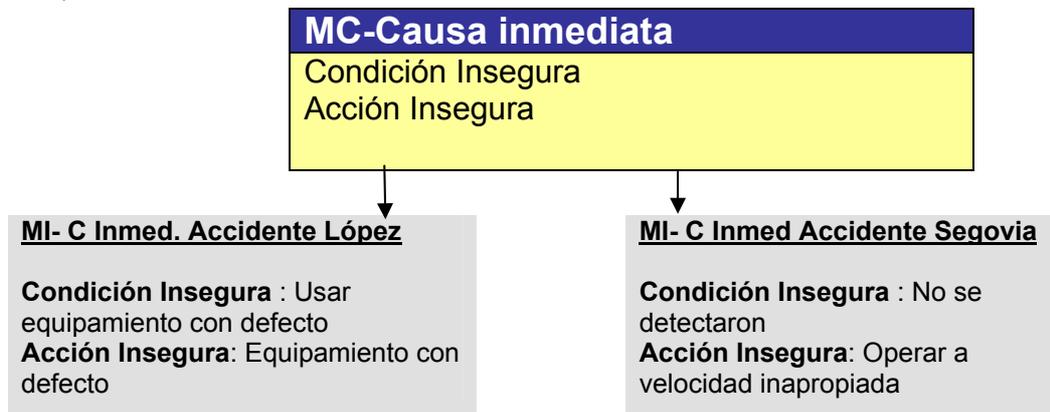


Cuando reanaliza un accidente los hechos se reconstruyen en base a testimonios (versiones) que pueden ser o no coincidentes, mientras más alto sea el grado de coincidencia mayor será la fiabilidad del diagnóstico

MC Causas Inmediata

En función de los testimonios recopilados en los hechos, se determina la causa inmediata detectada.

Parar recortar espacios de búsqueda resulta conveniente distinguir entre Condiciones inseguras y Acciones inseguras



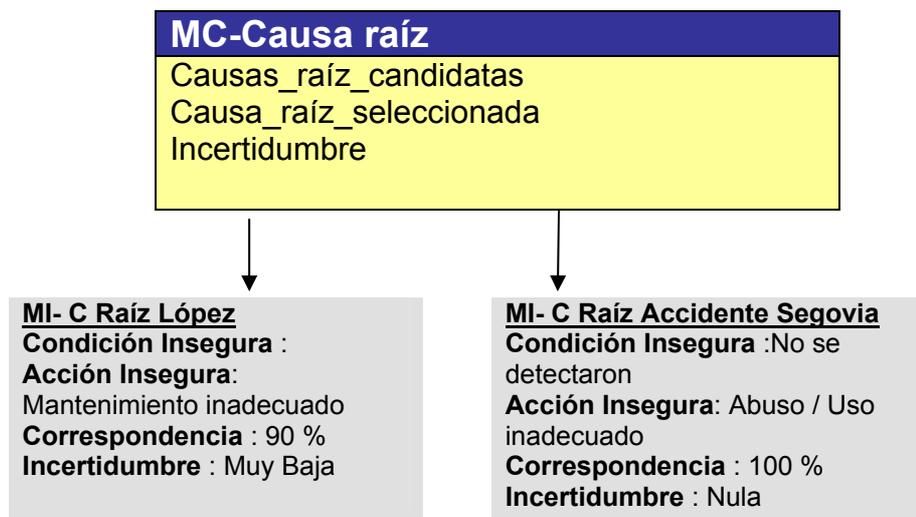
MC Causas raíz

En función de la causa inmediata determinada en base a las descripciones de los testimonios de los hechos, se seleccionan las causas raíz que pudieron originar la causa inmediata.

Normalmente cerca de la mitad de las causas raíces posibles son candidatas.

Mediante los antecedentes, de los actores, equipos y tareas se eliminan la mayoría de las candidatas

Permitiendo de esta forma encontrar la causa raíz más probable.



D-5 DESCRIPCION DE MARCOS CLASE

| MC Persona | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Multiv | Valores permitidos | Si necesito |
| Nombre | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$persona.nombre) |
| Nacionalidad | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$persona.nacionalidad) |
| Fecha de nacimiento | Fecha | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$persona.fcha_de_nacimiento) |
| DNI | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$persona.dni) |
| Relación laboral | String | ----- | efectivo contratado visita | Preguntar-usuario (\$persona.relación_laboral) |
| Legajo | Entero | ----- | | Preguntar-usuario (\$persona.legajo) |
| Conocimientos del proceso | String | ----- | Bueno Regular Nulo | Preguntar-usuario (\$persona.conocimiento_del_proceso) |
| Antigüedad en la compañía | Entero | ----- | | |

| MC Coordinador | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Persona | ----- | ----- |
| Cargo | String | ----- | [Gerente, Jefe ,Supervisor] | Preguntar-usuario (\$coordinador.tipo) |
| Fiabilidad | String | ----- | Alta, Media, Baja] | Preguntar-usuario (\$coordinador.confiableidad) |

| MC Actor | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Persona | | |
| Malos hábitos | String | ----- | [No se registran, Consumo de alcohol, Consumo de drogas, Otros] | Buscar en Base de datos (\$actor.malos_habitos) |
| Antecedentes médicos | String | ----- | [No registra prob. médico ni psicológicos, Presenta problemas físicos, Presenta problemas psicológicos, Presenta problemas físicos y psicológicos] | Buscar en Base de datos (\$actor.antecedentes_médicos)) |
| Rol | String | ----- | [Ejecutor, Accidentado , Ejecutor y accidentado] | Preguntar-usuario (\$actor.rol) |
| Cantidad de accidentes registrados | Entero | ----- | | Buscar en base de datos (\$actor.cant_accidentes_registrados) |
| Tarea | String | ----- | | Preguntar-usuario (\$actor.tarea) |

| MC Coordinador | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Persona | ----- | ----- |
| Cargo | String | ----- | [Gerente, Jefe ,Supervisor] | Preguntar-usuario (\$coordinador.tipo) |
| Fiabilidad | String | ----- | Alta, Media, Baja] | Preguntar-usuario (\$coordinador.confiableidad) |

MC Testigo

| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
|-------------|----------------|-------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Subclase de | Marco | ^Persona | ----- | ----- |
| Área | String | ----- | [ventas, logística, mantenimiento administración] | Preguntar-usuario (\$testigo.area) |
| Función | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$testigo.función) |

MC Perito

| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
|------------------|----------------|-------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Subclase de | Marco | ^Persona | | |
| Profesión | String | | [Médico, Ingeniero, lic. en seguridad] | Preguntar-usuario (\$perito.profesión) |
| Calificación | String | | [Experto, Senior, junior] | Preguntar-usuario (\$perito.calificación) |
| Nro de Matricula | Entero | | | Preguntar-usuario (\$perito.nro_de_matricula) |

| MC Equipo | | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| MC Persona | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Nombre equipo | String | ----- | Envasadora C, Paletizadora D2 , Paletizadora D4, Compresor 11, Compresor 12, Caldera R4, Sala de MT , Sala de BT, Mezclador 1, Mezclador 2, Planta de tratamiento de efluentes, Montacargas 1, Montacargas 2, Auto elevador 1, Auto elevador 2, Auto elevador 3, Ascensor 1 , Ascensor 2, Aire acondicionado E1, Aire Acondicionado E2, Sistema de bombas de agua, Transporte de Harinas, Transporte de Aceites U3, Torno M1, Soldadora X2,] | Preguntar-usuario (\$equipo.nombre_equipo) |
| Fabricante | String | ----- | [Atlas Copcco, Buhler,ACMEC Bentrax, Envamatic SA ,Moëller, MTA, ,Tecnoweigher, Zarlet] | Preguntar-usuario (\$equipo.fabricante) |
| Modelo | String | ----- | [AtlasZ2 , Atlas Z3, Bhuler TH1 ACMECHS 120, ACMEC HS 140, Bentrax R402, Bentrax S 502 MTA OT 1000, MTA OT 300, Envamatic 200, Envamatic 320C, NH3D, Tecnow d1000 | Preguntar-usuario (\$equipo.modelo) |
| Edad (del equipo) | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$equipo.edad) |
| Mantenimiento | String | ----- | [Bueno, regular ,nulo] | Preguntar-usuario (\$equipo.manten.) |
| Cantidad de accidentes | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$equipo.cant_acc) |

| MC Equipos de Servicios | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Equipo | ----- | ----- |
| Potencia | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (eq_servicios.potencia) |
| Tipo de servicio | String | ----- | [Alta disponibilidad, Media disponibilidad, intermitente] | Preguntar-usuario (\$eq_servicios.tipo_de_servicio) |

| MC Equipos de Fabricación de materias primas | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Equipo | ----- | ----- |
| Tipo de instalación | String | ----- | [antiexplosiva clasificación H1 antiexplosiva seg aumentada, estándar , IP 67, IP 65, IP 50] | Preguntar-usuario (\$eq_fabricación_de_mat_primas. Tipo_instalación)) |

| MC Envasadora | | | | |
|----------------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Equipo | ----- | ----- |
| Velocidad | Nro Real | ----- | ----- | Preguntar-usuario (eq_ensavadora.velocidad) |
| Eficiencia | Nro. Real | ----- | [0 ... 100%] | Preguntar-usuario (\$eq_ensavadora..eficiencia) |

| MC Paletizadora | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Equipo | ----- | ----- |
| Capacidad | String | | | Preguntar-usuario (\$eq_paletizadora.ca pacidad) |
| Principio de funcionamiento | String | | [Robot paletizador-despaletizador Paletizadora de frascos, Despaletizadora defrascos, Despaletizadoras de Bolsas, Paletizadora de cajas] | Preguntar-usuario (\$eq_paletizadora.ppio_de_funcionamiento) |

| MC tarea | | | | |
|------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Nombre de la tarea | String | ----- | [Control de stock de almacenes, mantenimiento mecánico Mantenimiento eléctrico Montaje, Operación de caldera, Operación envasadora 12x1, Operación envasadora 4x3, Repositor de supermercados, Ventas al por mayor Ventas al por menor] | Preguntar-usuario (\$tarea.nombre_de_la_tarea) |
| Lugar | String | ----- | Depósito 1, Depósito 2, Edificio administración 1 Edificio administración 2 En tránsito Capital, En tránsito Gran Buenos Aires Envases , Fabricación , Sucursal 1,, Sucursal 20, Supermercado Tito, Supermercado Pepe, Taller de mantenimiento]] | Preguntar-usuario (\$tarea.lugar) |
| Cantidad de accidentes registrados | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$tarea.cant_de_acc_registrados) |
| Descripción | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$tarea.descripcion) |
| Antigüedad de la tarea | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$tarea.antigüedad_de_la_tarea) |

| MC tareas administrativas | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Tarea | ----- | ----- |
| Sector responsable | String | ----- | [Administración Central, Control de calidad, Ingeniería , Logística, Marketing, RR HH] | Preguntar-usuario (\$tareas_admin.Sector_responsable) |

| MC tareas tercerizadas | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Subclase de | Marco | ^Tarea | ----- | ----- |
| Sector responsable | String | ----- | [Electromontajes SA, Logist SA, Metalmec SA, Roman SA, Tenoingeniería] | Preguntar-usuario (\$tareas_tercerizadas.Nombre_de_la_empresa) |
| Tipo de contrato | String | ----- | [Administración , Llave en mano, indirecta] | |

| MC Hechos | | | | |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito |
| Fecha | Fechas | ----- | | ----- |
| Tipo de fuente | String | ----- | [Actor, Coordinador, Ejecutor, Actor/Ejecutor, Perito , Testigo] | Preguntar-usuario (\$hechos.Tipo_de_fuente) |
| Nombre de la fuente | Entero | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$hechos.Nombre_de_la_fuente)- |
| Descripción | String | ----- | ----- | Preguntar-usuario (\$hechos.Descripción) |

| MC Causa inmediata | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito (Ver nota D10) |
| Acción insegura | String | | [[Operar sin autorización, Falla en alertar, Falla al bloquear, Operar a velocidad inapropiada, Desactivar dispositivo de seguridad, Usar equipamiento con defecto, No utilizar correctamente equipo de protección individual, Carga inapropiada, Localización inapropiada, Posición inapropiada para la tarea, Realizar mantenimiento con equipo en producción, Operar bajo influencia de alcohol o drogas,] | R 24A |
| Condición insegura | String | | Guardas o barreras inadecuadas Equipamiento de protección inadecuado Herramientas con defecto , Equipamiento con defecto Material con defecto , Espacio restringido Espacio congestionado , Sistema de alerta inadecuado Peligro de fuego , Peligro de explosión, Posición inadecuada Falta de visibilidad , Desorden , Exposición a ruido Exposición a radioactividad , Temperaturas extremas Iluminación inadecuada ,Ventilación inadecuada Condiciones ambientales peligrosos] | R24B |

| MC Causa raíz | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | Tipo de ranura | Propiedad General | Valores permitidos | Si necesito (Ver nota D10) |
| Acción insegura | String | | [Factores personales, Capacidad mental / psicológica inadecuada, Stress Físico o fisiológico , Stress Mental psicológico, Falta de conocimiento, Falta de habilidad, Abuso / uso inadecuado] | R 25A |
| Condición insegura | String | | [Herramientas / equipamiento inadecuado ,s Ingeniería inadecuada ,Adquisición inadecuada] Motivación inadecuada Liderazgo / Supervisión inadecuada , Mantenimiento inadecuado, Patrones de trabajo inadecuados , Desgaste excesivo | R25B |
| Incertidumbre | String | | [Alta ,Media , Baja , Nula] | R25C |

D-6 Procedimientos

NOTA D10

En las próximas figuras se muestran a título de ejemplo algunos de los procedimientos citados en los marcos. Los procedimientos descriptos dan solo una idea preliminar, a medida que se avanzó en el proyecto los mismos fueron depurados

R24A Verificar si existió acción insegura y determinar cuál fue

Ir a procedimiento Determinar número de testigos (N)

Asignación de valores a AI (I) vector de valores posibles de acciones inseguras*

- AI(1) =: Operar sin autorización,
- AI(2) =: Falla en alertar,
- AI(3) =: Falla al bloquear,
- AI(4) =: Operar a velocidad inapropiada,
- AI(5) =: Desactivar dispositivo de seguridad,
- AI(6) =: Usar equipamiento con defecto,
- AI(7) =: No utilizar correctamente equipo de protección individual,
- AI(8) =: Carga inapropiada,
- AI(9) =: Localización inapropiada,
- AI(10) =: Izamiento impropio
- AI(11) =: Posición inapropiada para la tarea,
- AI(12) =: Realizar mantenimiento con equipo en producción,
- AI(13) =: Operar bajo influencia de alcohol o drogas
- AI(14) =: Utilizar equipamiento en forma indebida

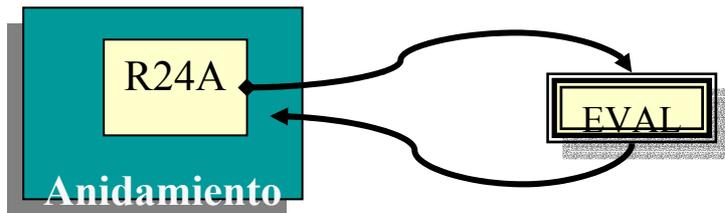
DESDE L=1 HASTA 14

SI (\$hechos.Descripción (testigo 1) \cong AI(L) ENTONCES (AI=AI (L) ir a EVAL (AI,N, \$Causa_inmediata.acción_insegura). **(D11)**

SI L < 14 SIGUIENTE SINO Terminar loop

FIN R24A

Nota D11 Si la descripción del primer testigo coincide con alguna de las acciones inseguras posibles se pasa al procedimiento EVAL que evalúa la coincidencia de todos los testigos y el historial de accidentes del actor, si la coincidencia es alta se termina el procedimiento R24A y se asigna una acción insegura con un nivel bajo de incertidumbre



Procedimiento EVAL

(Evalúa la similitud entre los hechos descritos por cada testigo y una acción insegura AI)

Procedimiento EVAL (AI, N)

Desde I=1 hasta I=N #N número de testimonios

SI (\$hechos.Descripción (testigo I)) \cong AI

ENTONCES COINCIDENCIAS=COINCIDENCIAS+1

SI $\frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 > 70 \%$

ENTONCES \$Incertidumbre= Baja

SI $50 < \frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 = < 70 \%$

ENTONCES \$Incertidumbre= Media

SI $\frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 = < 50 \%$

ENTONCES \$Incertidumbre= Alta

SIGUIENTE

SI Sincertidumbre = Baja

ENTONCES (\$Causa_Inmediata.acción_ insegura= AI) , volver a FIN R24A **(D12)**

SI (\$incertidumbre)= Media & (\$factor.cant_accidentes_registrados > 3))

ENTONCES (\$Causa_Inmediata.acción_ insegura= AI) , volver a FIN R24A

SINO volver **(D13)**

Nota D12: Se verifica los testimonios coincidentes si la incertidumbre es baja se toma la acción insegura analizada como causa inmediata

Nota D13: Se verifica los testimonios coincidentes si la incertidumbre es media y además el actor registra más de tres accidentes se toma la acción insegura analizada como causa inmediata.

R24B Verificar si existió condición insegura y determinar cuál fue

Ir a procedimiento Determinar número de testigos (N)

Asignación de valores a CI (I) vector de valores posibles de condiciones inseguras*

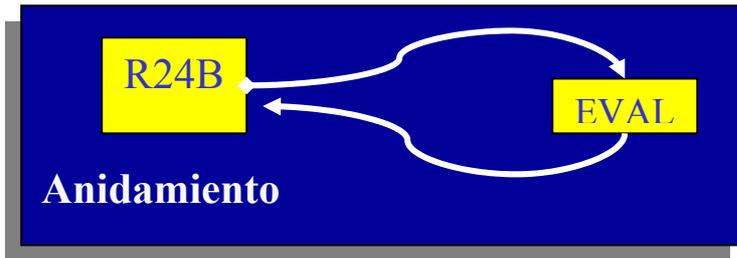
- CI(1) =: Guardas o barreras inadecuadas
- CI(2) =: Equipamiento de protección inadecuado
- CI(3) =: Herramientas con defecto
- CI(4) =: Equipamiento con defecto
- CI(5) =: Material con defecto
- CI(6) =: Espacio restringido
- CI(7) =: Espacio congestionado
- CI(8) =: Sistema de alerta inadecuado
- CI(9) =: Peligro de fuego
- CI(10) =: Peligro de explosión,
- CI(11) =: Posición inadecuada
- CI(12) =: Falta de visibilidad
- CI(13) =: Desorden
- CI(14) =: Exposición a ruido
- CI(15) =: Exposición a radioactividad
- CI(16) =: Temperaturas extremas
- CI(17) =: Iluminación inadecuada
- CI(18) =: Ventilación inadecuada
- CI(19) =: Condiciones ambientales peligrosas

SI existe acción insegura ENTONCES terminar
DESDE L=1 HASTA 19

SI (\$hechos.Descripción (testigo 1) \cong CI(L) ENTONCES (CI=CI (L) ir a
EVAL2 (CI,N, \$Causa_inmediata.acción_insegura).

SI L < 19 SIGUIENTE SINO Terminar loop
FIN R24B

Nota D14 : Si la descripción del primer testigo coincide con alguna de las condiciones inseguras posibles se pasa al procedimiento EVAL 2 que evalúa la coincidencia de todos los testigo y el historial de accidentes del actor, si la coincidencia es alta se termina el procedimiento R24A y se asigna una condición insegura con un nivel bajo de incertidumbre



Procedimiento EVAL2

(Evalúa la similitud entre los hechos de cada testigo y una condición insegura CI)

Procedimiento EVAL2 (CI, N)

Desde I=1 hasta I=N #N número de testimonios

SI (\$hechos.Descripción (testigo I)) \cong CI

ENTONCES COINCIDENCIAS=COINCIDENCIAS+1

SI $\frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 > 70 \%$ ENTONCES \$Incertidumbre= Baja

SI $50 < \frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 = < 70 \%$ ENTONCES \$Incertidumbre= Media

SI $\frac{\text{COINCIDENCIAS}}{N} * 100 = < 50 \%$ ENTONCES \$Incertidumbre= Alta

SIGUIENTE

SI Incertidumbre = Baja

ENTONCES (\$Causa_Inmediata.condición_ insegura= CI) ,volver a FIN R24B

(D15)

SI (\$incertidumbre)= Media & ((\$equipo.cant_acc > 3))

ENTONCES (\$Causa_Inmediata.condición_ insegura= CI) ,volver a FIN R24B

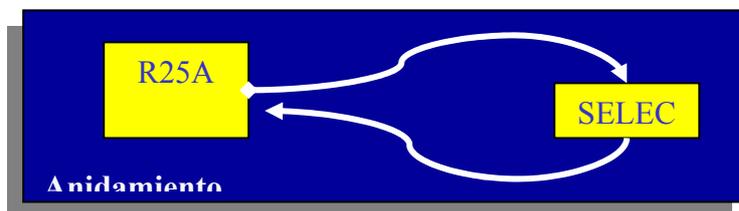
SINO volver **(D16)**

Nota D15 Se verifica los testimonios coincidentes si la incertidumbre es baja se toma la condición insegura analizada como causa inmediata

Nota D16 Se verifica los testimonios coincidentes si la incertidumbre es media y además el equipo registra más de tres accidentes se toma la condición insegura analizada como causa inmediata.

Recordemos que al detectar una causa inmediata se puede determinar de inmediato (mediante los testimonios) cuales fueron las causas raíz que pudieron originarla.

Luego de esto es necesario estudiar los antecedentes de los actores, equipos y tareas para descartar la mayoría de ellos, si aún quedan varias causas candidatas el sistema deberá volver atrás y estudiar más antecedentes de manera de poder podar más la selección. El procedimiento R25A buscará primero las causas candidatas y el procedimiento SELEC se encargará de seleccionar los más probables en base a los antecedentes.



R25A Determinar las posibles causas raíz para la causa inmediata detectada

COMIENZO R24B

Ir a procedimiento Determinar número de testigos (N)

*** Asignación de valores a CR (I) vector de valores posibles de Causas raíz***

- CR(1) =: Factores personales
- CR(2) =: Capacidad mental / psicológica inadecuada
- CR(3) =: Stress Físico o fisiológico
- CR(4) =: Stress Mental psicológico
- CR(5) =: Falta de conocimiento
- CR(6) =: Falta de habilidad
- CR(7) =: Motivación inadecuada
- CR(8) =: Liderazgo / Supervisión inadecuada
- CR(9) =: Ingeniería inadecuada
- CR(10) =: Adquisición / compra inadecuada
- CR(11) =: Mantenimiento inadecuado
- CR(12) =: Herramientas /equipamientos inadecuados
- CR(13) =: Patrones de trabajo inadecuados
- CR(14) =: Desgaste excesivo ,
- CR(15) =: Abuso / uso inadecuado

SI existe acción insegura ENTONCES terminar

DESDE L=1 HASTA 19

SI (\$hechos.Descripción (testigo 1) \cong CI(L)

ENTONCES (CI=CI (L) ir a EVAL2 (CI,N, \$Causa_inmediata.acción_insegura).

SI L< 19 SIGUIENTE SINO Terminar loop **(D17)**

FIN R24B

Nota D17: Si la descripción del primer testigo coincide con alguna de las condiciones inseguras posibles se pasa al procedimiento EVAL 2 que evalúa la coincidencia de todos los testigos y el historial de accidentes del actor, si la coincidencia es alta se termina el procedimiento R24A y se asigna una condición insegura con un nivel bajo de incertidumbre

R25A Determinar las posibles causas raíz para la causa inmediata detectada

SI No existe \$Causa_inmediata.condicióninsegura continuar SINO terminar **(D9)**

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (1) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(7), CR(8) , CR(12), CR(13), CR(15)] , ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (2) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1),CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6),CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(12), CR(13), CR(15) ,ir a SELEC]

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (3) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(12), CR(13), CR(15)] , ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (4) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) CR(11), CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (5) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (6) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (7) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (8) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1), CR(2) CR(3), , CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) ,CR(11), CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (9) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1), CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC
CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

R25A Determinar las posibles causas raíz para la causa inmediata detectada

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (10) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1), CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (11) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1), CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (12) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (13) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

SI \$Causa_inmediata.acción_insegura= AI (14) **ENTONCES**

\$Causas_raiz_candidatas=: [CR(1), CR(2),CR(3), CR(4),CR(5), CR(6), CR(7), CR(8) , CR(9) , CR(10), CR(12), CR(13), CR(15)], ir a SELEC

NOTA D18

Ver Tabla TASC (descripción de CRn: Causa raíz n)

SELEC Seleccionar causa raíz en función de antecedentes

Leer \$Causas_raiz_candidatas

SI Exiaten (\$actor.malos_hábitos) ENTONCES **Eliminar** CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8), CR(10), CR(11), CR(12), CR(13), CR(14), CR(15)) de \$Causas_raiz_candidatas

SI Exiaten (\$actor.antecedes médicos) **Eliminar** CR (1), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8), CR(10), CR(11), CR(12), CR(13), R(14), CR(15)) de \$Causas_raiz_candidatas

SI Exiaten (\$actor.cant_accidentes _registrados) > 3 **Eliminar** CR(8), CR(10), CR(11), CR(12), CR(13), CR(14), CR(15)) de \$Causas_raiz_candidatas

SI Exiaten (\$starea.cant_accidentes _registrados) > 3 **Eliminar** CR(1), CR(2), CR(3), CR(4), CR(5), CR(6), CR(7), CR(8), CR(10), CR(11), CR(12), CR(14), CR(15)) de \$Causas_raiz_candidatas

\$Causa raíz =: \$Causas_raiz_candidatas

Se asignan las causas raíz candidatas que quedan luego del filtrado como causa raíz

CAPITULO E: IMPLEMENTACION

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|-----------------------------------------------------|-------------|
| E-1 | Introducción | 153 |
| E-2 | Evaluación y selección de herramienta de desarrollo | 155 |
| E-3 | Implementación del SE-ADA Versión 1.03 | 161 |
| E-4 | Código | 169 |

E-1 Introducción

Para el desarrollo de Sistema de ADA se utilizarán técnicas de prototipado evolutivo, sobre el prototipo (versión V1.XX) se efectuarán las mejoras necesarias para llegar al versión operativa que se denominará V2.XX

En prototipo del SE-ADA será instalado en una de las plantas de manera de ser evaluado durante un año .De esta forma los usuarios, el experto y el IC podrán mejorar las especificaciones de Sistema ADA y así optimizar el desempeño y los costos de desarrollo del mismo.

En las figura “E1” se visualiza la arquitectura de la versión operativa.

Figura E1 Versión V2.XX

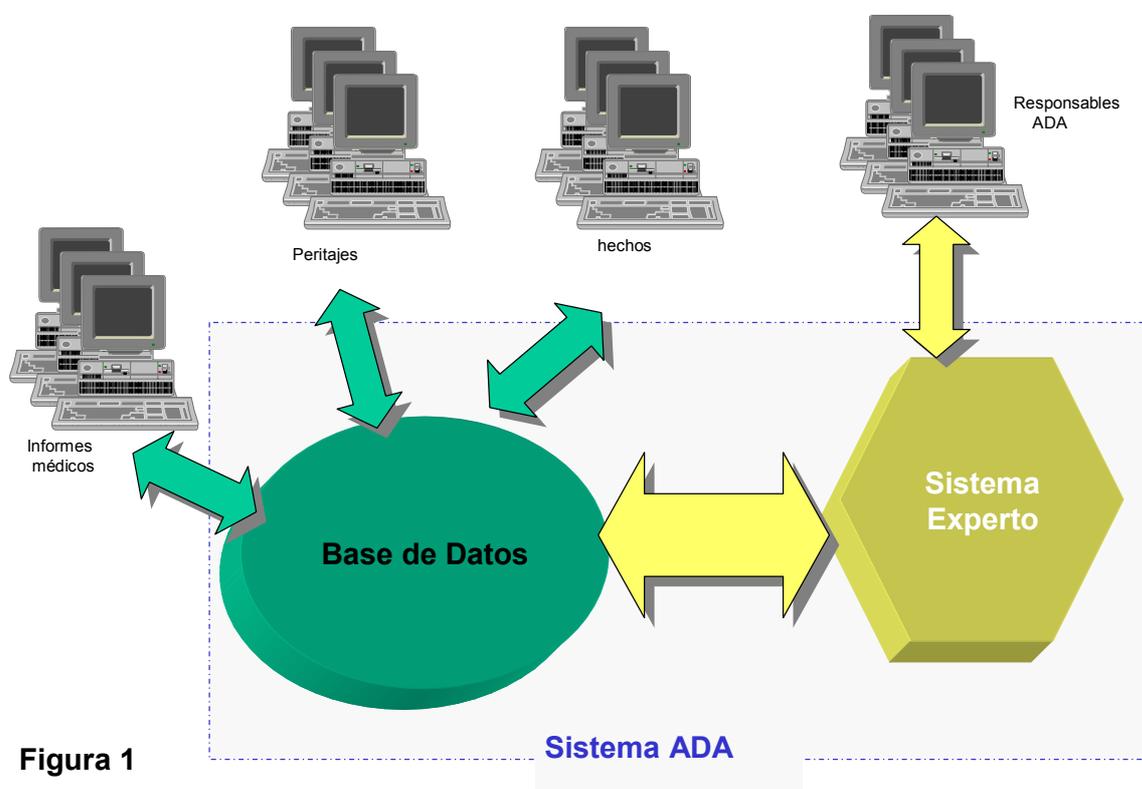


Figura 1

La empresa cuenta en cada una de sus sistemas de PC con Sistema Operativo Windows y en todas está cargado el paquete Office Professional, por ello se utilizará una base de datos Access por planta que recopilará los datos y los enviará al SE vía DDE (Dinamic Data Exchange).

La utilización de esta BD resulta económica dado que la compañía ya adquirió las licencias para otras aplicaciones que han dado muy buenos resultados.

La BD enviará por medio de DDE las instancias a analizar al SE, quien a su vez retornará los resultados a la BD.

El SE experto se desarrollará en Kappa (en el apartado siguiente se fundamentará detalladamente esta selección) .

En el prototipo el ingreso y almacenamiento de datos se realizará en forma local en el SE a continuación se detalla la arquitectura del mismo.

Figura E2 Versión 1.XX

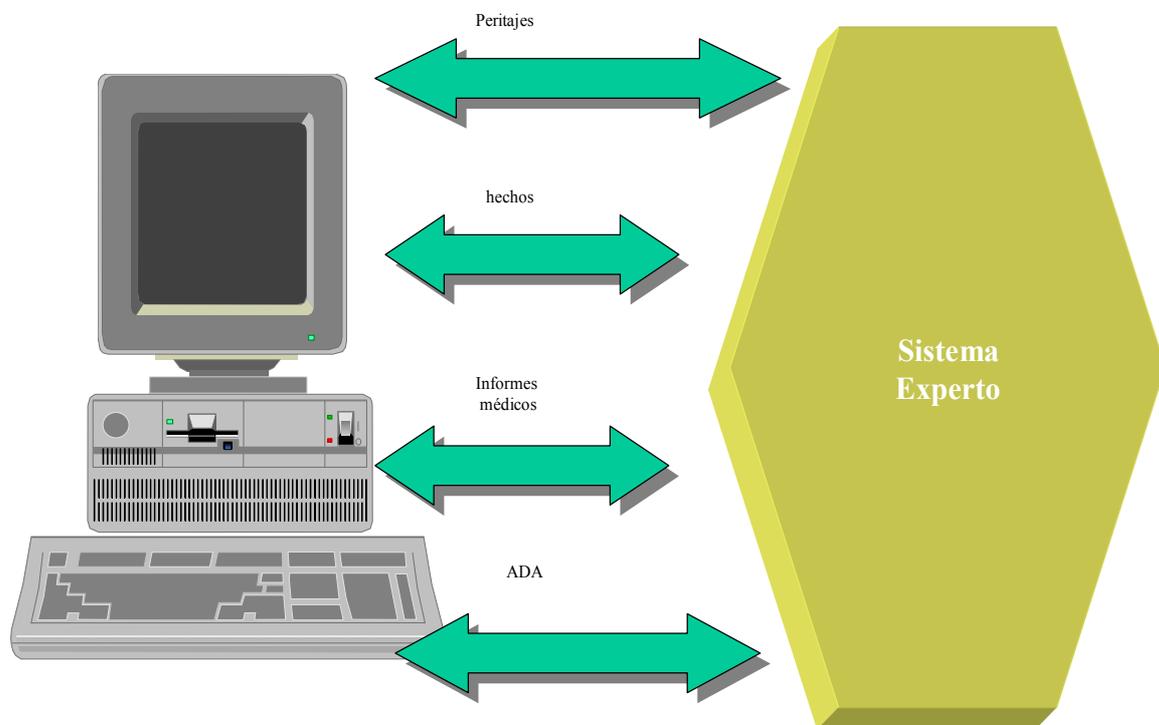


Figura 2

SE – ADA Prototipo

En este trabajo de especialidad se implementará y evaluará solamente el prototipo.

E-2 Evaluación y selección de herramientas de desarrollo

El formalismo de MARCOS CONCEPTUALES seleccionado en las etapas anterior permite descartar las herramientas INCO que no cuentan con dicho formalismo (por ejemplo Natural Expert).

El sistema operativo definido por la empresa en todas sus PC (Windows NT) impone otra restricción que descarta sistemas como ART y KEE.

Si tomamos en cuenta que los costos de compra de la herramienta para el desarrollo del prototipo se minimizan en el caso de Kappa y Clips., estas dos herramientas fueron las candidatas principales.

El IC “jugó con ambas” encontrando que:

CLIPS:

Es una herramienta muy robusta (basada en el algoritmo de rete) , y muy bien documentada los manuales son excelentes y ofrecen gran cantidad de ejemplos explicados en una forma muy didáctica además es la herramienta que NASA solicita a sus proveedores lo cual da idea de la fiabilidad del sistema.

Lamentablemente CLIPS no cuenta hoy en día con herramientas amigables de desarrollo de HMIs (Human machine Interface).

KAPPA

Esta herramienta cuenta con funciones de desarrollo de pantallas mucho más poderosas que CLIPS evitando el uso de otros lenguajes de programación.

El desempeño de Kappa en el manejo de formalismos como el Marcos, Reglas y agendas era el necesario y suficiente para el desarrollo del SE-ADA

Tanto Kappa como Clips cuentan en su set de instrucciones con la posibilidad de comunicarse con otra aplicación por medio de DDE y SQL con un grado de dificultad similar, por lo tanto este no fue un factor de peso en la selección de la herramienta INCO.

Dado las características del SE-ADA, el prototipo requería de gran cantidad de pantallas para el ingreso de datos (45), esto hacia necesario que las pantallas se desarrollaran en otro lenguaje (por ejemplo Visualbasic) y se comunicarán con el SE.

Por otro lado suponemos en el ejercicio que la empresa que solicita el trabajo requiere comenzar las pruebas del prototipo en menos de dos meses.

Este fue el elemento decisivo para seleccionar a Kappa como herramienta de desarrollo del prototipo.

Para el desarrollo de la versión operativa podría ser interesante desarrollar las HMI en la base de datos Access (dado que cuenta con herramientas de desarrollo muy amigables y potentes) y el SE en CLIPS,

Tomando como base la tablas de evaluación de herramientas INCO y la información que suministra el proveedor (*1) sobre su producto se puede observar en la TABLA E1 las características principales de Kappa y verificar la selección realizada.

| Tabla E1 : Características principales de Kappa | | | | |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Representación de conocimientos | | Dominio | | Marcos Reglas |
| | | Incertidumbre | | NO |
| | | Control | | Agendas Prioridades de reglas |
| Motor de Inferencias | | | | Herencia múltiple Demonios Encadenamiento hacia delante Encadenamiento hacia atrás Métodos |
| Interfaces | Con Humanos | IC | BC | Integridad relacional Gráficos Barras de Menús Librerías Ayuda No recompilación Interfaz gráfica ampliable |
| | | | Depuración | Navegador Traza Paso a Paso Puntos de ruptura Detecta y evita bucles infinitos Validación |
| | | Usuario | | Creación de interfaz gráfica con ventanas Gráficos Ejecución interactiva Herramienta ampliable Adaptable al Cliente |
| | Con otros Software | Lenguaje | | Protalk , ANSI C, C++, Fortran |
| | | Bases de datos | | Sist con SQL |
| | Requisitos del Sistema | | Hardware | |
| Sistemas operativos | | | X- Windows, Windpews DLLs, MVS | |
| Otras | | | | Modular En capas Integración sencilla con otros Software Mecanismo de hoja de cálculo Prototipado fácil Orientación a objetos Reutilización Independiente del SO Retroceso |

En base a la tabla E1 se completa la tabla de evaluación E2 utilizada para la selección de herramientas se marca con una equis los criterios que cumple Kappa .

TABLA E2

| Concepto | Criterio | | Peso medio | |
|-----------------------|----------------------------------------------|------------------------------|------------|---|
| Base de conocimientos | Técnicas de representación | Reglas de Producción | 8 | x |
| | | Conjuntos de reglas | 7.4 | x |
| | | Metarreglas | 6.4 | |
| | | Tablas de decisión | 5.4 | |
| | | Marcos | 6.2 | x |
| | | Redes semánticas | 4.6 | |
| | | Lógica formal | 5 | |
| | Inducción | | 5.4 | |
| | Herencia | | 6.6 | x |
| | Subsistema de adquisición de conocimientos | | 7.2 | |
| | Instancias múltiples | | 6.8 | x |
| | Demonios y procedimientos | | 6 | x |
| | Objetos activos | | 4.8 | |
| | Gestión de casos | | 5 | |
| Motor de Inferencias | Modo de razonamiento | Encadenamiento hacia delante | 7.6 | x |
| | | Encadenamiento hacia atrás | 8 | x |
| | | Inferencia bidireccional | 5 | |
| | | Razonamiento monótono | 6.6 | |
| | Sistema de mantenimiento de la verdad | | 6.6 | |
| | Estrategia de búsqueda | En amplitud | 6 | x |
| | | En profundidad | 6.2 | x |
| | | Mejor primero | 6.4 | x |
| | | Escalada | 4.6 | |
| | | Generar & Verificar | 5.8 | |
| | | Análisis de medios fines | 5 | |
| | | Prorrateo | 5.6 | |
| | Ramificar y acotar | 5.2 | | |
| | Buscar todos los hechos (Lógica de 1º orden) | | 7 | |
| | Buscar sólo un echo (Lógica de orden cero) | | 5.8 | |
| | Modelización del tiempo | | 5.2 | |
| | Resolución de conflictos | Asignación de prioridades | 7 | x |
| | | La más específica | 6 | |
| | | La más reciente | 5.8 | |
| | | Prioridad de arriba a abajo | 5.6 | |
| | Medidas de certidumbre | Teorema de Bayes | 4.8 | |
| | | Factores de certeza | 6.2 | |
| | | Teoría Dempster / Shafer | 4.2 | |
| | | Conjuntos difusos | 5 | |
| | | Herencia | 6.6 | |
| | Umbral de certeza | | 5.6 | |
| | Sistema de pizarra | | 5.4 | |
| Recursión | | 6.4 | | |
| Iteración | | 6.6 | | |

| Concepto | Criterio | Peso medio | | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|---|
| Interfaz con el desarrollador | Documentación confiable / legible | 8 | | |
| | Tutorada , ejemplos de bases de conocimientos | 6.8 | NO | |
| | Herramientas de Edición / depuración | Ojeador (Browser) de la memoria de trabajo | 7 | x |
| | | Traza de inferencias | 7.8 | x |
| | | Indice cruzado de reglas | 6.2 | x |
| | | Compilación incremental | 6.4 | |
| | Capacidad de explicación | 8 | | |
| | Capacidad para "personalizar la explicación" | 8 | | |
| | Resultados gráficos | 6.4 | x | |
| | Capacidades matemáticas | 6.6 | x | |
| | Generador de código | 5.8 | x | |
| | Soporte para menús / ventanas color | 7.2 | x | |
| | Facilidades "personalizables" | 7.4 | | |
| | Prototipado rápido | 8 | x | |
| | Arquitectura abierta | 7.2 | | |
| | Procesamiento por lotes | 5.2 | | |
| Modos Experto / Novato | 5.6 | | | |
| Manejo de cadenas de caracteres | 6.6 | x | | |
| Interfaz con el usuario final | Casos / ejemplos salvados | 7 | | |
| | Facilidades de explicación | 8 | | |
| | Documentación comprensible / legible | 8 | x | |
| | Tutorada | 6.8 | | |
| | Soporte color / ventana / menús | 7.2 | x | |
| | Capacidades de "personalización" | 7.4 | | |
| | Acepta "No sé" como respuesta | 7 | | |
| | E / S Hablada | 3.4 | | |
| | Ayuda sensible de contexto | 6.8 | | |
| | Resultados gráficos | 6.4 | x | |
| | Optimización | 5.6 | | |
| | Aprendizaje | 5.6 | | |
| | Soporte ratón / íconos | 6 | x | |
| | Interfaz de lenguaje natural | 5 | | |
| Análisis de sensibilidad | 5.2 | | | |
| Interfaz con otros Sistemas | Portabilidad de la aplicación | 8 | x | |
| | Soporte para micros | 7.8 | | |
| | Compatibilidad con sistemas existentes | 7.2 | x | |
| | Soporte de multiprocesadores | 4.5 | | |
| | Soporte multiusuario | 5.4 | | |
| | Acceso a hardware especial | 4.8 | | |
| | Capacidad de ser embebido en sistemas físicos | 8 | | |
| | Protección de código | 6 | x | |
| | Procesamiento por lotes | 5.2 | | |
| | Procesamiento en tiempo real | 6.4 | | |
| Soporte de red | 5.6 | | | |
| Interfaz de datos | Enlace con lenguajes de 3º y 4º generación | 7.8 | | |
| | Enlaces con bases de datos | 8 | x | |
| | Acceso al lenguaje subyacente | 6.6 | x | |
| | Enlaces en software de propósito específico | 7 | x | |
| Vendedor | Madurez del producto y del vendedor | 6.6 | x | |
| | Trayectoria de progreso | 6.4 | x | |
| | Soporte del vendedor | 7.4 | x | |

De los resultados obtenidos en las tablas E1 y E2 se verifica que Kappa resulta ser la herramienta INCO que más se adecua a los propósitos de desarrollo del prototipo del SE-ADA.

E-3 Implementación del SE-ADA Versión 1.03 (Prototipo)

Paso 1

Se introdujo en Kappa los conocimientos conceptualizados del SE de Análisis de Accidentes (ver control20b.ppt) .

Se declararon las clases y se volcaron las instancias que corresponden a la Planta en la cual se evaluará el prototipo.

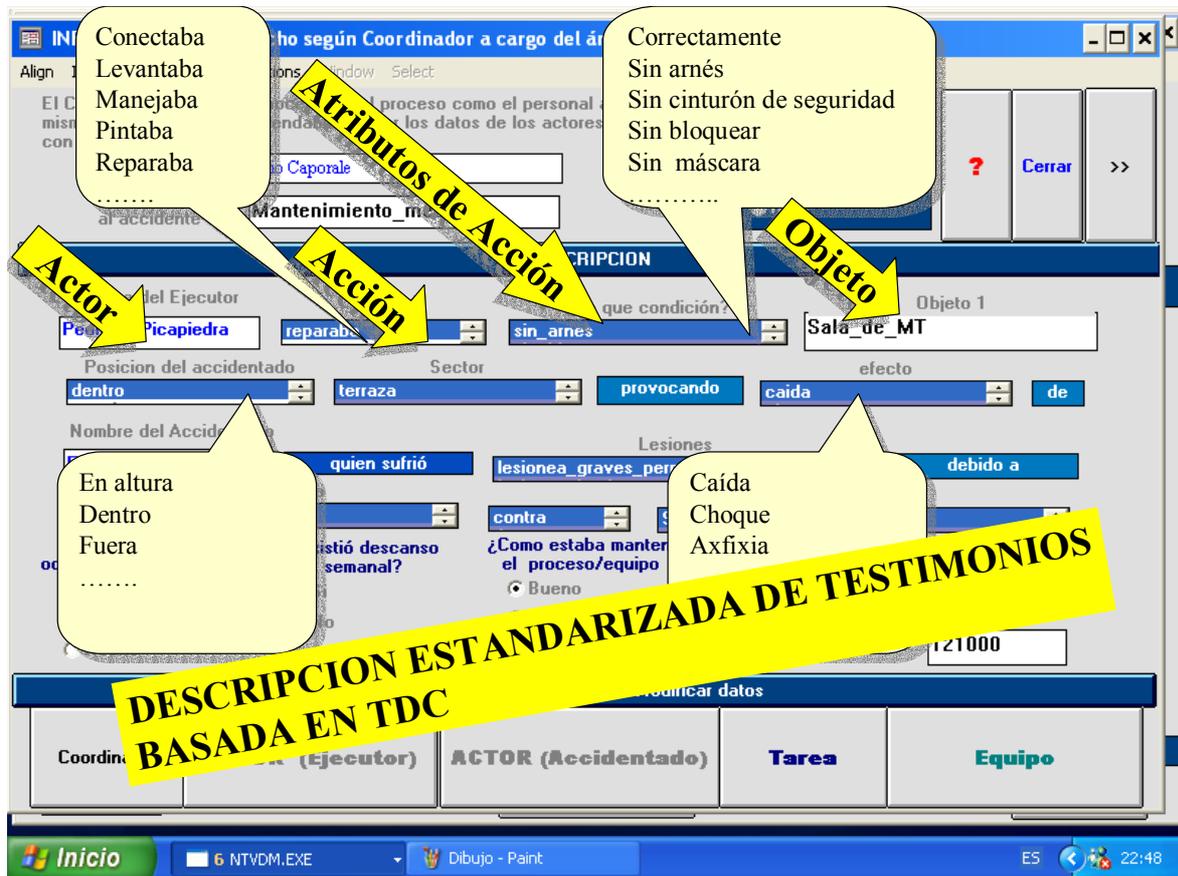
Se configuraron todas las pantallas (Session) de ingreso de datos y se programó el código funciones asociadas a las mismas.

En el caso de los datos correspondientes a los hechos declarados por los actores testigos y peritos surgía un problema.

El sistema experto debería interpretar las descripciones de los hechos, esta interpretación se simplificaba bastante si la declaración mantenía una estructura prefijada. Tomando como base la TDC (teoría de la dependencia conceptual) y analizando las primitivas desarrolladas por Shank se armó con el experto una estructura fija con una cantidad de palabras (acciones, sujetos, objetos y verbos) limitadas por el dominio en el que se desempeñará el SE-ADA (La seguridad industrial de la planta en la cuál se probará el prototipo)

En la figura 3 se expone esta estructura

Figura 3 Estandarización de Descripción de hechos basada en TDC



Paso 2

Se verificó el correcto ingreso de datos y la operación de las funciones desarrolladas en el Paso 1.

Se comprobó que la declaración estructurada de hechos cubriera adecuadamente los distintos casos que se podrían presentar en la planta.

Paso 3

Se cargaron en Kappa las reglas obtenidas de las etapas anteriores (Adquisición de conocimientos, conceptualización y formalización)

Paso 4

Se probaron en forma individual cada una de las reglas desarrolladas en el Paso 4

Paso 5

Se cargaron las funciones que disparan los mecanismos de inferencia del SE-ADA

Paso 6

Se probaron en forma individual cada uno de las inferencias desarrolladas en el Paso 5

Paso 7

Al finalizar el paso 6, ya se estaban listos todos los módulos (Procesos, Reglas, Inferencias y pantallas) y objetos del sistema, por lo cual se pasó al proceso de integración de los mismos de tipo “de abajo hacia arriba” (Down-Top)”

Paso 8

Se realizan pruebas de integración Down-Top y se comprueba mediante casos de prueba el funcionamiento correcto del sistema integrado.

(En el archivo Powerpoint denominado

ADA20_Descripcion_implementacion.ppt se muestran los resultados obtenidos por el SE-ADA)

En las figuras siguientes se muestran las HMIs principales de ADA

Figura 4: ingreso de datos de Actores, Testigos presénciales y Peritos.

ADA permite ingresar datos de nuevos actores o leer/modificar datos ingresados con anterioridad seleccionado la persona en un listado de personal.

The screenshot shows a Windows-style application window titled "ADA : MENU PRINCIPAL" and "Datos de Actor (Ejecutor)". The window has a menu bar with "Align", "Image", "Edit", "Control", "Options", "Window", and "Select". The main area contains a form with the following fields and options:

- Nombre Apellido:** Pedro A. Picapiedra
- Legajo:** 1009
- DNI:** 11000009
- Fecha de nacimiento:** [Empty field]
- Oficio:** Pintor
- Antigüedad:** 10
- Cantidad de accidentes registrados:** 20
- Sexo:** Masculino, Femenino
- Nacionalidad:** Argentina, Extranjera
- Relación laboral:** Efectivo, Contratado, Visita
- Malos hábitos:** No_registra, Consumo_de_alcohol, Consumo_de_drogas
- Antecedentes médicos:** No_registra_prob_méd_o_Psicol., Presenta_problemas_médicos, Presenta_problema_psicológicos, Presenta_Prob_méd_y_Psicológ.
- Confiabilidad:** Alta, Media, Baja, Nula

At the bottom of the form, there is a navigation bar with buttons: "Salir", "Desarrollo", "Versión", and "Volver a Ingreso de Datos" (with a right arrow). Above the navigation bar is a bar labeled "Ir a" with buttons for "Descripción del accidente", "Testigo 1", "Testigo 2", "Perito 1", "Perito 2", "Coordinador", and "Volver a Ingreso de Datos". A "Cerrar" button is also present in the top right of the form area.

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, taskbar with "6 NTVDM.EXE" and "Dibujo - Paint", and system tray with "ES" and "22:42".

Figura 5 Ingreso de datos de la TAREA asociada al accidente

ADA permite ingresar datos de tareas nuevas o leer/modificar datos ingresados con anterioridad seleccionando la tarea de un listado.

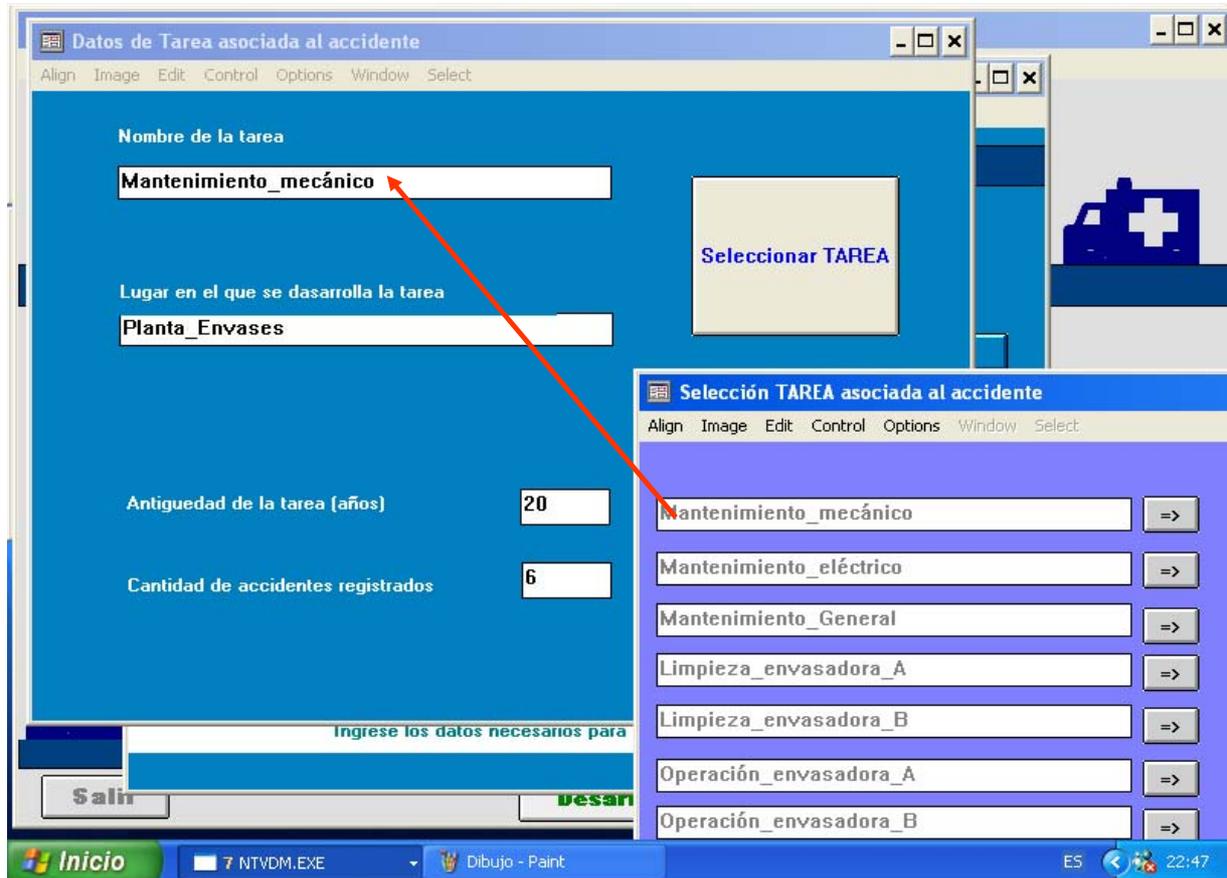


Figura 6: ingreso de datos de máquina/proceso/equipo asociado al accidente
ADA permite ingresar datos de equipos nuevos o leer/modificar datos ingresados con anterioridad, seleccionado el equipo en un listado.

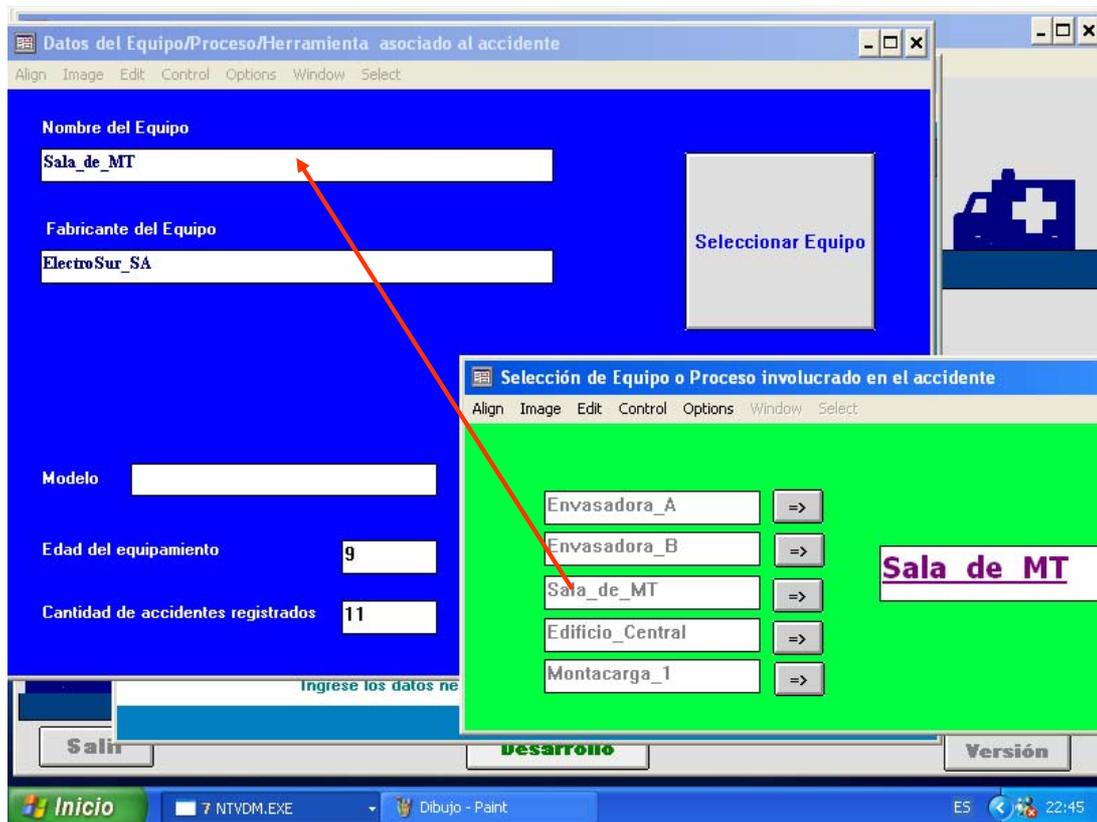


Figura 7: Evaluación de calidad y cantidad de información utilizada durante el análisis de accidente.

El SE ADA decide si la calidad y cantidad de información recopilada (antecedentes, calidad de testimonios grado de coincidencia).es suficiente para realizar un análisis confiable. En caso contrario el sistema recomendará buscar más testimonios , testigos más fiables o realizar nuevos peritajes.

Si la cantidad y calidad de los de testigos es suficiente se evalúa el grado de coincidencia de los testimonios, si son divergentes el sistema aconsejará repetir la entrevistas haciendo hincapié en las diferencias.

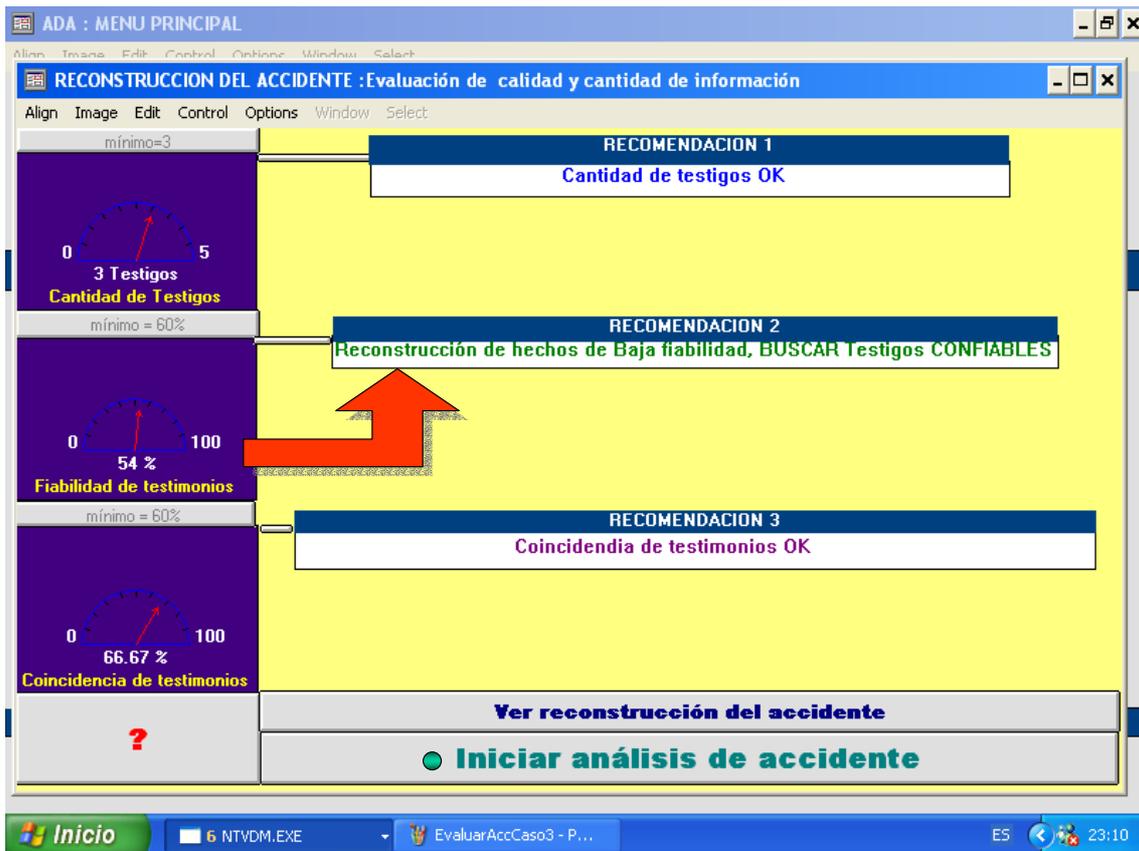
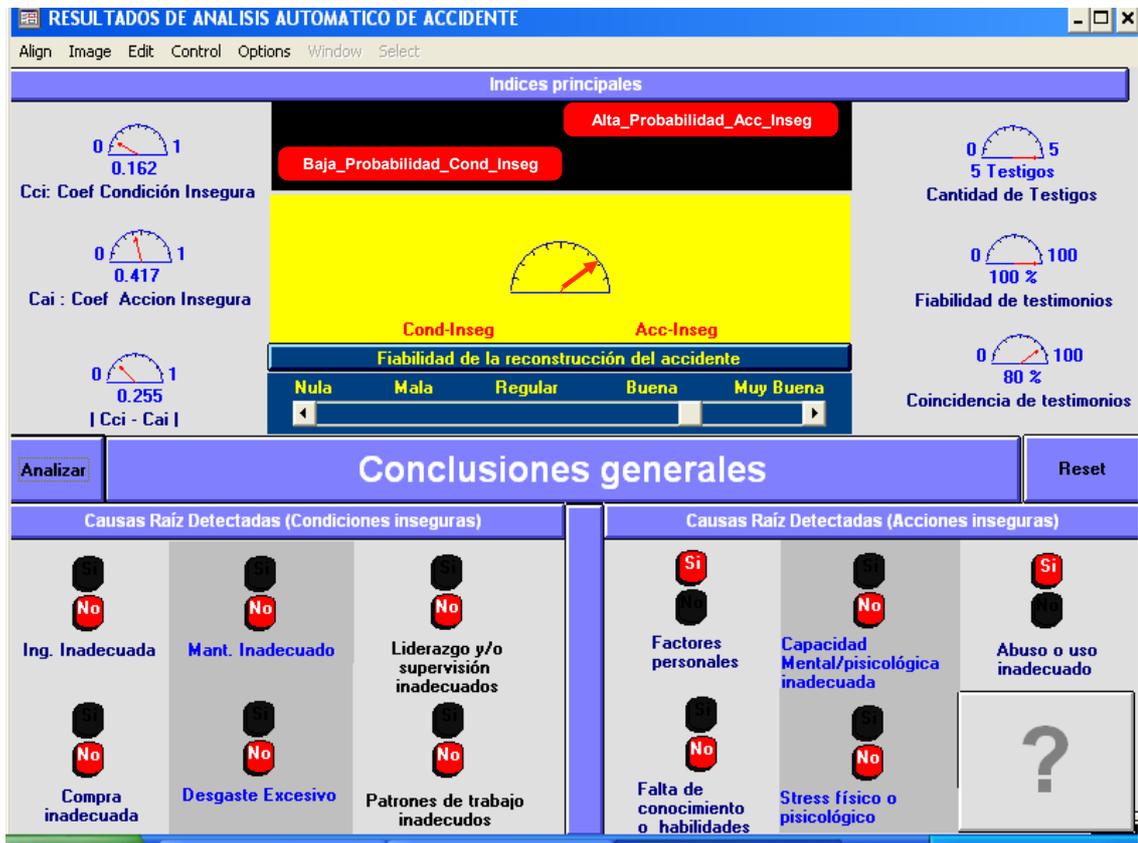


Figura 8: Presentación de resultados finales de un análisis de accidentes

ADA determina las causas raíces y los coeficientes que permiten determinar el grado de certeza del análisis realizado.



Código

En el archivo ADA 23.KAL se adjunta una copia de la aplicación (SE-ADA V1.03)

Ejemplo : Codificación de REGLA 14 “Detección de existencia de ABUSO o USO INADECUADO” en Kappa.

```

IF(

    ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= sin_arnes )
    And
    ( MI_Reconstruccion:TextPosicion #= en_altura )

    Or ( ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= a_alta_velocidad )
    And
    ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= manejaba ) )

    Or ( ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= sin_bloquear )
    And
    ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= limpiaba ) )

    Or ( ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= sin_cinturón_de_seguridad )
    And
    ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= manejaba ) )

    Or ( ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= con_sobrecarga )
    And ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= levantaba ) )

    Or ( ( MI_Reconstruccion:TextPropAcc #= sin_bloquear )
    And ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= reparaba )
    );

THEN
CausaRaíz:CR14= “Abuso o uso inadecuado”

```

Ejemplo: REGLA 4 “Detección de Falta de conocimiento”

```
(IF
  ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= pintaba )
  And Not( MI_Act_Selec:Oficio #= Pintor )
  Or ( ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= reparaba )
  Or ( MI_Reconstruccion:TextAccion #= arreglaba )
  And Not ( ( MI_Act_Selec:Oficio #= Tec_mant_eléctrico )
  Or ( MI_Act_Selec:Oficio #= Tec_mant_mecánico )
);

THEN

  CausaRaíz:CR4= “Falta de conocimiento”
```

Ejemplo de inferencia hacia adelante

ForwardChain ([NOASSERT], NULL,R1,R2,R3,R4,R5,R7,R8,R9,R10,R12,R13,R14);

CAPITULO F: EVALUACIÓN

| Sección | Tema | Pág. |
|----------------|------------------------------------|-------------|
| F-1 | Planeamiento de la evaluación | 173 |
| F-2 | Resultados de la primer evaluación | 175 |
| F-3 | Casos de prueba | 177 |

F- 1 Planeamiento de la evaluación

Sistema a evaluar: SE-ADA Versión 1.03 Prototipo

Lugar: Planta piloto

Por tratarse de un prototipo sólo se debería evaluar la corrección y la validez, pero dado que el sistema estará a prueba un año en una de las plantas resulta interesante comprobar la Usabilidad y utilidad brindadas por el sistema al final del periodo de prueba, por ello se incluyó dichos criterios en la planificación.

| Aspecto a evaluar | Criterio | Técnica utilizada | Carga | Patrón |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Corrección | Compleitud | Revisión | ----- | No debe hallarse defectos |
| | Consistencia Redundancia | | | |
| Validez | Exactitud | -Comparación frente a resultados históricos conocidos | Casos de prueba | Experto |
| | Aceptabilidad | -Comparación frente a las prestaciones de un experto | | |
| | Robustez | -Análisis de sensibilidad Ingreso de entradas NO estándar | Casos habituales | Requisitos |
| | Requisitos | Revisiones | Ensayos paralelos | |
| Usabilidad | Efectividad Facilidad de aprendizaje Flexibilidad Actitud | Uso | Prueba piloto Desarrollada con dos usuarios preseleccionados | Usuario |
| Utilidad | Productividad Fiabilidad Disponibilidad Capacidad Tiempo de respuesta | Tomar medidas | Casos habituales | Situación sin sistema |

Sobre el prototipo se repetirá el esquema propuesto en la tabla anterior, en cuatro pruebas (una prueba cada tres meses).

F-2 Resultados de la primera evaluación

El IC realizó una primera evaluación antes de instalar el proceso en planta.

Sólo evaluó los criterios de Corrección y Validez

| Aspecto a evaluar | Criterio | Resultados |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Corrección | Compleitud | No se detectaron reglas ausentes ni reglas inalcanzables. |
| | Consistencia | No se detectan inconsistencias frente a datos de entrada válidos. |
| | Redundancia | No se detectan problemas de identidad, Subsunción , Condiciones If innecesarias, callejones sin salida ni redundancia indirecta |
| Validez | Exactitud | Las respuestas brindadas por el sistema frente a los casos planteados han sido aceptables |
| | Aceptabilidad | Las respuestas dadas por el sistema son similares a las que brindó el experto frente al mismo caso |
| | Robustez | Debido a la estructuración (basada en TDC) que se implementó en la descripción de los hechos NO es posible introducir valores NO estándar al SE. Esto le brinda gran robustez al SE |
| | Requisitos | Tanto los requisitos de competencia como de servicios fueron satisfechos correctamente |
| Usabilidad | Efectividad Facilidad de aprendizaje Flexibilidad Actitud | No pueden ser evaluados en esta etapa |
| Utilidad | Productividad Fiabilidad Disponibilidad Capacidad Tiempo de respuesta | No pueden ser evaluados en esta etapa |

Las tres pruebas restantes se realizarán luego de instalar el Sistema en la Planta Piloto

F-3 Casos de prueba

Caso de prueba 1: Datos de entrada

| | | Slot | Valor | Tipo de dato |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Datos de entrada | Actor | Nombre | Pedro Picapiedra | Datos históricos |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 20 | |
| | | Antigüedad en la compañía | 10 | |
| | | Oficio | Pintor | |
| | | DNI | 10000009 | |
| | | Legajo | 1009 | |
| | | Fecha de nacimiento | 11/4/66 | |
| | | Malos hábitos | No registra | |
| | | Antecedentes médicos | Presenta problemas psicológicos | |
| | | Relación laboral | Efectivo | |
| | Confiabilidad | Media | | |
| | Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso. Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde. El mantenimiento del equipo era bueno | Datos obtenidos mediante entrevistas | |
| | Testigo 1 | Nombre | Homero Simpson | Datos históricos |
| | | Antigüedad en la compañía | 10 | |
| | | DNI | 10000009 | |
| Legajo | | 1009 | | |
| Relación laboral | | Efectivo | | |
| Confiabilidad | Media | | | |
| Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso. Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde. El mantenimiento del equipo era bueno | Datos obtenidos mediante entrevistas | | |
| Testigo 2 | Nombre | Pablo Mármol | Datos históricos | |
| | Antigüedad en la compañía | 10 | | |
| | DNI | 10000009 | | |
| | Legajo | 1009 | | |
| | Relación laboral | Efectivo | | |
| Confiabilidad | Media | | | |
| Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso. Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde. El mantenimiento del equipo era malo | Datos obtenidos mediante entrevistas | | |

Caso de prueba 1: Datos de entrada

| | | Slot | Valor | Tipo de dato |
|------------------|-------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Datos de entrada | Coordinador | Nombre | Luis Donald | Datos históricos |
| | | Antigüedad en la compañía | 10 | |
| | | Nivel | Jefe | |
| | | DNI | 10000009 | |
| | | Legajo | 1009 | |
| | | Fecha de nacimiento | 11/4/66 | |
| | | Relación laboral | Efectivo | |
| | | Confiabilidad | Media | |
| | | Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde , habiendo tomado el descanso semanal. El mantenimiento del equipo era bueno | |
| Perito 1 | Perito 1 | Nombre | José Silicón | Datos históricos |
| | | Antigüedad en la compañía | 5 | |
| | | DNI | 10000100 | |
| | | Legajo | | |
| | | Relación laboral | Contratado | |
| | | Profesión | Inge. electrónico | |
| | | Calificación profesional | Experto | |
| | | Confiabilidad | Alta | |
| | | Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde , habiendo tomado el descanso semanal. El mantenimiento del equipo era bueno | |
| Perito 2 | Perito 2 | Nombre | Pablo Mármol | Datos históricos |
| | | Antigüedad en la compañía | 14 | |
| | | DNI | 1000200 | |
| | | Legajo | | |
| | | Relación laboral | Contratado | |
| | | Profesión | Psicólogo | |
| | | Calificación profesional | Experto | |
| | | Confiabilidad | Media | |
| | | Descripción del accidente | Pedro Picapiedra pintaba sin arnés el edificio Central en altura provocando la caída de Pedro Picapiedra quien sufrió lesiones graves debido a impacto contra el piso Pedro Picapiedra trabajaba en turno tarde , habiendo tomado el descanso semanal. El mantenimiento del equipo era bueno | |

Caso de prueba 1 : Datos de entrada

| | | Slot | Valor | Tipo de dato |
|------------------|--------|------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Datos de entrada | Equipo | Nombre | Edificio central | Datos históricos |
| | | Antigüedad | 10 | |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 1 | |
| | | Fabricante del Equipo Modelo | Constructora Piedradura | |
| | Tarea | Nombre | Mantenimiento general | Datos históricos |
| | | Antigüedad | 15 | |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 0 | |
| | | Fabricante del Equipo Modelo | Constructora Piedradura | |

Caso de prueba 1: Resultados del Análisis de accidente realizados por SE ADA

| | | Slot | Resultado | Observaciones |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Resultados del análisis automático realizado por SE ADA | Evaluación de cantidad y calidad de la información | Recomendación 1 | Cantidad de testimonios (5) OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 2 | Confiabilidad de testigos OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 3 | Coincidencia de testimonios OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Cantidad de testigos | 5 | |
| | | Fiabilidad de los testigos | 60 % | |
| | | Coincidencia de testimonios | 68 % | |
| | | Evaluación general | La información disponible es suficiente para analizar el accidente | |
| | Búsqueda de Causa Raíz | Probabilidad de Acción insegura | ALTA | |
| | | Probabilidad de Condición insegura | BAJA | |
| | | Coefficiente Acción Insegura | 0.95 | |
| | | Coefficiente Condición Insegura | 0.25 | |
| | | Fiabilidad de la reconstrucción del accidente | Buena | |
| | | Factores personales | SI | |
| | | Capacidad mental / psicología inadecuada | SI | Causas Raíz relacionadas con Acción Insegura |
| | | Stress Físico | NO | |
| | | Falta de conocimientos o habilidades | NO | |
| | | Abuso o uso inadecuado | SI | |
| | | Ingeniería inadecuada | NO | |
| | | Adquisición inadecuada | NO | Causas Raíz relacionadas con Condición Insegura |
| | | Mantenimiento Inadecuado | NO | |
| Desgaste excesivo | | NO | | |
| Liderazgo / supervisión inadecuados | NO | | | |
| Patrones de trabajo inadecuados | NO | | | |
| | | | | |

Caso de prueba 2: Se toman los testimonios del caso 1 pero se eliminan los testimonios del Actor, de los dos testigos quedando sólo los testimonios de los peritos.

Caso de prueba 2: Resultados del Análisis de accidente realizados por SE ADA

| | | Slot | Resultado | Observaciones |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Resultados del análisis automático realizado por SE ADA | Evaluación de cantidad y calidad de la información | Recomendación 1 | Cantidad de testimonios (2) es insuficiente para continuar el análisis de accidente. Buscar más testigos | |
| | | Recomendación 2 | Confiabilidad de testigos OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 3 | Coincidencia de testimonios OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Cantidad de testigos | 2 | |
| | Evaluación general | Fiabilidad de los testigos | 60 % | La información disponible es insuficiente para analizar el accidente |
| | | Coincidencia de testimonios | 100 % | |
| | Búsqueda de Causa Raíz | Probabilidad de Acción insegura | NO es posible obtener resultados dado que la información es insuficiente | |
| | | Probabilidad de Condición insegura | | |
| | | Coficiente Acción Insegura | | |
| | | Coficiente Condición Insegura | | |
| Fiabilidad de la reconstrucción del accidente | | | | |
| Factores personales | | | | |
| Capacidad mental / psicológica inadecuada | | | | |
| Stress Físico | | | | |
| Falta de conocimientos o habilidades | | | | |
| Abuso o uso inadecuado | | | | |
| Ingeniería inadecuada | | | | |
| Adquisición inadecuada | | | | |
| Mantenimiento Inadecuado | | | | |
| Desgaste excesivo | | | | |
| Liderazgo / supervisión inadecuados | | | | |
| Patrones de trabajo inadecuados | | | | |
| | | Causas Raíz relacionadas con Acción Insegura | | |
| | | Causas Raíz relacionadas con Condición Insegura | | |

Caso de prueba 3: Se toman los testimonios del caso 1 pero se baja la fiabilidad de los testigos 1 y 2 (Fiabilidad = baja)

Caso de prueba 3: Resultados del Análisis de accidente realizados por SE ADA

| | Slot | Resultado | Observaciones | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|--|
| Resultados del análisis automático realizado por SE ADA | Recomendación 1 | Cantidad de testimonios (5) OK puede seguir con análisis de accidente | | |
| | Recomendación 2 | Confiabilidad de testigos baja se recomienda buscar testigos fiables | | |
| | Recomendación 3 | Coincidencia de testimonios OK puede seguir con análisis de accidente | | |
| | Evaluación de cantidad y calidad de la información | Cantidad de testigos | 5 | |
| | | Fiabilidad de los testigos | 38 % | |
| | | Coincidencia de testimonios | 70 % | |
| | Evaluación general | La información disponible es insuficiente para analizar el accidente | | |
| | Búsqueda de Causa Raíz | Probabilidad de Acción insegura | | |
| | | Probabilidad de Condición insegura | | |
| | | Coefficiente Acción Insegura | | |
| Coefficiente Condición Insegura | | | | |
| Fiabilidad de la reconstrucción del accidente | | | | |
| Factores personales | | | | |
| Capacidad mental / psicológica inadecuada | | | | |
| Stress Físico | | | | |
| Falta de conocimientos o habilidades | | | | |
| Abuso o uso inadecuado | | | | |
| Ingeniería inadecuada | | | | |
| Adquisición inadecuada | | | | |
| Mantenimiento Inadecuado | | | | |
| Desgaste excesivo | | | | |
| Liderazgo / supervisión inadecuados | | | | |
| Patrones de trabajo inadecuados | | | | |
| | NO es posible obtener resultados dado que la información es insuficiente | Causas Raíz relacionadas con Acción Insegura | | |
| | | Causas Raíz relacionadas con Condición Insegura | | |

Caso de prueba 4: Se toman los testimonios del caso 1 pero en esta prueba se cambia el nombre del accidentado (en lugar de Pedro Picapiedra, se selecciona Liliana Burgos) esto provoca un cambio en el oficio (en el caso 1) era pintor en el caso 4 es operador de envasadora. Además Liliana no registra malos hábitos y no registra problemas médicos ni psicológicos, y tuvo un accidente en 15 años

Caso de prueba 4: Resultados del Análisis de accidente realizados por SE ADA

| | | Slot | Resultado | Observaciones |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Resultados del análisis automático realizado por SE ADA | Evaluación de cantidad y calidad de la información | Recomendación 1 | Cantidad de testimonios (5) OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 2 | Confiabilidad de testigos OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 3 | Coincidencia de testimonios OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Cantidad de testigos | 5 | |
| | | Fiabilidad de los testigos | 60 % | |
| | | Coincidencia de testimonios | 68 % | |
| | | Evaluación general | La información disponible es suficiente para analizar el accidente | |
| | Búsqueda de Causa Raíz | Probabilidad de Acción insegura | BAJA | Causas Raíz relacionadas con Acción Insegura |
| | | Probabilidad de Condición insegura | ALTA | |
| | | Coefficiente Acción Insegura | 0.33 | |
| | | Coefficiente Condición Insegura | 0.75 | |
| | | Fiabilidad de la reconstrucción del accidente | Buena | |
| | | Factores personales | NO | |
| | | Capacidad mental / psicológica inadecuada | NO | |
| | | Stress Físico | NO | |
| | | Falta de conocimientos o habilidades | SI | |
| | | Abuso o uso inadecuado | NO | |
| | | Ingeniería inadecuada | NO | |
| | | Adquisición inadecuada | NO | |
| | | Mantenimiento Inadecuado | NO | |
| Desgaste excesivo | | NO | | |
| Liderazgo / supervisión inadecuados | | SI | | |
| Patrones de trabajo inadecuados | NO | | | |
| | | | Causas Raíz relacionadas con Condición Insegura | |

Caso de prueba 5: Datos de entrada

| | Slot | Valor | Tipo de dato | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------|
| Datos de entrada | Actor | Nombre | Liliana Burgos | Datos históricos |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 2 | |
| | | Antigüedad en la compañía | 15 | |
| | | Oficio | Operadora Envasadora | |
| | | DNI | 10000010 | |
| | | Legajo | 1010 | |
| | | Fecha de nacimiento | 11/4/60 | |
| | | Malos hábitos | No registra | |
| | | Antecedentes médicos | No registra | |
| Relación laboral | Efectivo | Datos obtenidos mediante entrevistas | | |
| Confiabilidad | Muy Alta | | | |
| Descripción del accidente | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso. Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal.El mantenimiento era Malo | | | |
| Testigo 1 | Nombre | Homero Simpson | Datos históricos | |
| | Antigüedad en la compañía | 10 | | |
| | DNI | 10000009 | | |
| | Legajo | 1009 | | |
| | Relación laboral | Efectivo | | |
| | Confiabilidad | Media | | |
| Descripción del accidente | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso. Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal.El mantenimiento era Bueno | Datos obtenidos mediante entrevistas | | |
| Testigo 2 | Nombre | Pablo Mármol | Datos históricos | |
| | Antigüedad en la compañía | 10 | | |
| | DNI | 10000009 | | |
| | Legajo | 1009 | | |
| | Relación laboral | Efectivo | | |
| | Confiabilidad | Media | | |
| Descripción del accidente | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso. Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal.El mantenimiento era Malo | Datos obtenidos mediante entrevistas | | |

Caso de prueba 5: Datos de entrada

| | | Slot | Valor | Tipo de dato |
|------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Datos de entrada | Coordinador | Nombre | Pedro Picapiedra | Datos históricos |
| | | Antigüedad en la compañía | 10 | |
| | | Nivel | Jefe | |
| | Perito 1 | DNI | 10000009 | Datos obtenidos mediante entrevistas |
| | | Legajo | 1009 | |
| | | Fecha de nacimiento | 11/4/66 | |
| | | Relación laboral | Efectivo | |
| | | Confiabilidad | Media | |
| | | Descripción del accidente | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso.Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal. El mantenimiento era Malo | |
| Perito 2 | Nombre | José Silicón | Datos históricos | |
| | Antigüedad en la compañía | 5 | | |
| | DNI | 10000100 | | |
| Perito 2 | Legajo | Contratado | Datos obtenidos mediante entrevistas | |
| | Relación laboral | Inge. electrónico | | |
| | Profesión | Experto | | |
| | Calificación profesional | Alta | | |
| | Confiabilidad | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso.Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal.El mantenimiento era Malo | | |
| | Descripción del accidente | | | |
| Perito 2 | Nombre | Pablo Mármol | Datos históricos | |
| | Antigüedad en la compañía | 14 | | |
| | DNI | 1000200 | | |
| Perito 2 | Legajo | Contratado | Datos obtenidos mediante entrevistas | |
| | Relación laboral | Psicólogo | | |
| | Profesión | Experto | | |
| | Calificación profesional | Media | | |
| | Confiabilidad | Liliana Burgos operaba correctamente la envasadora A provocando cortaduras a Liliana Burgos Picapiedra quien sufrió lesiones graves temporales debido a apriete contra mordazas piso.Liliana trabajaba turno mañana y tomó el descanso semanal.El mantenimiento era Malo | | |
| | Descripción del accidente | | | |

Caso de prueba 5: Datos de entrada

| | | Slot | Valor | Tipo de dato |
|------------------|--------|------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Datos de entrada | Equipo | Nombre | Envasadora A | Datos históricos |
| | | Antigüedad | 10 | |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 25 | |
| | | Fabricante del Equipo | Bentrax | |
| | Tarea | Modelo | R380 | Datos históricos |
| | | Nombre | Operación de envasadora | |
| | | Antigüedad | 15 | |
| | | Cantidad de accidentes registrados | 3 | |
| | | Fabricante del Equipo | | |
| | | Modelo | | |

Caso de prueba 5: Resultados del Análisis de accidente realizados por SE ADA

| | | Slot | Resultado | Observaciones |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Resultados del análisis automático realizado por SE ADA | Evaluación de cantidad y calidad de la información | Recomendación 1 | Cantidad de testimonios (5) | |
| | | Recomendación 2 | OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Recomendación 3 | Confiabilidad de testigos | |
| | | | OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | | Coincidencia de testimonios OK puede seguir con análisis de accidente | |
| | | Cantidad de testigos | 5 | |
| | | Fiabilidad de los testigos | 60 % | |
| | Coincidencia de testimonios | 68 % | | |
| | Evaluación general | La información disponible es suficiente para analizar el accidente | | |
| | Búsqueda de Causa Raíz | Probabilidad de Acción insegura | BAJA | Causas Raíz relacionadas con Acción Insegura |
| | | Probabilidad de Condición insegura | ALTA | |
| | | Coefficiente Acción Insegura | 0.25 | |
| | | Coefficiente Condición Insegura | 0.88 | |
| | | Fiabilidad de la reconstrucción del accidente | Buena | |
| | | Factores personales | NO | |
| | | Capacidad mental / psicológica inadecuada | NO | |
| | | Stress Físico | NO | |
| | | Falta de conocimientos o habilidades | NO | |
| | | Abuso o uso inadecuado | NO | |
| | | Ingeniería inadecuada | SI | |
| Adquisición inadecuada | | NO | | |
| Mantenimiento Inadecuado | | SI | | |
| Desgaste excesivo | NO | | | |
| Liderazgo / supervisión inadecuados | NO | | | |
| Patrones de trabajo inadecuados | NO | | | |
| | | | Causas Raíz relacionadas con Condición Insegura | |

Los cinco casos de prueba se contrastaron con resultados de análisis hechos por el experto, dado que las conclusiones a las que se arribó eran similares, las pruebas fueron satisfactorias.

(G) Conclusiones

Los resultados obtenidos en la primera valuación fueron satisfactorios, durante las pruebas y uso a realizar por los usuarios seguramente se deberá completar el vocabulario que maneja el SE-ADA para adquirir los datos descriptos por los testigos, agregando sinónimos o casos no contemplados durante esta etapa de desarrollo.

En cuanto a la versión Demo de Kappa utilizada para la confección del prototipo resultó ser una herramienta de desarrollo amigable y fácil de aprender, pero a medida que la aplicación crecía en tamaño la herramienta se tornaba menos confiable (varios datos quedaban linkeados sin ningún proceso u objeto que los relacionara).

Por otro lado el prototipo está muy cerca de la capacidad máxima de pantallas que puede manejar esta versión de Kappa (45 pantallas programadas frente a un máximo de 64).

El desarrollo del prototipo en Kappa facilitó y aceleró los tiempos de codificación, pero en el momento de desarrollar la versión operativa se deberá implementar las HMIs en la base de datos y que esta envíe al sistema experto desarrollado en CLIPs la información necesaria para resolver el caso.

De esta forma se resolvería fácilmente la falencia de Clips en la implementación de HMIs utilizándolo solamente para el proceso de AI.

APÉNDICE TASC

TASC : Técnica de Análisis Sistemático de Causas

Cuando el análisis de accidentes se realizaba manualmente, resultaba útil sintetizar las relaciones entre causas inmediatas y causas raíz de manera de orientar a los responsable del análisis de accidente.

Por ello el experto suministraba a los Coordinadores responsables de realizar el análisis estas tablas que permitían realizar un análisis sistemático de causas.

Las mismas fueron muy útiles para el IC dado que expresaban y sintetizaban gran parte del conocimiento necesario para establecer las reglas asociadas entre causa inmediata y causa raíz.

La Tabla 1 muestra que causas básicas (raíces) provocan una causa inmediata.

La Tabla 2 describe que elementos de gestión pueden provocar determinada causa raíz

TABLA 1 (CI)

| CI's : Causas Inmediatas | | CBs : Causas Básicas que provocan la CI CB→CI | |
|---------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Acciones inseguras | 1 | Operar equipo sin autorización | Ver CB -,2,4,5,-,-,7,8,-,-,12,13,-,15 |
| | 2 | Falla en alertar | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 3 | Falla al bloquear | Ver CB -,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 4 | Operar a velocidad inadecuada | Ver CB -,2,3,4,5,6,7,8,9,-,11,12,13,-,15 |
| | 5 | Desactivar dispositivo de seguridad | Ver CB -,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 6 | Usar equipamiento con defecto | Ver CB -,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,14,15 |
| | 7 | No usar correctamente protecciones personales | Ver CB -,2,3,4,5,-,7,8,-,10,-,12,13,-,15 |
| | 8 | Carga inapropiada | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,-,11,12,13,-,15 |
| | 9 | Localización inadecuada | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 10 | Izamiento impropio | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 11 | Posición inadecuada | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 12 | Prestar mantenimiento a equipo en operación | Ver CB -,2,3,4,5,6,7,8,9,-,-,12,13,-,15 |
| | 13 | | Ver CB -,2,3,4,5,-,7,8,-,-,13,-,15 |
| | 14 | Influencia de alcohol u otras drogas | Ver CB -,2,3,4,5,-,7,8,-,-,13,-,15 |
| | 15 | Usar equipamiento indebidamente | Ver CB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,-,12,13,-,15 |

TABLA 1 (CI)

| | CI's : Causas Inmediatas | CBs :Causas Básicas que provocan la CI CB→CI |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Condiciones Inseguras | 16 Guardas o barreras inadecuadas | Ver CB -, -, -, -, 5, -, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, 15 |
| | 17 Equipamiento de protección inadecuado | Ver CB -, -, -, -, 5, -, 7, 8, 9, 10, --, 12, 13, --, -- |
| | 18 Herramientas, eq uipamiento, materiales con defecto | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 |
| | 19 Espacio restringido o congestionado | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, --, --, --, 13, --, -- |
| | 20 Sistema de alarma inadecuado | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 |
| | 21 Peligro de fuego o explosión | Ver CB -, -, -, -, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, 15 |
| | 22 Almacenaje inadecuado, desorden | Ver CB -, -, -, -, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, 15 |
| | 23 Exposición a ruido | Ver CB -, -, -, -, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, -- |
| | 24 Exposición a radiación | Ver CB -, -, -, -, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, -- |
| | 25 Temperaturas extremas | Ver CB 1, 2, 3, --, --, --, 8, 9, --, 11, 12, --, --, -- |
| | 26 Iluminación excesiva o inadecuada | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, -- |
| | 27 Ventilación inadecuada | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, -- |
| 28 Condiciones ambientes peligrosas | Ver CB -, -, -, -, -, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, --, -- | |

TABLA 2 (CB)

| <i>CB's Causa</i> <i>Básica (Raíz)</i> | | CG's Causas de Gestión que provocan las CB's CG's → CB's |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Factores personales | Ver CG -, -, -, -, -, 6, -, -, 9, -, -, -, 12, -, -, -, 15, -, -, -, 18, -, -, - |
| 2 | Capacidad mental / psicológica inadecuada | Ver CG -, -, -, -, -, 6, -, -, 9, 10, -, -, -, -, -, 15, -, -, -, 18, -, -, - |
| 3 | Stress físico o fisiológico | Ver CG -, -, -, 4, -, 6, -, -, 9, -, -, 11, 12, 13, -, -, 15, -, -, -, 18, -, -, 20 |
| 4 | Stress mental o psicológico | Ver CG 1, -, -, 4, -, 6, -, -, 9, -, -, 11, 12, -, -, -, 15, 16, -, -, 18, -, -, 20 |
| 5 | Falta de conocimiento | Ver CG -, 2, -, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, -, -, 15, 16, -, -, 18, -, -, 20 |
| 6 | Falta de habilidades | Ver CG -, 2, -, 4, 5, 6, 7, -, 9, 10, -, -, -, 13, -, -, 15, 16, -, -, -, -, - |
| 7 | Motivación inadecuada | Ver CG 1, 2, -, 4, 5, 6, -, 8, -, 10, 11, -, -, 13, 14, -, -, -, 17, 18, -, -, - |
| 8 | Liderazgo supervisión inadecuado | Ver CG 1, 2, 3, 4, 5, 6, -, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, -, -, - |
| 9 | Ingeniería inadecuada | Ver CG 1, -, 3, 4, -, -, -, -, 9, -, -, -, 12, -, -, 14, -, -, -, -, -, -, - |
| 10 | Adquisición / compra inadecuada | Ver CG 1, -, 3, 4, -, 6, -, -, 9, -, -, -, 12, 13, 14, 15, -, -, -, -, 19, - |
| 11 | Mantenimiento inadecuado | Ver CG 1, -, 3, 4, -, 6, -, -, 9, 10, -, -, -, 13, -, -, 15, -, -, -, -, 19, - |
| 12 | Herramientas / equipamientos inadecuados | Ver CG 1, -, 3, 4, -, 6, 7, -, 9, -, -, 11, 12, -, -, 14, 15, -, -, -, -, -, - |
| 13 | Patrones de trabajo inadecuados | Ver CG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, -, -, 13, 14, 15, 16, -, -, -, 19, - |
| 14 | Desgaste excesivo | Ver CG -, -, 3, 4, -, 6, -, -, 9, 10, -, -, -, 13, 14, 15, -, -, -, -, -, - |
| 15 | Abuso o uso inadec | Ver CG 1, -, 3, 4, -, 6, -, 8, 9, 10, 11, -, -, 13, 14, 15, 16, 17, -, -, 19, - |

TABLA 3 (CG)

| <i>CG's Causas de Gestión</i> | |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | Liderazgo y administración |
| 2 | Entrenamiento de liderazgo |
| 3 | Inspecciones planeadas |
| 4 | Análisis de procedimientos de tareas críticas |
| 5 | Investigación de accidente/incidente |
| 6 | Observación de tareas |
| 7 | Preparación para la emergencia |
| 8 | Reglas organizacionales |
| 9 | Análisis de accidente / Incidente |
| 10 | Mejoramiento de conocimientos / habilidades |
| 11 | Equipamiento de protección individual |
| 12 | Control de Salud e Higiene Industrial |
| 13 | Sistema de Habilitación de programas |
| 14 | Ingeniería y administración |
| 15 | Comunicación personal |
| 16 | Comunicación en grupos |
| 17 | Promoción General |
| 18 | Contratación y colocación de personal |
| 19 | Administración de materiales y servicios |
| 20 | Seguridad fuera del trabajo |

Bibliografía

Metodología de análisis de accidentes e incidentes

Apuntes de curso de CPC Inc.
Lic. A Barreiro Mayo 1999

Sistemas de bloqueo e identificación.

Apuntes de curso de CPC Inc.
Lic. A Barreiro Marzo 1998

Protocolos de análisis de accidentes

Unilever- Bestfoods Diciembre 2000

EPP Equipos de protección personal

Apuntes de curso de Unilever Bestfoods.
Lic. G Bustamante Junio 2002

Sistemas de bloqueo e identificación

Apuntes de curso Unilever- Bestfoods
Lic. A Barreiro Diciembre 2000

Metodología de detección de Condiciones y Acciones Inseguras.

Apuntes de curso de Unilever Bestfoods.
Lic. G Bustamante Abril 2001

Normativas y guías de seguridad industrial

Unilever Bestfoods
Diciembre 2002

The CLIPS Reference Manual User's Guide Version 6.20 March 31st 2002

by Joseph C. Giarratano, Ph.D.

The CLIPS Reference Manual Volume I - The Basic Programming Guide.

Version 6.21 June 15Th 2003 by Joseph C. Giarratano, Ph.D.

The CLIPS Reference Manual Volume II - The Advanced Programming.

Version 6.21 June 15Th 2003 by Joseph C. Giarratano, Ph.D.

The CLIPS Reference Manual Volume III - The Interfaces Guide

Version 6.21 June 15Th 2003 by Joseph C. Giarratano, Ph.D.

The CLIPS Reference Manual Architecture Manual CLIPS Version 5.1

January 6th 1992 by Joseph C. Giarratano, Ph.D.

Kappa PC User Manual : User Guide IntelliCorplnc version 2.2 1993

Kappa PC User Manual : Reference Manual IntelliCorplnc version 2.2 1993

Kappa PC User Manual : Advanced Topics IntelliCorplnc version 2.2 1993

Estudio de viabilidad

Juan Pazos Sierra Dr. En informática Catedrático Facultad Informática Universidad Politécnica de Madrid

Adquisición de conocimientos

Natalia Jurista Juzgado Dra. En Informática Profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid.

Búsqueda Heurística

Daniel Borrajo Millán Dr. En informática Profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid.

Formalización

Asunción Gómez Pérez Dra. En Informática Profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid

Representación del conocimiento de control

César Montes Profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid

Razonamiento aproximado

Jacinto González Pachón Profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid.

Implementación

Natalia Jurista Juzgado Dra. En Informática Profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid.

Juan Pazos Sierra Dr. En informática Catedrático Facultad Informática Universidad Politécnica de Madrid

Evaluación de Sistemas basados en conocimiento

Natalia Jurista Juzgado Dra. En Informática Profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid.

Registro y notificación de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales y lista de la OIT relativa a las enfermedades profesionales Informe V (1) 90a reunión, junio de 2002 Oficina Internacional del Trabajo Ginebra

<http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc90/rep-v-1.htm>

Desarrollo humano, adicciones y accidentes laborales Por el Dr. Ernesto Eduardo González. <http://www.trabajosindrogas.com.ar/textos/drogadiccion/Desarrollo.htm>

MANUAL PRACTICO PARA LA INVESTIGACION DE ACCIDENTES E INCIDENTES LABORALES Luis M^a Azcuénaga Linaza. Con la colaboración de APA (Asociación para la Prevención de Accidentes) Edita: FC Editorial Madrid,

MANUAL PARA EL TECNICO EN PREVENCION DE RIESGOS LABORALES (2 TOMOS) Pedro Mateo Floría, Agustín González Ruiz, Diego González Maestre Edita: FC Editorial Madrid

Un proceso de intervención para reducir los accidentes laborales [An intervention process to reduce work-related accidents]. Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, 11 (32), 51-65.
José Luis Meliá. (1995).