

Navojoa, Sonora, a 03 de julio de 2013.

Instituto Tecnológico de Sonora  
P r e s e n t e.

El que suscribe Juan de Dios Almada Mendoza, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada Propuestas de mejora aplicando la metodología análisis causa raíz en una empresa procesadora de celulosa de la región del mayo, en lo sucesivo "LA OBRA", misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de Ingeniero Industrial y Sistemas en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante "EL INSTITUTO", para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De igual forma, libero de toda responsabilidad a EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido mismo de la obra.

Juan de Dios Almada M.  
(Nombre y firma del autor)



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender

**PROPUESTAS DE MEJORA APLICANDO LA  
METODOLOGÍA ANÁLISIS CAUSA RAÍZ EN UNA  
EMPRESA PROCESADORA DE CELULOSA DE LA  
REGIÓN DEL MAYO.**

**TITULACIÓN POR TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL Y SISTEMAS**

**P R E S E N T A**

**Juan de Dios Almada Mendoza**

**NAVOJOA SONORA.**

**MAYO DE 2013**

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

María de Jesús Mendoza Cruz y Egren Almada Alcantar, por darme la vida e impulsarme siempre por lo correcto, orientándome a seguir siempre por el camino correcto, apoyándome en mi educación, para tener una base profesional en mi futuro.

### **A mis hermanos**

Por impulsarme al bien y ayudarme a ser una persona con una profesión a lo largo del tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por darme la oportunidad de estar con una gran familia y ayudarme día a día a cumplir mis metas.

### **A mis maestros**

Por ayudarme e impulsarme al conocimiento, por todo el apoyo brindado y por compartir sus conocimientos.

### **A mis maestros asesores**

Por todo el apoyo otorgado a lo largo de la culminación de este trabajo, por brindarme su confianza y compartir sus conocimientos de gran ayuda en mi formación profesional.

## **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue diagnosticar las causas que originan las fallas en el proceso de producción en la empresa Celulosa Moldeada del Pacífico con el fin de brindar propuestas de mejora en el taller de moldes.

Para la obtención de datos se mejoraron formatos con la información necesaria para efectuar la metodología Análisis Causa Raíz. Para sacar las causas raíces que originan las fallas en los moldes.

Donde finalmente la metodología Análisis Causa Raíz nos dio como resultado las causas raíces que ocasionan los problemas entre el departamento de producción y taller de moldes, por lo que se hicieron propuestas de mejora para eliminar o controlar las causas para evitar fallas en el proceso.

## ÍNDICE

|                                                                               |             |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>DEDICATORIA .....</b>                                                      | <b>i</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>                                                   | <b>ii</b>   |
| <b>RESUMEN .....</b>                                                          | <b>iii</b>  |
| <b>ÍNDICE .....</b>                                                           | <b>iv</b>   |
| <b>LISTA DE TABLAS .....</b>                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                                                  | <b>viii</b> |
| <br>                                                                          |             |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                         | <b>1</b>    |
| 1.1 Antecedentes. ....                                                        | 1           |
| 1.3 Objetivo.....                                                             | 3           |
| 1.4 Justificación.....                                                        | 3           |
| 1.5 Limitaciones de Estudio. ....                                             | 4           |
| <br>                                                                          |             |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>                                       | <b>5</b>    |
| 2.1 Introducción a la Metodología Análisis Causa Raíz. ....                   | 5           |
| 2.2 Importancia del Análisis Causa Raíz.....                                  | 11          |
| 2.3 Beneficios que Genera el Análisis Causa Raíz. ....                        | 12          |
| 2.4 Donde Aplica la Metodología Análisis Causa Raíz. ....                     | 12          |
| 2.4.1 Fases para la Aplicación de la Metodología.....                         | 13          |
| 2.5 Principios Generales del Análisis Causa Raíz. ....                        | 14          |
| 2.6 Definiciones y Términos de la Metodología de Análisis Causa Raíz (ACR)... | 15          |
| 2.7 El Método de Mapeo de la Causa en el Análisis de Causa Raíz. ....         | 20          |
| 2.7.1 ¿Qué es un Mapa de Causas? .....                                        | 20          |
| 2.7.1.1 ¿Cómo se Lee un Mapa de Causas?.....                                  | 21          |
| 2.8 Metodologías Para el Análisis Causa Raíz. ....                            | 22          |
| 2.9 Técnicas Para Identificar la Causa-Raíz de los Problemas.....             | 23          |
| 2.9.1 Técnica de Lluvia de Ideas.....                                         | 23          |
| 2.9.1.1 Utilizaciones. ....                                                   | 23          |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 2.9.1.2 Procedimiento..                            | 24        |
| 2.9.1.3 Ventajas .....                             | 24        |
| 2.9.2 Técnica de Multivotación.....                | 25        |
| 2.9.2.1 ¿Cuándo debe ser Utilizada?.....           | 25        |
| 2.9.2.2 ¿Cómo se Utiliza?.....                     | 25        |
| 2.9.2.3 Notas Importantes.....                     | 25        |
| 2.9.3 Técnica de los Cinco por Qués. ....          | 26        |
| 2.9.3.1 ¿Cuándo debe ser Utilizada?.....           | 26        |
| 2.9.3.2 ¿Cómo se Utiliza?.....                     | 26        |
| 2.9.4 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).....        | 27        |
| 2.9.4.1 Objetivos. ....                            | 28        |
| 2.9.4.2 ¿Cuándo debe ser Utilizada?.....           | 28        |
| 2.9.4.3 ¿Cómo se Utiliza?.....                     | 28        |
| 2.9.4.4 Las Cinco “Ms” .....                       | 29        |
| 2.9.4.5 Mano de Obra .....                         | 29        |
| 2.9.4.6 Materias Primas .....                      | 29        |
| 2.9.4.7 Maquinaria y Equipo.....                   | 29        |
| 2.9.4.8 Métodos de Trabajo .....                   | 29        |
| 2.9.4.9 Medio Ambiente .....                       | 29        |
| <b>CAPÍTULO III. MÉTODO Y MATERIALES.....</b>      | <b>30</b> |
| 3.1 Sujeto Bajo Estudio.....                       | 30        |
| 3.1.1 Proceso Productivo. ....                     | 32        |
| 3.2.1 Análisis del Sistema. ....                   | 33        |
| 3.2.2 Aplicación del Análisis Causa Raíz. ....     | 33        |
| 3.2.3 Generación de Resultados.....                | 33        |
| 3.2.4 Aportación de Propuestas.....                | 33        |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.....</b> | <b>35</b> |
| 4.1 Resultados. ....                               | 35        |
| 4.2 Discusión.....                                 | 43        |

|                                                         |               |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> | <b>45</b>     |
| <b>5.1 CONCLUSIONES. ....</b>                           | <b>45</b>     |
| <b>5.2 Recomendaciones. ....</b>                        | <b>46</b>     |
| <br><b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                           | <br><b>48</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                     | <b>50</b>     |

## LISTA DE TABLAS

|          |                                                     |    |
|----------|-----------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. | Moldes en existencia.....                           | 36 |
| Tabla 2. | Causas de desinstalación de moldes.....             | 39 |
| Tabla 3. | Desinstalación por fallas de tela rota.....         | 39 |
| Tabla 4. | Desinstalación por fallas en orificios tapados..... | 40 |
| Tabla 5. | Desinstalación por fallas por quebraduras.....      | 40 |

## LISTA DE FIGURAS

|            |                                                            |    |
|------------|------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.  | Análisis Causa Raíz.....                                   | 2  |
| Figura 2.  | Base del Análisis Causa Raíz.....                          | 9  |
| Figura 3.  | Diagrama de efectos de Fallos.....                         | 11 |
| Figura 4.  | Causa Efecto.....                                          | 21 |
| Figura 5.  | Problema ¿Por qué?.....                                    | 21 |
| Figura 6.  | Problema ¿Por qué? ¿Por qué?.....                          | 21 |
| Figura 7.  | Cinco ¿Por qué?.....                                       | 22 |
| Figura 8.  | Diagrama Causa- Efecto.....                                | 27 |
| Figura 9.  | Instalaciones de CEMOPAC.....                              | 32 |
| Figura 10. | Diseño del molde formador para charola de 30 unidades..... | 37 |
| Figura 11. | Piezas de molde formador.....                              | 38 |
| Figura 12. | Porcentaje de fallas en el periodo.....                    | 41 |
| Figura 13. | Diagrama causa-efecto.....                                 | 41 |

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes.**

A través de la historia el hombre ha inventado y mejorado numerosas máquinas, procesos y habilidades para llegar a la demanda creciente de productos y servicios por parte de la sociedad. Como resultado de esta demanda en constante crecimiento, se han desarrollado varias técnicas para analizar los problemas (eventos de fallos) que surgirán de las máquinas, los procesos y el rendimiento de las habilidades humanas, (Parra y Crespo, 2012).

La organización bajo estudio está ubicada en el parque industrial km. 8 al sur de la ciudad de Navojoa, Sonora. Dicha empresa dio origen en el año de 1979 mediante las necesidades de productores de huevo con alto costo en transporte

de embalaje para su producto. Es una empresa dedicada a la producción de carteras de huevo en dos categorías y clasificaciones de huevo. De acuerdo a las especificaciones de sus principales clientes, que son las empresas avícolas productoras más conocidas en la región, Bachoco, Rancho Grande, Ojai y Yoreme. Esta empresa de giro industrial cuenta con un total de 68 empleados laborando divididos en 3 turnos los cuales 22 son de confianza (5 mujeres y 17 hombres) y 46 sindicalizados (2 mujeres y 44 hombres).

En la empresa se han detectado áreas de oportunidad en lo que es taller de moldes y áreas de producción como:

- Lograr una mejor comunicación entre áreas de producción y taller de Moldes.
- Eficientar las áreas de producción y taller de moldes.
- Lograr un mejor control en la vida útil del molde.

El método de Análisis de Causa a Raíz (ACR), es el método basado en el supuesto de que los problemas se resuelven mejor al tratar de corregir o eliminar las causas raíz, en vez de simplemente tratar los síntomas evidentes de inmediato. Dentro de la organización este método está conectado fundamentalmente por tres preguntas básicas, ver figura 1.

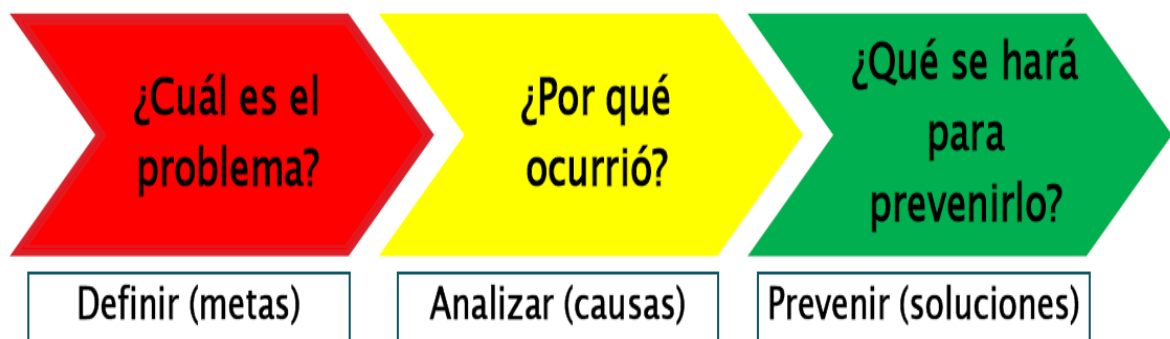


Figura 1. Análisis Causa Raíz.

Fuente: Fuentes (2012).

Esto es para definir metas, analizar causas, prevenir soluciones. Este método es considerado a menudo como un proceso iterativo, y con frecuencia es usado como una herramienta de mejora continua.

## **1.2 Planteamiento del Problema.**

Actualmente se presenta una situación problemática en la sección del área de moldes, ya que después de ser utilizados o estar en proceso de su utilización son dañados y se desconocen las causas que lo origina, por lo que el planteamiento del problema se define como:

¿Cuál es la causa raíz que origina el daño a los moldes de producción?

## **1.3 Objetivo.**

Desarrollar propuestas de control de operaciones a través de la metodología de análisis causa raíz para eficientar las áreas de mantenimiento, producción y taller de moldes.

## **1.4 Justificación.**

Este proyecto se está llevando a cabo debido a la falta de sincronización entre el área de producción y taller de moldes, cuando los agentes ocasionadores de daños a los moldes para la reparación son desconocidas, como también el tiempo de vida útil estimado del molde donde la importancia del método de Análisis de Causa Raíz (ACR) como herramienta de solución para este proyecto, aportará una idea clara del origen de los problemas.

Algunos de los beneficios según Amendola (2006), son:

- Reducir el número de incidentes, fallos y desperdicios.
- Reducción de gastos y de la producción diferida, asociada a fallos.
- Mejoramiento de la confiabilidad, la seguridad y la protección ambiental.
- Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.

Al no realizar un análisis exhaustivo del fallo y sus posibles causas, se está perdiendo la oportunidad de aprovechar ésta como un paso para mejorar en la relación coste-producción- confiabilidad.

### **1.5 Limitaciones de Estudio.**

Este estudio se llevará a cabo en el área de moldes en el periodo de enero- mayo del 2013, la principal limitante para el análisis es que las máquinas no detienen su marcha de manera constante, solo en algún caso emergencia o por un cambio de molde. Esta situación complica el análisis debido a que solo paran una vez cada quince días para mantenimiento preventivo y en caso necesario correctivo, lo cual serian las dos únicas oportunidades por mes para ejecutar las técnicas de solución del método Análisis de Causa a Raíz (ACR).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción a la Metodología Análisis Causa Raíz.**

Según Parra y Crespo (2012), la metodología del ACR se fundamenta en la necesidad de resolver problemas, los cuales son generalmente entendidos como un suceso que se desea vencer. Buscando soluciones efectivas a los efectos de fallos.

Según Amendola (2006), la metodología del ACR es una aplicación que se inició en forma sistemática, desde los 70's y se han producido mejoras en el tiempo, utilizada para identificar las causas que originan los fallos o problemas, las cuales al ser corregidas evitarán la ocurrencia de los mismos.

Las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado, es un análisis deductivo, el cual identifica la relación casual que conduce al sistema, equipo o componente a un fallo.

Barrionuevo, Esandi y Ortiz (2009), como también describen que el Análisis Causa Raíz es una metodología que propone un enfoque sistemático y sistémico para el análisis en profundidad del evento, recorriendo hacia atrás cada uno de los distintos eslabones de la cadena causal que contribuyeron a su ocurrencia. Si bien las fallas que se reconocen casi inmediatamente son aquellas que dependen de errores humanos, el ACR centra su mirada en los primeros eslabones, aquellos que en general se encuentran fuera del alcance del profesional que cometió el error activo y constituyen las fallas latentes del sistema.

Rooney (2013), en la metodología Análisis causa raíz la recolección de información es la base de todas las conclusiones válidas, sin una recolección eficaz de los datos no pueden ser identificados los factores causales y las causas raíces, un factor causal es la falla de un equipo o un error humano que provocó un problema de calidad o permitió que las consecuencias de un problema de calidad fueran peores que lo esperado. La causa raíz es básicamente la causa principal, puede ser identificada donde pueden generarse, recomendaciones eficaces para prevenir su reincidencia. Un factor causal típico tiene múltiples causas raíces.

Sojo (2012), nos expresa que la metodología Análisis Causa Raíz (ACR) es una metodología disciplinada que permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de falla o incidente que ocurren una o varias veces permitiendo adoptar las acciones correctivas que reducen los costos del ciclo de vida útil del proceso, mejorando la seguridad y la confiabilidad del negocio.

Latino (2012), el análisis causa raíz es un método o una serie de medidas adaptadas para averiguar por qué un error o problema existe y cuál es la corrección de esas causas.

El efecto sucede en fallas crónicas que suceden en frecuencia y a la misma vez, su la recopilación de los datos de falla es de máxima importancia con respecto al problema.

Lema (2009), el análisis de causa raíz es un riguroso método de solución de problemas, para cualquier tipo de falla presentada por diferentes sucesos, que utiliza la lógica sistemática usando la deducción y prueba a hechos que conduce a causas reales. Esta técnica de análisis permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas, el objetivo del análisis causa raíz es determinar el origen de una falla, la frecuencia con la que aparece y el impacto que genera, por medio de un estudio profundo de los factores, condiciones, elementos y afines de eliminarla por completo con efecto de las acciones correctivas que sugiere el análisis.

López, Gonzales y Alcalde (2005), argumentan que en el mundo de la industria de los 70's, es cuando se empezaron a utilizar estas herramientas para el Análisis de las Causas que producían los errores con el fin de poder desarrollar sistemas más seguros. El análisis de causas raíz era uno de los procesos que contaban y cuenta con secuenciales de preguntas estructuradas para descubrir errores latentes subyacentes, en un suceso centinela. Se orienta al proceso, por lo que supone una revisión exhaustiva de todos los elementos que lo integran (personas, equipos, procedimientos, información, entornos, contingencias externas, etc.).

Palacio (2012), comenta que los hechos presentados en los procesos productivos llevados a cabo cotidianamente en las industrias, dan como resultado ineffectividades generadas de causas por las cuales se presentan dichos problemas. El objetivo es analizar las diferentes causas del problema presentadas durante el proceso, para canalizarlas a través de la herramienta de análisis de causa raíz, y así presentar las causas principales que provocan el problema mencionado, y dar unas recomendaciones como parte de un plan de acción que se debe evaluar, con el fin de dar solución a la problemática o como también para decidir la forma de llevarlo a cabo, según objetivos que la empresa señale.

Muños (2011), expresa que la metodología del Análisis de Causa Raíz (ACR) es uno de los métodos cualitativos de análisis de fallas que además de que utiliza la lógica sistemática para encontrar la lógica de la falla. También permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada.

Es de los métodos que por su estructura es un proceso que consume recursos y una gran cantidad de tiempo. Donde su principal objetivo es determinar el origen de las causas físicas, humanas y latentes de una falla, la frecuencia con que apareció y el impacto que genera, por medio de un estudio minucioso de los factores, circunstancias y diferentes elementos que podrían mitigar o eliminar por completo la falla, una vez tomadas las acciones correctivas que sugiera el análisis.

Martínez y Barroso (2008), resumen que el análisis de causa raíz (ACR) hoy en la actualidad es uno de los métodos de gran importancia y de rigor técnico para determinar verdaderas causas raíces que originan las fallas, permitiendo llegar a conclusiones profundas donde se encuentran las raíces latentes de la falla. Este análisis tiene como objetivo prolongar vida útil de los procesos disminuyendo las fallas.

Palencia (2005), señala que el Análisis Causa Raíz es uno de los métodos más importantes de la rama de la ingeniería, ya que en la mayoría de veces la falla nunca se plantea y son un problema sorprendente a los de mantenimiento y producción, porque la mayoría de veces originan producción perdida. Este es uno de los más rigurosos métodos para la solución de problemas, a cualquier tipo de fallas ya que para su solución utiliza la lógica sistemática y el árbol de causa raíz de fallas usando la deducción y prueba que conducen a las causas reales, esta técnica de análisis permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas, su objetivo es determinar el origen de la falla, la frecuencia con la que aparece y el impacto que genera.

Fuentes (2012), expone que es un método de resolución de problemas dirigido a identificar sus causas o acontecimientos. La práctica del ACR se basa en el

supuesto de que los problemas se resuelven mejor al tratar de corregir o eliminar las causas raíz, en vez de simplemente tratar los síntomas evidentes de inmediato. Al dirigir las medidas correctivas a las causas primarias, se espera que la probabilidad de la repetición del problema se minimice. Sin embargo, se reconoce que la prevención total de la recurrencia de una sola intervención no es siempre posible. Los problemas vienen generados desde las causas ocultas y difíciles de analizar, La representación del ACR se expresa la Figura 2.



Figura 1. Base del Análisis Causa Raíz.

Fuente: Fuentes (2012).

Por lo tanto el ACR es considerado a menudo como un proceso iterativo, y con frecuencia es usado como una herramienta de mejora continua. El ACR en principio es un método reactivo de detección de problemas y solución. Esto significa que el análisis se realiza después de un evento ha ocurrido. Al ganar experiencia éste se convierte en un método de pro-activo. Esto significa que es capaz de prever la posibilidad de un evento, incluso antes de que pudiera ocurrir dentro de una organización.

Según Parra y Crespo (2012), las diversas técnicas que autores han elaborado sobre lo que es el ACR y cuyo objetivo ha sido buscar soluciones efectivas a los eventos de fallos. Es una de las metodologías desarrolladas con el fin de ayudar a los analistas de problemas a orientarse, en los pasos a seguir y en las consideraciones que deben tomarse para la obtención de soluciones efectivas, el

éxito de la aplicación del ACR depende del esfuerzo de un equipo de trabajo y como tal requiere de cierta experiencia para vencer los paradigmas que tradicionalmente se encuentran en los procesos de análisis de fallos.

En la diversidad de los problemas, en la mayoría de los casos se resuelven mediante la aplicación de reglas, previamente establecidas, muchos se basan en eventos y no siguen las reglas la mayoría de veces, la imposición de reglas a problemas basados en eventos ha generado el espacio que hoy en día ocupa la infame ley de Murphy. Sin embargo ACR ataca esa visión y reconoce que los problemas pueden agruparse en estas dos categorías:

Problemas basados en reglas: como su nombre mismo lo indica son aquellos basados en convenciones y reglas que dictan una respuesta correcta y única.

Problemas basados en eventos: son aquellos que dependen de las leyes causa efecto donde existe más de una solución.

Altmann (2012), expresa que las fallas se perciben a través de ciertas manifestaciones o síntomas, no así la causa de de la misma. Esto lleva en muchas oportunidades a actuar sobre las consecuencias y no sobre la raíz del problema, de modo que la falla vuelve a repetirse una y otra vez. La complejidad en los sistemas, hace una mayor dificultad en localizar el origen o raíz de la falla. Identificar la causa raíz es fundamental, pero sólo de por sí, no resuelve el problema, para ello habrá que estudiar distintas acciones correctivas. El análisis de causa raíz es una herramienta utilizada para identificar causa de falla, de manera de evitar sus consecuencias, un análisis más profundo es mejor para ayudar a comprender los eventos y mecanismos que actuaron como raíz del problema.

El Análisis de Falla de Componentes (CFA, por sus siglas en inglés), la cual implica el estudio de las piezas dañadas y lo que es Investigación de Causa de

Raíz (RCI, por sus siglas en inglés), ésta herramienta incluye a la anterior, e investiga las causas físicas. El Análisis de Causa Raíz (ACR), esta herramienta incluye a los dos anteriores, y estudia además el error humano.

Para realizar el Análisis de Causa Raíz a fondo, se debe ir más allá de los componentes físicos de la falla o raíces físicas y analizar las acciones humanas o raíces humanas que desatan una cadena causa – efecto que llevó a la causa física, lo cual implica analizar ¿por qué se realizó eso?, si debido a procedimientos incorrectos, a especificaciones equivocadas o a falta de capacitación, lo cual puede sacar a la luz raíces latentes, es decir deficiencias en el gerenciamiento, que de no corregirse, pueden hacer que la falla se repita nuevamente.

## **2.2 Importancia del Análisis Causa Raíz.**

Normalmente cuando ocurre un fallo, éste es percibido por que genera ciertas manifestaciones o fenómenos de fácil localización (síntomas), no así las causas de la misma (Causa Raíz) que mientras más complicado sea el sistema, mayor será la dificultad de localizar el origen de dichas causas, pudiendo atacar las manifestaciones del fallo pero no su origen, lo que se traduce en potencialidad de ocurrencia de fallos que se harán recurrentes. A continuación se muestra en el siguiente diagrama de la figura 3.

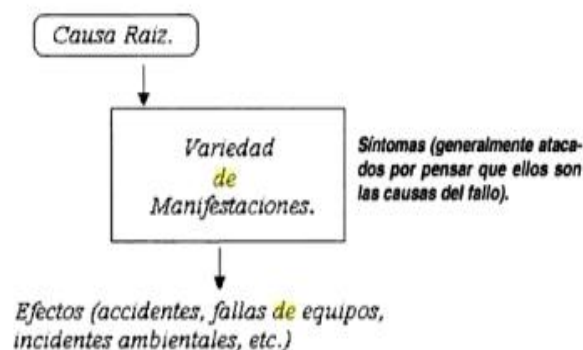


Figura 3. Diagrama de efectos de fallos. Fuente: Amendola (2006).

### **2.3 Beneficios que Genera el Análisis Causa Raíz.**

- Reducción del número de incidentes, fallos y desperdicios.
- Reducción de gastos y de la producción diferida, asociada a fallos.
- Mejoramiento de confiabilidad, la seguridad y la protección Ambiental.
- Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.

### **2.4 Donde Aplica la Metodología Análisis Causa Raíz.**

- En forma proactiva para evitar fallos recurrentes de alto impacto con costes de operación y mantenimiento.
- En forma reactiva para resolver problemas complejos que afectan la organización.
- Equipos / sistemas con un alto coste de mantenimiento correctivo.
- Particularmente, si existe una data de fallos de equipos con alto impacto en costes de mantenimiento o pérdidas de producción.
- Análisis de fallos repetitivos de equipos o procesos críticos.
- Análisis de errores humanos en el proceso de diseño y aplicación de procedimientos y supervisión.

El ACR es una de las metodologías de confiabilidad que emplea un conjunto de técnicas o procesos, para identificar factores casuales de falla. Es decir, el origen de un problema definido, relacionado con el personal, los procesos, las tecnologías, y la organización, con el objetivo de identificar actividades o acciones rentables que los eliminen.

Rodríguez y Rojas (2012), señalan que como el principal objetivo de la metodología ACR es identificar la causas primarias que ocasionan una falla, además, esta metodología también es una respuesta adecuada y conforme al concepto de control de pérdidas, teniendo en cuenta todos los eventos y sucesos que ocasionan disminución en la producción con el fin de implementar medidas de prevención que eliminen o minimicen su recurrencia.

#### 2.4.1 Fases para la Aplicación de la Metodología.

Para su aplicación la metodología análisis causa raíz comprende de tres fases.

##### Análisis del Problema.

La primera etapa del proceso está enfocada a una identificación clara y rigurosa del problema (diferencia entre algo imaginado o deseado y lo que realmente está sucediendo). Posteriormente, la definición del problema está enfocada a identificar los síntomas de la falla, el equipo, la ubicación y el tipo de falla. El análisis del problema es esencial para el éxito de la eliminación del mismo.

##### Análisis de Causa Raíz del Problema.

Búsqueda metodológica de las causas del problema. Esta fase se divide en tres etapas:

- Análisis de todas las causas posibles. El objetivo de esta etapa es determinar tantas causas como sean posible del problema. El producto final de esta etapa es un listado de todas las causas posibles que puedan generar el problema identificado.
- Validación de las causas posibles. El propósito de la validación es determinar cuál de todas las causas posibles tienen evidencias o hechos que la soporten. El objetivo es eliminar información no verificable o no lógicamente soportada para identificar las causas raíces más probables.

Identificación y verificación de la causa raíz. Aquellas causas concuerdan con la definición del problema y lo verifican se convierten en causa raíz. El propósito de la verificación, es mantener un enfoque basado en hechos y asegurar que las causas remanentes estén conectadas con el problema.

#### Desarrollo de la Solución.

El objetivo es seleccionar la solución más equilibrada al problema (una que elimina la causa sin crear problemas nuevos/peores). Esta fase se divide en 3 etapas:

- Selección de criterios. El objetivo es definir factores específicos que deben ser satisfechos por la solución. Establecer claramente que es lo que se necesita solucionar y su grado de aceptación.
- Consideración de todas las posibles soluciones a la causa raíz. El propósito de generar soluciones alternativas es asegurarse que se está alcanzando más ampliamente la solución problema. Esta etapa se enfoca en buscar soluciones desde otros puntos de vista.
- Selección de la mejor solución. La fase final en el proceso de solución de problemas operacionales es el desarrollo de la misma.

El proceso de seleccionar la mejor solución involucrada: especificar lo que se desea alcanzar, especificar los mínimos requisitos de la solución, evaluar y comparar los resultados y entender los riesgos y beneficios asociados con cada solución.

### **2.5 Principios Generales del Análisis Causa Raíz.**

A pesar de la aparente disparidad en cuanto al propósito y la definición entre las diferentes bibliografías sobre el análisis de causa raíz, hay algunos principios generales que podrían ser considerados como universales.

1. Realizar la ejecución de medidas de mejoramiento en las causas raíz es más efectivo que simplemente tratar los síntomas de un problema.
2. Para ser eficaz, el ACR debe realizarse de forma sistemática, con conclusiones y causas respaldadas por pruebas documentadas.
3. Generalmente hay más de una causa potencial de un determinado problema.
4. Para ser eficaz, el análisis, debe establecer todas las relaciones causales conocidas entre la causa(s) y el problema definido.
5. Análisis de causa raíz transforma una antigua cultura que reacciona a los problemas a una nueva cultura que resuelve los problemas antes de que se intensifiquen, creando una reducción de la variabilidad y una actitud para evitar riesgos.

## **2.6 Definiciones y Términos de la Metodología de Análisis Causa Raíz (ACR).**

**Acción:** Es el efecto que causa un agente (físico, químico o humano, entre otros) sobre algo, debido a la ejecución de actividades específicas.

**Activo:** Término contable para cualquier recurso que tiene un valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja. Puede ser humano, físico y financiero intangible. Por ejemplo: el personal, centros de trabajo, plantas y equipos, entre otros.

**Análisis Causa-Efecto:** Es una herramienta utilizada en la Metodología de Análisis Causa Raíz (ACR) para ordenar gráficamente el análisis de manera secuencial. Parte del evento o problema atraviesa los diferentes modos de falla e identifica la relación de causa y efectos hasta llegar a las causas raíces del evento o problema que se está generando en el proceso de producción.

**Causa de Falla (Causa Raíz):** Las causas de las fallas pueden ser físicas, humanas u organizacionales. En general, pueden ser derivadas de procesos de

deterioro por razones físicas o químicas, defectos de diseño, malas prácticas operacionales o de mantenimiento, baja calidad de materiales o refacciones, u otras razones organizacionales, como presiones en los objetivos de producción, cambios en el contexto operacional, alta rotación del personal, falta de difusión o inexistencia, así como de ejecución de trabajos por personal no certificado, que conducen a la falla.

**Causas Raíces Físicas:** En los Análisis Causa Raíz, se refiere al mecanismo de falla del componente. Su solución resuelve las situaciones de falla. Ejemplos de causas raíces físicas son el material de la empaquetadura inadecuado y el recubrimiento defectuoso que permite el deterioro por corrosión externa.

**Causas Raíces Humanas:** En los Análisis de Causa Raíz, identifican las acciones humanas que provocan las causas raíces físicas. Por ejemplo, la selección inadecuada de la empaquetadura, la instalación de sellos de forma inadecuada y la aplicación inapropiada del recubrimiento.

**Causa Raíces Latentes:** En los Análisis de Causa Raíz, representan las manifestaciones de los procesos organizacionales que explican la ocurrencia de las causas raíces humanas.

Solo su erradicación garantiza que la falla no se repita en el equipo estudiado o en uno similar. Se basa en que el origen de todos los problemas son las decisiones u omisiones a nivel de sistema.

**Confiabilidad:** Es la probabilidad de funcionamiento libre de fallas de un equipo o sus componentes, durante un tiempo definido bajo un contexto operacional determinado.

**Confiabilidad Operacional:** Es la capacidad de una activo (representado por sus procesos, tecnología y gente) para cumplir sus funciones o el propósito que se

espera de esté dentro de sus límites de diseño y bajo un Contexto Operacional determinado.

Consecuencia: Resultado de un evento. Puede existir una o más consecuencias de un evento, las cuales sean expresadas cualitativa o cuantitativamente. Por ello, los modelos para el cálculo deben considerar los impactos en seguridad, higiene, ambiente, producción, costos de reparación e imagen de la empresa.

Consecuencia de una Falla: Se define en función a los aspectos que son de mayor importancia para el operador, como el de seguridad, el ambiental y el económico.

Defecto: Causa inmediata de una falla: desalineación, mal ajuste, fallas ocultas en sistemas de seguridad, entre otros.

Efecto de falla: Describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla.

Falla: Terminación de la habilidad de un ítem para ejecutar una función requerida.

Fallas Crónicas: Son aquellas fallas que ocurren con frecuencia. En ocasiones llegan a ser aceptadas como normales debido a que no se requiere mucho tiempo para ser corregidas, pero que a la larga impactan en el estado de resultados.

Fallas Catastróficas: Una falla que causa la pérdida total de un ítem y que puede generar daños al personal, medio ambiente y a la instalación.

Falla funcional: Es cuando el ítem no cumple con su función de acuerdo al parámetro que el usuario requiere.

Hipótesis: Es una conjetura o suposición que se admite provisionalmente para ser verificada o validada, y si el resultado es verdadero, la misma se convierte en hecho.

**Histograma:** Es un tipo de gráfico que agrupa un conjunto de datos de una variable aleatoria, de manera tal que puedan apreciarse. La forma en que están distribuidos los mismos, el grado de dispersión y los valores con más alta probabilidad de ocurrencia.

**Impacto Económico:** Representa el impacto financiero por incremento en costos de mantenimiento o pérdidas de producción por frecuencia de falla en el proceso.

**Ítem:** Término específico usado para denotar cualquier equipo mantenible, incluyendo sistemas, partes, materiales, sub ensambles, conjuntos, accesorios, etcétera.

**Jerarquización:** Ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

**Lista Jerarquizada de Problemas:** Lista donde los problemas son ordenados según su impacto en términos de la exposición del dinero para corregirlos y su factibilidad.

**Metodología:** Conjunto de métodos y/o procedimientos estructurados que se siguen para lograr determinados objetivos.

**Mecanismo de falla:** Proceso físico, químico u otro que ha conducido un deterioro hasta llegar a la falla.

**Modo de falla:** Es la forma por la cual una falla es observada. Describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo. Efecto por el cual una falla es observada en un ítem fallado. Hechos que pueden haber causado cada estado de falla.

**Probabilidad:** Es una medida de la posibilidad de ocurrencia de un evento. La frecuencia de ocurrencia de un evento es un indicador de probabilidad.

Riesgo: Este término de naturaleza probabilística está definido como la “probabilidad de tener una pérdida”.

Tipificación de Fallas: Las fallas o problemas se pueden tipificar por el tipo y el nivel de proceso que afectan en:

- Fallas en componentes/equipos/sistemas.
- Desviaciones operacionales/pérdida de eficiencia.
- Problemas administrativos/médicos/otros.

Por la frecuencia con la cual afectan en:

- Fallas/eventos aislados de alto impacto (donde se tiende a poner mayor atención).
- Fallas crónicas o recurrentes (por donde normalmente se destruye más valor).

Se destaca que:

- Las fallas crónicas tienen un impacto acumulado similar a las fallas de alto impacto.  
Sin embargo, no se perciben tan fácilmente, ya que se consideran como un comportamiento normal pero que, una vez acumulado, impacta en el estado de resultados.
- Los eventos de alto impacto son causados por las mismas causas raíces que producen las fallas crónicas. Al reducir las causas de estas fallas crónicas, se reducirá la probabilidad de un evento mayor.

Valor Presente Neto (VPN): El valor presente neto es la suma de los flujos de efectivo anuales descontados al valor presente.

El concepto de descontar dichos flujos se origina en que un peso es más valioso

hoy que mañana.

Es decir, es la diferencia entre el valor presente de las entradas de flujo de efectivo generadas por el proyecto y el importe de la inversión inicial.

## **2.7 El Método de Mapeo de la Causa en el Análisis de Causa Raíz.**

En el método de mapeo de la causa, la palabra raíz en el análisis de causa raíz se refiere a todas las causas que están por debajo de la superficie. Centrarse en una sola causa puede limitar el conjunto de soluciones establecidas resultando que las mejores soluciones se perdieron.

En la metodología Análisis Causa Raíz un mapa de causa proporciona una explicación visual simple de todas las causas que se requieren para producir el incidente. La raíz es el sistema de causas que revela todas las diferentes opciones para las soluciones. Hay tres pasos básicos para el método de Mapeo de la Causa:

1. Definir el problema por su impacto a las metas globales.
2. Analizar las causas en un mapa visual.
3. Prevenir o mitigar cualquier impacto negativo en los objetivos seleccionando las soluciones más eficaces.

### **2.7.1 ¿Qué es un Mapa de Causas?**

Un Mapa de Causas proporciona una explicación visual de por qué se produjo un incidente. Conecta una relación individual causa-efecto para revelar el conjunto de causas de un problema. Un Mapa de causa puede ser muy básico y puede ser muy detallado en función del asunto en cuestión. Ejemplo figura 4.



Figura 4. Causa Efecto.

Fuente: Espinosa (2012).

2.7.1.1 ¿Cómo se Lee un Mapa de Causas? Inicia por la izquierda. Leer hacia la derecha diciendo que "fue causada por" en lugar de las flechas.

La investigación de una falla comienza con el problema y luego se retrocede hacia las causas por las preguntas "¿Por qué?". Ejemplo figura 5 siguiente.



Figura 5. Problema ¿por qué?

Fuente: Espinosa (2012)

Las preguntas comienzan, "¿Por qué sucede este efecto?" La respuesta a esta pregunta proporciona una causa (o causas), las cuales se escriben a la derecha. Véase en la siguiente figura 6.



Figura 6. Problema ¿Por qué? ¿Por qué?

Fuente: Espinosa (2012)

La siguiente pregunta es de nuevo, "¿Por qué sucede este efecto?" La causa que fue anteriormente escrita se convierte en el efecto para la siguiente pregunta ¿Por qué? Cualquiera que haya alguna vez interactuado con un niño de tres años de inmediato reconoce cómo las preguntas ¿por qué? cambian una causa en un efecto. Esto es fundamentalmente como causas y efectos se unen para crear una cadena de eventos. Escribir 5 ¿por qué?, es una gran manera de iniciar una investigación, porque es muy simple. Ejemplo figura 7 siguiente.

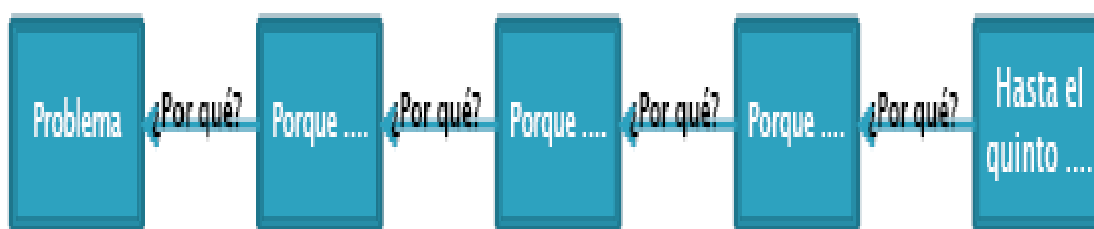


Figura 7. Cinco ¿Por qué?

Fuente: Espinosa (2012).

## **2.8 Metodologías Para el Análisis Causa Raíz.**

El análisis de causa-raíz no es una única metodología bien definida, hay muchas herramientas diferentes, procesos y filosofías para el ACR.

Sin embargo, la mayoría de estos se pueden clasificar en cinco "escuelas" que se nombran según su origen:

- ❖ ACR basado en la seguridad: del análisis de accidentes y la seguridad ocupacional y la salud.
- ❖ ACR basada en la producción: su origen es el ámbito del control de calidad de manufactura industrial.
- ❖ ACR basado en el proceso: es básicamente una continuación del ACR basado en la producción, pero con un alcance que se ha ampliado para incluir los procesos de negocio.

- ❖ ACR basado en la falla: tiene sus raíces en la práctica de análisis de fallas como los usados en ingeniería y mantenimiento.
- ❖ ACR basado en los sistemas: ha surgido como una mezcla de las escuelas anteriores, con ideas tomadas de ámbitos como la gestión de cambios, gestión de riesgos y análisis de sistemas.

## **2.9 Técnicas Para Identificar la Causa-Raíz de los Problemas.**

Existen varias técnicas comúnmente utilizadas en el medio para el análisis y solución de problemas. Pero en resumen, todas tienen el mismo fin, que consiste en: Eliminar la causa real o potencial que provocó o puede provocar una enfermedad o problema.

### **2.9.1 Técnica de Lluvia de Ideas.**

Es una técnica de grupo para concebir ideas originales en un ambiente creativo, que propicia más y mejores ideas que las que un individuo podría generar trabajando de manera independiente. Esto es mediante personal conocedor de los sucesos que se presentan.

Objetivo: identificar las causas de un problema, generar soluciones creativas para el mismo, o proponer acciones de mejora, por medio de la expresión de un número extenso de ideas que sean aportadas por todos los integrantes de un grupo, en un ambiente relajado.

2.9.1.1 Utilizaciones. Debe ser utilizada cuando exista la necesidad de:

- Generar un número extenso de ideas.
- Propiciar y liberar la creatividad de las personas.
- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar áreas de oportunidad para propiciar la mejora continua.

2.9.1.2 Procedimiento. Para lograr la eficiencia de la técnica, se requiere el siguiente procedimiento.

- Elegir un facilitador que anotará las ideas (se debe promover la intervención de todos los integrantes).
- Anotar en un rotafolios la frase que representa el problema que se estudiará y establecer un tiempo límite (20 o 30 minutos).
- Pedir a los participantes que piensen en el problema y digan en pocas palabras sus ideas al respecto.
- Verificar que la contribución no se repite.
- El facilitador anotará todas las ideas sin emitir juicio alguno. Es muy importante, en esta primera fase, la ausencia de crítica y autocrítica; ninguna persona debe hacer comentarios sobre las ideas expresadas, ni positivos, ni negativos.
- Al cabo del tiempo establecido (se puede extender si hubiere más ideas) se procede a agrupar las ideas (si se considera necesario), se analizan y se les clasifica según su importancia, o bien, se jerarquizan.
- Discriminar las duplicaciones existentes, los problemas no importantes y aspectos no negociables.

2.9.1.3 Ventajas. La aplicación de esta técnica tiene las siguientes ventajas.

- Estimula creatividad y ayuda al surgimiento de ideas originales, permitiendo el cambio de perspectivas o enfoques.
- La creatividad puede ayudar a la mejor solución de los problemas y a la identificación de la verdadera causa de los mismos.
- Facilita la participación de todos.
- En un breve lapso se generan muchas ideas que pueden ser valiosas.

## 2.9.2 Técnica de Multivotación.

Es una técnica grupal que permite a un equipo de trabajo reducir una extensa lista de posibles causas.

### 2.9.2.1 ¿Cuándo debe ser Utilizada? Cuando esta técnica es efectiva.

- Cuando la técnica de lluvia de ideas o cualquier otra ha producido una lista muy extensa de causas posibles y necesita reducirse esto es mediante la elección del personal más conocedor sobre la situación planteada de otra manera la información no será verídica implicando no llegar a la conclusión correcta sobre el problema citado.
- Al final de un diagrama Causa-Efecto para seleccionar las 3 ó 5 causas principales investigadas.

### 2.9.2.2 ¿Cómo se Utiliza? Se muestra la secuencia a seguir para la aplicación de la técnica.

- Revisar la lista de posibles causas.
- Asignar una identificación (números o letras).
- Dar a cada miembro del equipo un número de votos igual al 20% del número de elementos en la lista.
- Los miembros pueden determinar cómo distribuir sus votos; uno por causa, un número igual de votos a varias causas, o todos los votos a una sola causa.
- Circular las causas que reciban el mayor número de votos.
- Si quedan más causas de las deseadas, se puede realizar una segunda ronda de votación.
- Repetir los pasos 4 y 5 hasta que la lista se reduzca a tres causas.

### 2.9.2.3 Notas Importantes. Son las notas importantes que se deben tomar en cuenta mediante la aplicación de la técnica.

- Nunca se debe llevar la votación hasta que quede una sola causa.
- Para llegar a la opción final de solución se requiere que el equipo llegue a un consenso.
- Darle a cada miembro del equipo un número determinado de votos y permitirle que utilice cuantos quiera.
- El equipo puede seleccionar las 10 primeras causas y hacer una ronda de votación.

### 2.9.3 Técnica de los Cinco por Qués.

Es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la etapa de análisis de problemas para encontrar las causas posibles de un problema.

Objetivo: Analizar sistemáticamente las posibles causas de un problema, a través de preguntarse al menos cinco veces: ¿por qué? Se considera que al no encontrar una nueva respuesta, después de varias veces, es lo que permite identificar la verdadera causa - raíz del problema.

2.9.3.1 ¿Cuándo debe ser Utilizada? Cuando resulta efectiva la aplicación de la técnica.

Es útil cuando no se pueda definir el verdadero problema, permite analizarlo y tomar las decisiones más adecuadas al problema real.

2.9.3.2 ¿Cómo se Utiliza? La utilización de esta técnica se basa en la siguiente secuencia.

- Se enuncia el problema en forma clara y objetiva.
- Una vez que las causas probables han sido identificadas, iniciar el proceso preguntándose “¿por qué?”
- Continuar preguntando “por qué” al menos cinco veces. Este ejercicio reta a los miembros del equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas ya probadas y ciertas. Una vez que sea difícil al equipo responder al “por qué”,

la causa probable ha sido identificada.

- Existirán casos donde se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando “por qué” para encontrar las causas principales, esto se debe a que algunas ocasiones las causas pertenecen a procesos muy largos y los puntos de revisión son muy cortos.
- Durante el proceso tener mucho cuidado de NO empezar a preguntar “quién”. Recordar que el equipo debe siempre estar interesado en el proceso y no en las personas involucradas.
- Se anotan las causas principales.
- Se establecen las acciones correctivas.

#### 2.9.4 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).

Es una representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden Contribuir a un problema (efecto).

El diagrama de causa - efecto por su forma recibe el nombre de “Esqueleto de pescado”, en el cual la espina dorsal es el camino que conduce a la cabeza del pescado que es el producto, servicio, no conformidad o problema que se desea analizar; las espinas o flechas que la rodean, indican los factores principales y sub factores que intervienen. Como se muestra en la figura 8.

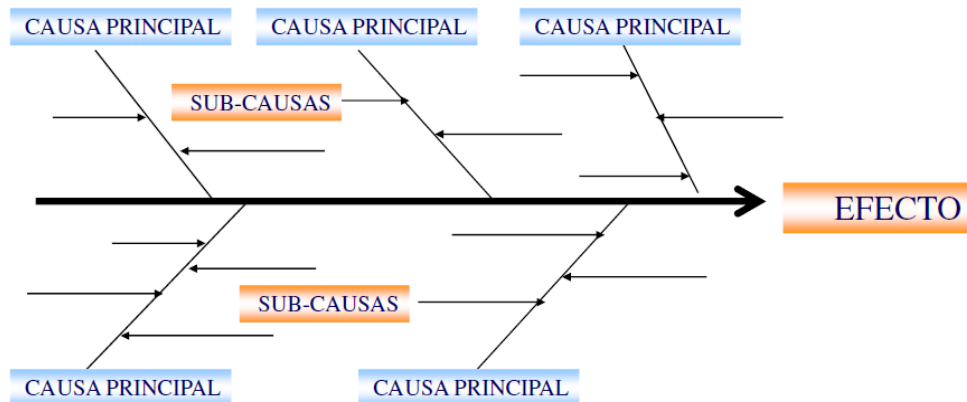


Figura 8. Diagrama Causa- Efecto.

#### 2.9.4.1 Objetivos. A los que se centra la técnica.

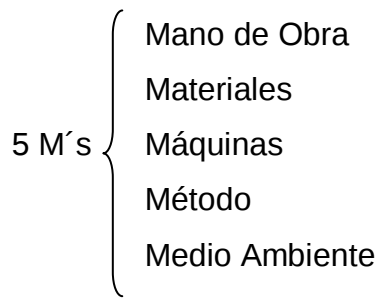
- Expresar en forma gráfica el conjunto de factores causales que intervienen para que se produzca un producto o servicio no conforme (problema) y comprender la forma en que aquellos se interrelacionan.
- Identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad.
- Ilustrar gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

#### 2.9.4.2 ¿Cuándo debe ser Utilizada? El Diagrama de Causa-Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico.

- Cuando existen ideas sobre las causas que originaron el problema.
- Cuando el problema esté bien definido.

#### 2.9.4.3 ¿Cómo se Utiliza? Procedimiento el cual se debe seguir en la aplicación del diagrama causa-efecto.

- Identificar el problema (efecto), y registrarlo en la parte extrema derecha enmarcado en un recuadro que en ocasiones se define como la cabeza de pescado y dejar espacio para el resto del diagrama hacia la izquierda.
- Dibujar las espinas principales; éstas representan las entradas al proceso, que originan la falla o como también los recursos o factores causales que originan el problema.
- Anotar todas las posibles causas (lluvia de ideas). Una forma común, es identificar los factores causales de acuerdo a la categoría a la que pertenecen:



2.9.4.4 Las Cinco “Ms”. Podemos encontrar las posibles causas por las que los servicios no cumplen con los requisitos especificados.

2.9.4.5 Mano de Obra. Las distintas habilidades de los empleados así como la falta de capacitación y actualización continua pueden influir grandemente en la calidad del Servicio proporcionado. O bien, problemas de actitudes, falta de colaboración, desmotivación, etc.

2.9.4.6 Materias Primas. Son los insumos necesarios para producir el servicio, pueden ser datos, información, solicitudes, documentos, etc. Al faltar alguno de ellos o contener errores se puede producir un servicio no conforme.

2.9.4.7 Maquinaria y Equipo. Identificar los recursos necesarios para producir el servicio, ya sea que el equipo no funcione en forma óptima o que el software no sea el adecuado, el resultado podrá producir algún problema de calidad.

2.9.4.8 Métodos de Trabajo. Los métodos de trabajo pueden no estar establecidos, o ser demasiado complicados, o procedimientos incompletos, etc.

2.9.4.9 Medio Ambiente. Este puede ser una causa importante que influya en la calidad del servicio, especialmente el clima laboral.

## **CAPÍTULO III.**

### **MÉTODO Y MATERIALES**

#### **3.1 Sujeto Bajo Estudio.**

La Empresa Celulosa Moldeada del Pacifico, S.A. de C.V. (CEMOPAC) inició sus primeras operaciones en febrero del año de 1979, surgiendo de la necesidad por parte de productores de huevo de contar con una envoltura segura para el manejo de sus productos, iniciando con solo una línea de producción de moldeado de pulpa con una capacidad de producción mensual de 18,000 paquetes de 140 charolas.

En el transcurso del tiempo su demanda fue creciendo por lo que instalaron una segunda línea agrandando su producción a 36,000 paquetes mensuales. En la actualidad esta empresa fabrica charolas de 12, 18, 20, 30 (normal y maxi) en colores diferentes dependiendo de las especificaciones del cliente.

Esta empresa hoy en la actualidad cuenta con tres líneas de producción que son:

- Línea 1 y 2: fabricación de charolas de 20 unidades, 30 unidades (Normal o Maxi).
- Línea 3: fabricación de charolas de 12, 18 unidades.

La empresa CEMOPAC actualmente cuenta con diferentes áreas sincronizadas a su producción las cuales a continuación se describen:

- 9 Bodegas divididas entre materia prima, producto terminado y materiales.
- 1 Taller de soldadura.
- 1 Taller eléctrico.
- 1 Taller de moldes.
- 1 Almacén para atender todas las áreas.
- 2 Oficinas de superintendentes.
- 1 Oficina gerente general.
- 1 Oficina administrativa.
- 1 Oficina sindical.
- 1 Caseta vigilancia.
- 1 Área de comedor.

La empresa Celulosa Moldeada del Pacífico (CEMOPAC) ha evolucionado mediante el transcurso de los años, creciendo sus instalaciones aumentando su producción con nuevas y mejores máquinas. Donde podemos apreciar la forma física de las instalaciones en la actualidad en la figura 9.



Figura 9. Instalaciones de CEMOPAC.

Fuente: <http://earth.google.es>

### 3.1.1 Proceso Productivo.

El producto final conocido como charola se fabrica mediante una mezcla de diferentes tipos de materiales reciclables que son papel periódico, cartón y agua, como también algunos aditivos necesarios, mezclados en un molino para formar una pasta, que pasa por un sistema de depuración y desfibrado, que después es bombeada a una pila para pasar a la máquina moldeadora. Los moldes formadores están formados por Aralit con varias perforaciones en su interior, cubiertos por una tela de acero inoxidable, montados en un soporte que los introduce a la tina inferior para tomar la pasta por medio de un sistema de succión a base de una bomba de vacío que después de esto la charola ya formada en el molde formador es tomada por un transferidor a base de un mismo sistema de succión que luego la expulsa a la banda transportadora que la lleva al túnel de secado con un recorrido de 110m y a una temperatura de 270 grados centígrados, con una duración de 15 minutos.

Para tener como producto final una charola terminada lista para empacar.

### **3.2 Procedimiento.**

Con el objetivo de aplicar la metodología ACR para generar propuestas de mejora en las operaciones del taller de moldes se determinaron las siguientes etapas.

#### **3.2.1 Análisis del Sistema.**

En esta etapa se analizan los puntos estratégicos dentro del sistema para ampliar el conocimiento de las ideas y lograr una mejor solución al implementar la metodología.

#### **3.2.2 Aplicación del Análisis Causa Raíz.**

En esta etapa se aplicará la metodología Análisis Causa Raíz para detectar los problemas desde su origen, para esto se utilizara el diagrama causa efecto para desglosar las raíces de los factores que generan la causa.

#### **3.2.3 Generación de Resultados.**

En esta etapa se presentarán los resultados que la metodología aportará mediante una serie de raíces que generan las causas, que mediante su análisis centrará la causa que ocasiona el problema en el sistema.

#### **3.2.4 Aportación de Propuestas.**

Mediante los resultados obtenidos se aportarán las propuestas de mejora al taller de moldes de los diferentes factores que los originan y la causa que los presenta.

### **3.3 Materiales.**

Para la realización de esta investigación se utilizó el siguiente material.

- Formatos elaborados por parte del departamento de producción y taller de moldes.
- Formato de reporte mensual de moldes en servicio, por parte del taller de moldes.
- Pluma.
- Computadora.
- Paquete computacional Microsoft Word.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN**

#### **4.1 Resultados.**

Los resultados que arroja la metodología Análisis Causa Raíz (ACR) permiten concluir en las áreas 1 y 2 de CEMOPAC las causas principales que generan problemas en el proceso, del cual son efecto de pérdidas cuantitativas de capital en la empresa.

Para el efecto de esta metodología se mejoró la comunicación entre el departamento de producción y taller de moldes con la mejora en formatos para su aplicación teniendo en si el conocimiento de falla más efectivo por la cual estos moldes son retirados del proceso y poder realizar un análisis más fácilmente sobre el agente causante.

Listado de moldes formadores con los que cuenta actualmente la empresa Celulosa Moldeada del pacifico S.A. de C.V divididos entre sus 2 líneas de producción de esta especificación, ver en la tabla 1.

Tabla 1. Moldes en existencia.

| <b>Moldes</b>  | <b>No.de Molde</b> |
|----------------|--------------------|
| Molde formador | <b>1</b>           |
| Molde formador | <b>2</b>           |
| Molde formador | <b>3</b>           |
| Molde formador | <b>4</b>           |
| Molde formador | <b>5</b>           |
| Molde formador | <b>6</b>           |
| Molde formador | <b>7</b>           |
| Molde formador | <b>8</b>           |
| Molde formador | <b>9</b>           |
| Molde formador | <b>10</b>          |
| Molde formador | <b>12</b>          |
| Molde formador | <b>13</b>          |
| Molde formador | <b>14</b>          |
| Molde formador | <b>15</b>          |
| Molde formador | <b>16</b>          |
| Molde formador | <b>17</b>          |
| Molde formador | <b>18</b>          |
| Molde formador | <b>19</b>          |
| Molde formador | <b>20</b>          |
| Molde formador | <b>21</b>          |
| Molde formador | <b>22</b>          |

|                |           |
|----------------|-----------|
| Molde formador | <b>23</b> |
| Molde formador | <b>24</b> |
| Molde formador | <b>26</b> |
| Molde formador | <b>27</b> |
| Molde formador | <b>28</b> |
| Molde formador | <b>29</b> |
| Molde formador | <b>39</b> |

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 podemos apreciar el diseño de un molde formador de charola de 30 unidades utilizado en la empresa.

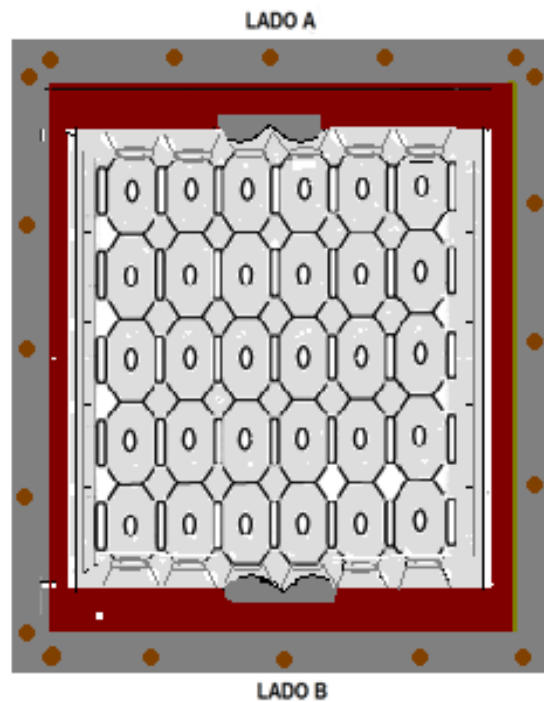


Figura 10. Diseño de molde formador.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11, podemos observar las piezas que forman el molde formador en su interior.

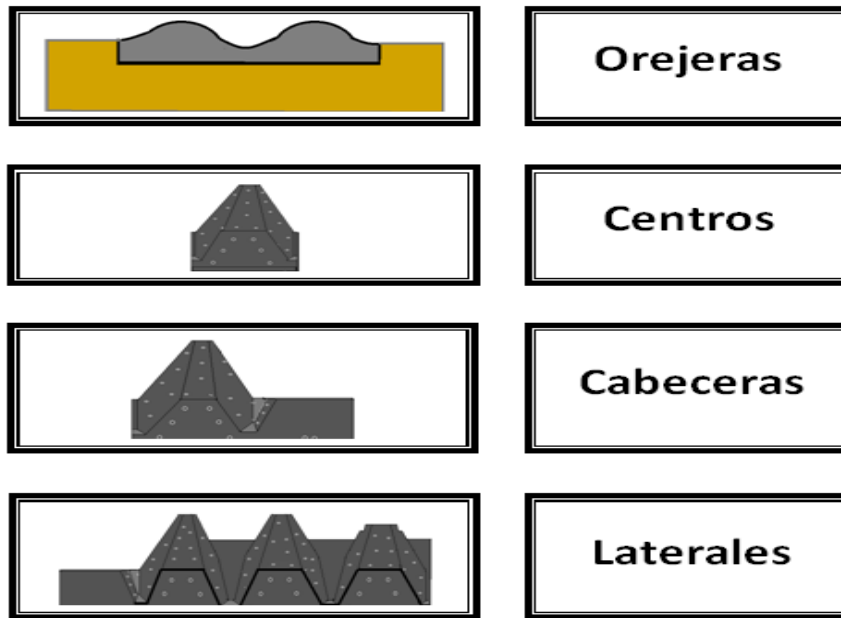


Figura 11. Piezas de molde formador.

Fuente: Elaboración propia.

Los principales elementos que presentan las fallas son los siguientes:

**Orejeras:** son piezas fabricadas a base de Aralit sujetas por una barra de bronce, estas piezas solo forman la figura pero no sujetan pasta, se localizan en la parte superior inferior de la charola de 30 unidades son las que más frecuentemente sufren quebraduras por efectos de rozamiento y desalineación

**Centros:** son las piezas que forman la parte central de las charolas de 30 unidades, fabricadas con aralit y cubiertos en su forma total por tela de acero inoxidable con la cual sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío. Son unas de las figuras que frecuentemente sufren quebraduras y rompimiento de tela por el rozamiento y golpes en casos de desalineación.

**Cabeceras:** son piezas que forman las cabeceras superior inferior de las carteras formadas por aralit y cubiertas con tela de acero inoxidable con la cual sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío, piezas que sufren quebraduras y rompimiento de tela por rozamiento y golpes en el proceso.

Laterales: son los lados izquierdo derechos que forman la charola, piezas formadas por aralit y cubiertas por tela de acero inoxidable con la que sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío. Sufren quebraduras y rompimientos de tela por rozamiento y golpes en el proceso. En el proceso los moldes son desinstalados por diferentes fallas que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Causas de desinstalación de moldes.

| <b>Causas de desinstalación de moldes</b> |
|-------------------------------------------|
| Cartera con varios orificios              |
| Cartera con varias deformaciones          |
| Cartera de bajo peso                      |
| Carteras con marcas en su interior        |
| Carteras muy maltratadas                  |

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas siguientes muestran la información obtenida en un periodo de 10 semanas en la empresa mostrando la cantidad de moldes que se quitaron en la semana por causa de tela rota, orificios tapados, quebraduras. El análisis de moldes desinstalados en el periodo de 10 semanas por fallas de Tela rota, se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Desinstalación por fallas de tela rota.

| <b>CAUSA</b><br><b>SEMANA</b> | <b>CANTIDAD DE MOLDES<br/>DESINSTALADOS POR TELA<br/>ROTA</b> |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Semana 7                      | 3                                                             |
| Semana 8                      | 1                                                             |
| Semana 9                      | 3                                                             |
| Semana 10                     | 2                                                             |
| Semana 11                     | 4                                                             |
| Semana 12                     | 1                                                             |
| Semana 13                     | 1                                                             |
| Semana 14                     | 1                                                             |
| Semana 15                     | 1                                                             |
| Semana 16                     | 2                                                             |
| Semana 17                     | 1                                                             |
| <b>TOTAL MOLDES</b>           | <b>20</b>                                                     |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de moldes desinstalados en el periodo de 10 semanas por fallas de orificios tapados, se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Desinstalación por fallas de orificios tapados.

| <b>CAUSA</b><br><b>SEMANA</b> | <b>CANTIDAD DE MOLDES<br/>DESINSTALADOS POR CAUSA DE<br/>ORIFICIOS TAPADOS</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Semana 7                      | 0                                                                              |
| Semana 8                      | 1                                                                              |
| Semana 9                      | 1                                                                              |
| Semana 10                     | 0                                                                              |
| Semana 11                     | 0                                                                              |
| Semana 12                     | 2                                                                              |
| Semana 13                     | 4                                                                              |
| Semana 14                     | 1                                                                              |
| Semana 15                     | 0                                                                              |
| Semana 16                     | 0                                                                              |
| Semana 17                     | 1                                                                              |
| <b>TOTAL MOLDES</b>           | <b>10</b>                                                                      |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de moldes desinstalados en el periodo de 10 semanas por fallas de Quebraduras, se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Desinstalación por fallas por quebraduras.

| <b>CAUSA</b><br><b>SEMANA</b> | <b>CANTIDAD DE MOLDES<br/>DESINSTALADOS POR<br/>CAUSA DE QUEBRADURAS</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Semana 7                      | 0                                                                        |
| Semana 8                      | 1                                                                        |
| Semana 9                      | 4                                                                        |
| Semana 10                     | 3                                                                        |
| Semana 11                     | 1                                                                        |
| Semana 12                     | 2                                                                        |
| Semana 13                     | 5                                                                        |
| Semana 14                     | 2                                                                        |
| Semana 15                     | 3                                                                        |
| Semana 16                     | 1                                                                        |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Semana 17           | 1         |
| <b>TOTAL MOLDES</b> | <b>23</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Porcentajes de ocurrencia de falla mediante la representación de un total de fallas en el periodo.

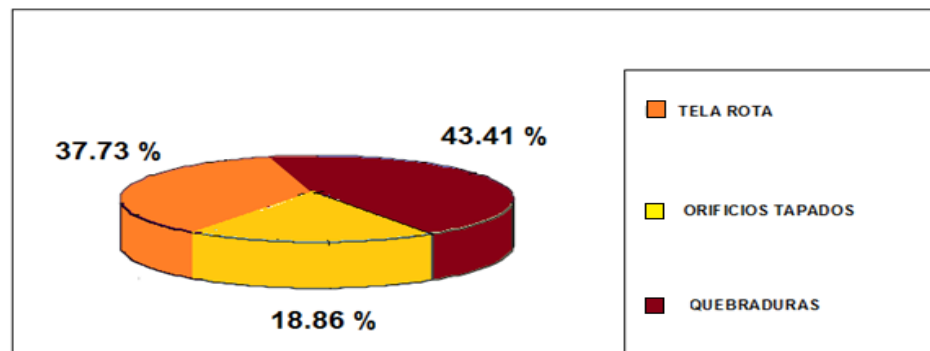


Figura 12. Porcentaje de fallas en el periodo.

Fuente: Elaboración propia.

La utilización del diagrama Ishikawa Causa- Efecto es de gran utilidad en la metodología donde se desglosan por completo las fallas y las causas que la ocasionen, como se puede ver en la figura 13.

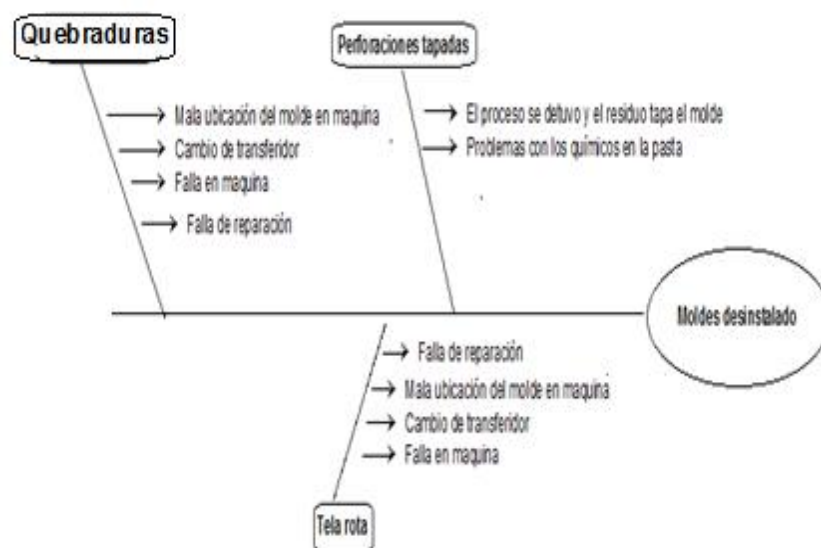


Figura 13. Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: Elaboración propia.

Causas raíces que originan los fallos en los moldes ocasionando quebraduras y rompimiento de tela mediante el proceso en:

- Centros.
- Laterales.
- Cabeceras.
- Orejeras.

La falla por quebraduras, tela rota y orificios tapados ha sido causas muy frecuentes en la empresa debido a diferentes factores, el análisis de causa raíz delimita algunas raíces latentes que se han ido arrastrando desde tiempos históricos de la empresa como lo que son:

➤ **Causa raíz latente mala ubicación del molde en máquina.**

Todos los moldes en las máquinas tienen las mismas dimensiones en diferentes aspectos, desde base de instalación hasta tornillos que los sostienen pero con el paso del tiempo de tanto poner, quitar, cambiar, su forma de manejo dentro de la empresa es variable el rodamiento de personal, adecuan el proceso de acuerdo a su forma de trabajo, mientras tanto los equipos de de operación sufren desgaste en algunas de sus partes, desgastes mínimos que provocan fallas a lo largo del proceso como quebraduras y rompimientos de tela en baja frecuencia.

El funcionamiento exitoso de un molde en proceso es notorio al igual que un funcionamiento defectuoso. Los moldes por ciertas características se adaptan a una ubicación donde el efecto de esto es determinado por control de calidad.

➤ **Causa raíz Cambio de transferidor.**

Transferidor: molde que toma el sub producto del molde formador a base de succión y lo transporta al túnel de secado. El transferidor anterior y el molde

formador se adaptaron a un funcionamiento factible del proceso. El nuevo transferidor puede ocasionar rozamiento y conducir a rompimiento de tela o quebraduras en las piezas del molde formador en baja frecuencia

➤ **Causa raíz latente falla en máquina.**

La máquina presenta desgaste y procede a desalinear las partes del proceso. El efecto de la pista con la rodaja produce desalineación en el transferidor es efecto de un mantenimiento preventivo y en ocasiones correctivo. Este es un efecto de falla de manera frecuente que puede frenarse o controlarse por cierto tiempo.

- El efecto de esto son quebraduras frecuentes en laterales.
- Rompimientos de tela.
- Aflojamiento y desgaste e incluso quebraduras en centros, orejeras, cabeceras.

➤ **Causa raíz falla de reparación.**

- Puede generarse por un descuido del operador
- Por efecto de descontrol en la operación.

➤ **Causa raíz perforaciones tapadas.**

- El proceso se detuvo y el residuo tapa el molde, efectos de paro (intencionales programados).
- Problemas con los químicos en la pasta, tienes problemas de concentración o por exceso de aplica.

## **4.2 Discusión.**

El desarrollo de la metodología análisis causa raíz se hace un análisis de los fallos

y las causas que los originan son efectos, se puede observar claramente que para cada falla está sometida a una calificación por la causa que la ocasiona. Salvo algunos casos especiales las causas de las fallas son muy confusas y tienen que observarse a lo largo del proceso.

La ayuda de los formatos es algo muy importante dentro de la metodología es donde obtenemos la información clara de la desinstalación del molde, de lo que es causa, la fecha de desinstalación, el turno, y el operador que realizó la operación.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones.**

Una de las tareas más importantes a desarrollar a los encargados del área es estar constantemente en conocimiento al desarrollo del proceso, experimentar nuevos conocimientos que día a día los procesos enseñan a crear una mejor experiencia en relación a los efectos de fallo. Las fallas son constantes, algunas se pueden pronosticar mientras que otras solo se perciben el síntoma con el paso del tiempo.

Otra de las actividades principales es aplicar formatos en cada suceso para crear una vista más amplia en la pronosticación de fallas y las causas que las efectúan quedando como historial de la falla, con el fin de controlar el proceso reducir las

mermas y satisfacer mejor al cliente con el producto, tener el control total del proceso es el camino más corto a la calidad del producto final.

Monitorear el proceso es una manera más adentrada a su comportamiento, los datos recabados son de gran utilidad para personas tanto encargados como operadores con el objetivo de capacitar mejor el personal que lo maneja.

## **5.2 Recomendaciones.**

El control de proceso es lo más importante por lo que se recomienda a la empresa CEMPOAC seguir trabajando al ritmo normal documentando cada suceso realizado para tener una base. El propósito de propuesta fue una idea muy importante para la empresa en la mejora de los formatos, cuentan con información importante sobre la falla presentada, que además mantiene en comunicación al departamento de producción y taller de moldes facilitando información sobre el origen de los procesos, eficientando el funcionamiento del mismo.

La recomendación sobre las causas raíces latentes detectadas mediante la metodología Análisis Causa Raíz (ACR).

**Causa raíz por mala ubicación en máquina:** Se le recomienda a la empresa utilizar los formatos ya que éstos se modificaron con el fin controlar los llamados moldes especiales de una ubicación especial en las máquinas, contando con la línea, ubicación y número de ubicación.

**Causa raíz por cambio de transferidor:** Al igual que los moldes formadores se recomienda a la empresa el uso de los formatos éstos aplican en formadores y transferidores para una ubicación más segura.

**Causa raíz latente falla en máquina:** Se recomienda a la empresa modificar el

sistema de giro del brazo soporte del transferidor o la manera de lubricar la rodaja que transita por la pista, la fricción entre fierro con fierro sin lubricante provoca desgaste y lleva a desalinear el proceso. Ocasionando pérdida por merma en subproducto dañado y en reparación de moldes.

**Causa raíz perforaciones tapadas:** Se le recomienda a la empresa utilizar la cantidad de líquidos en peso para que sea menos el riesgo que el operador exceda el químico al proceso. Y muestras concentración en químicos con el fin de que se encuentre en un estado aceptable para el proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altmann, C. (2012). El Análisis de Causa Raíz como herramienta en la mejora de la Confiabilidad.
- Amendola, L. J. (2006). Gestión de proyectos de activos industriales. Universidad politecnica de valencia.
- Barrionuevo, L., Esandi, M. y Ortiz, Z. (2009). El análisis causa-raíz como oportunidad de mejora de la seguridad en la atención perinatal: Análisis de un brote de infección intra-hospitalaria. Revista argentina de salud publica.
- Fuentes, F. E. (2012). Análisis causa Raíz : Pequeñas charlas para gestión del mantenimiento. Recuperado el 8 de Febrero de 2013. [http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20%20\(RCA\).pdf](http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20%20(RCA).pdf).
- Latino, R. J. (2012). Diseño de sistemas y plantas industriales, ingeniería de mantenimiento y confiabilidad, suministro y soporte de software MP para la gestión de mantenimiento. Recuperado el 8 de Febrero de 2013. <http://hamtec.blogspot.mx/2012/03/que-es-analisis-causa-raiz.html>.
- Lema, E. S. (2009). Sistema extranet para el análisis causa raíz para la industria productiva. QUITO/ EPN/ 2009.
- López, P., Gonzáles, C. y Alcalde, J. (2005). Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. Revista de calidad asistencial , 71-79.
- Martínez, F. y Barroso, A. (2008). Aplicación de la tribología y el análisis de la causa raíz (ACR) en motores de combustión interna. Habana, Cuba.

- Muños, H. V. (2011). Aplicación de la metodología análisis causa raíz (RCA), para la eliminación de un mal actor en equipos críticos de la SOM ECOPETROL S.A. Universidad industrial de santander . Bucaramanga.
- Palacio, C. E. (2004). Estudio sobre la ineffectividad de entregas en plastiline S.A. a través de la técnica de analisis causa raiz. Chía, Cundinamarca, Colombia.
- Palencia, O. G. (2005). El análisis causa raíz, estrategia de confiabilidad operacional. Colombia .
- Parra, C. y Crespo, A. (2012). Ingenieria de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Edición digital Atres, S.L.L.
- Aprendisaje virtual Pemex (2012). Recuperado el 8 de febrero de 2013, [http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Analisis\\_Causa\\_Raiz.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Causa_Raiz.pdf).
- Rodriguez, N. A. y Rojas, L. M. (2009). Análisis de falla de pozos de bombeo electrosumergible en el campo cantagallo . Bucaramanga , Colombia .
- Rooney, J. J. (2013). Recolección de información para el análisis de causa raíz.
- Sojo, L. A. (2009). El proceso de análisis causa raíz- PROACT. Recuperado el 08 de febrero de 2013, de <http://solomantenimiento.com/articulos/analisis-causa-raiz.htm>.
- Técnicas para identificar la causa-raíz de los problemas (2006). Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de <http://www.calidad.uady.mx/resources/nosotros/presentaciones/T%C3%A9cnicas%20para%20identificar%20la%20CausaRa%C3%ADz.pdf>.

## ANEXOS

Formato modificado para información de fallas eficientando la comunicación entre el departamento de producción y taller de moldes.

**Hoja de Control para Entrada y Salidas de Moldes**

**DEPTO. DE PRODUCCION**



Celulosa Moldeada del Pacifico S.A. de C.V.

Fecha \_\_\_\_\_ Turno: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 Línea: ☐ 1 ☐ 2

Operador: \_\_\_\_\_ Ubicación No. \_\_\_\_\_

Tipo de molde: ☐ Transferidor ☐ Formador

Tamaño molde: ☐ 12 Unid. ☐ 20 Unid. ☐ 30 Unid. ☐ Maxi

No. Molde a Quitar \_\_\_\_\_ No. Molde a Poner \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ Unid.

Causas: ☐ Orificios Tapados ☐ Tela Rota ☐ Orejeras Quebradas

☐ Quebraduras ☐ Otras ☐ Especifique: \_\_\_\_\_

**DEPTO. DE MOLDES**

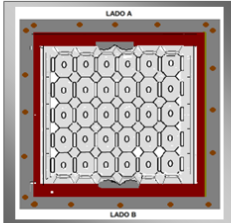
**Revisiones y operaciones**

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | Revisión Piezas |
| <input type="checkbox"/> | Revisión Malla  |
| <input type="checkbox"/> | Lavado          |
| <input type="checkbox"/> | Cepillado       |
| <input type="checkbox"/> | Sopleado        |
| <input type="checkbox"/> | Coladuras       |
| <input type="checkbox"/> | Perforaciones   |

**Cant. Reparaciones**

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Mallas     |
| <input type="checkbox"/> | Laterales  |
| <input type="checkbox"/> | Centros    |
| <input type="checkbox"/> | Cabeceiras |
| <input type="checkbox"/> | Orejeras   |
| <input type="checkbox"/> | Tornillos  |

AREA AFECTADA



Termino de Reparación \_\_\_\_\_

Operador de Reparación \_\_\_\_\_

Revisor del Documento \_\_\_\_\_



Formato modificado para control de moldes mensualmente.

REPORTE MENSUAL DE MOLDES EN SERVICIO

☒ INSTALACION

☐ DE SINISTALACIÓN

FECHA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ AL \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**CEMOPAC**  
Celulosa Moldeada del Pacifico S.A. de C.V.

| DÍAS                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>MOLDES</b>          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Formadores 30 Unidades |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

ELABORADO POR \_\_\_\_\_

REPORTE MENSUAL DE MOLDES EN SERVICIO

☒ INSTALACION

☐ DE SINISTALACIÓN

FECHA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ AL \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**CEMOPAC**  
Celulosa Moldeada del Pacifico S.A. de C.V.

| DÍAS                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>MOLDES</b>          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Formadores Maxi        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A1                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A2                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A3                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C1                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C2                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C3                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Formadores 20 Unidades |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Formadores 12 unidades |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| A1                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C1                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

ELABORADO POR \_\_\_\_\_

REPORTE MENSUAL DE MOLDES EN SERVICIO

☒ INSTALACIÓN



Celulosa Moideada del Pacifico S.A. de C.V

FECHA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ AL \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

☒ DESINSTALACIÓN

| DÍAS         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MOLDES       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Transferidor |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 42           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 43           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 44           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 46           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 47           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 48           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Transferidor |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Maxi         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACI          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACII         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACIII        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Transferidor |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20 Unidades  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

ELABORADO POR \_\_\_\_\_

REPORTE MENSUAL DE MOLDES EN SERVICIO

☒ INSTALACIÓN



Celulosa Moideada del Pacifico S.A. de C.V

FECHA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ AL \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

☒ DESINSTALACIÓN

| DÍAS         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MOLDES       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Transferidor |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12 Unidades  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACI          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACII         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

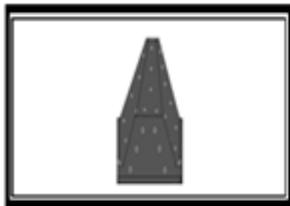
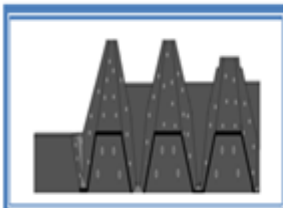
ELABORADO POR \_\_\_\_\_

Efectos de la mejora en comunicación entre el departamento de producción y taller de moldes, el buzón para formatos puesto en la entrada a taller de moldes.



Anexo tabla de control para fabricación de piezas con aralit establecida en la empresa para charola de 30 unidades.

## CANTIDAD DE MATERIAL PARA PIEZAS DE CHAROLA DE 30 UNIDADES

| Figura                                                                              | Aralit    | Endurecedor |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|------|
|    | Orejeras  | 50gr        | 10gr |
|  | Centros   | 100gr       | 20gr |
|  | Cabeceras | 150gr       | 30gr |
|  | Laterales | 450gr       | 90gr |

Anexo tabla de control para fabricacion de piezas con aralit establecida en la empresa. para charola de 20 unidades.

### CANTIDAD DE MATERIAL PARA PIEZAS DE CHAROLA DE 20 UNIDADES

| Figura                                                                              |           | Aralit | Endurecedor |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|-------------|
|    | Orejeras  | 10gr   | 2gr         |
|   | Centros   | 130gr  | 26gr        |
|  | Cabeceras | 200gr  | 40gr        |
|  | Laterales | 150gr  | 30gr        |
|  | Laterales | 150gr  | 30gr        |
|  | Esquinero | 250gr  | 50gr        |

| CANTIDAD DE MATERIAL PARA PIEZAS DE CHAROLA DE 30 UNIDADES |            |       |             |
|------------------------------------------------------------|------------|-------|-------------|
| Figura                                                     |            | Acero | Endurecedor |
|                                                            | Ortopos    | 10gr  | 2gr         |
|                                                            | Centros    | 130gr | 26gr        |
|                                                            | Cabeceras  | 200gr | 40gr        |
|                                                            | Laterales  | 150gr | 30gr        |
|                                                            | Laterales  | 150gr | 30gr        |
|                                                            | Ensamblaje | 250gr | 50gr        |

| CANTIDAD DE MATERIAL PARA PIEZAS DE CHAROLA DE 30 UNIDADES |           |       |             |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------------|
| Figura                                                     |           | Acero | Endurecedor |
|                                                            | Ortopos   | 50gr  | 10gr        |
|                                                            | Centros   | 100gr | 20gr        |
|                                                            | Cabeceras | 150gr | 30gr        |
|                                                            | Laterales | 450gr | 90gr        |

De las diferentes piezas que se utilizan este es un ejemplo de moldeado de tela para cabecera de charola de 30 unidades con tela de acero inoxidable.



Moldeador para cabecera de charola de 30 unidades.



Proceso de producción



