

**ESTRATEGIA PARA ELIMINACION DE DEFECTOS COMO ELEMENTO
BASICO DEL GERENCIAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD**

MARLON FREDY SOTO URBINA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

**ESTRATEGIA PARA ELIMINACION DE DEFECTOS COMO ELEMENTO
BASICO DEL GERENCIAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD**

MARLON FREDY SOTO URBINA

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: DANIEL ORTIZ PLATA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

A mi esposa Diana, mi hijo Kevin y a la familia de la cual provengo. Fuente y destino de mi inspiración y amor.

Aprender a percibir la naturaleza, darnos cuenta que somos parte de ella, mas que eso, que somos ella misma solo que expresada en su capa mas sublime, su conciencia; permitirá reconciliarnos de manera permanente en cada uno de los estadios de nuestra vida.

Marlon Soto

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La Gerencia de la Refinería de Cartagena de ECOPETROL S.A., en especial a las dependencias de Confiabilidad Operacional y HSE por su apoyo y mente abierta manifestada en el desarrollo del presente trabajo.

Daniel Ortiz, Ingeniero Mecánico de ECOPETROL S.A., por sus valiosos aportes como Director de la presente Monografía.

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>1. REFERENCIAS Y RESEÑA HISTORICA DE LA METODOLOGIA</u>	3
1.1 <u>DESARROLLO DE LA METODOLOGIA EN OTRAS INDUSTRIAS</u>	3
1.2 <u>COMO SE MANEJABA EN NUESTRA REFINERIA</u>	4
1.3 <u>PLATAFORMAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS ANTERIORMENTE</u>	6
1.4 <u>QUE MIEMBROS Y QUE NIVELES DE LA ORGANIZACION LO UTILIZAN</u>	7
1.5 <u>METODOLOGIAS, HERRAMIENTAS Y SISTEMAS EXISTENTES</u>	7
<u>2. MODELO PARA LA GESTION DE LA CONFIABILIDAD Y EL RIESGO</u>	10
2.1 <u>CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONFIABILIDAD OPERACIONAL</u>	10
2.2 <u>ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO</u>	10
2.3 <u>OPTIMIZACION DEL VOLUMEN DE TRABAJO</u>	13
2.4 <u>INDICADORES PARA MEDIR EL DESEMPEÑO</u>	13
2.5 <u>MATRIZ PARA LA VALORACION DEL RIESGO (MVR)</u>	13
2.6 <u>VENTANAS DE INTEGRIDAD OPERATIVA (VIO)</u>	16
2.7 <u>CONFIABILIDAD HUMANA</u>	16
2.8 <u>SISTEMA PARA GERENCIAR EL RIESGO Y LA CONFIABILIDAD</u>	16
<u>3. ENFOQUE DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL</u>	18
3.1 <u>RELACION ENTRE LA SALUD Y EL TRABAJO</u>	18
3.2 <u>LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS CONDICIONES DE TRABAJO</u>	19
3.3 <u>AREAS DE LA SALUD OCUPACIONAL</u>	21
3.4 <u>RIESGO OCUPACIONAL</u>	22
3.5 <u>CRITERIOS EN LA VALORACION DE LOS RIESGOS OCUPACIONALES</u>	23
3.6 <u>CONSECUENCIAS DE RIESGOS OCUPACIONALES NO TRAUMATICOS</u>	23
3.7 <u>CONSECUENCIAS DE RIESGOS TRAUMATICOS</u>	24
3.8 <u>CAUSAS DE LOS ACCIDENTES</u>	25
3.9 <u>FACTORES CAUSALES HUMANOS Y TECNICOS</u>	26

3.10	<u>INVESTIGACION DE ACCIDENTES DE TRABAJO</u>	28
4.	<u>CONTEXTO PARA LA ELIMINACION DE DEFECTOS</u>	31
4.1	<u>BUSQUEDA DE LA EXCELENCIA ORGANIZACIONAL</u>	31
4.2	<u>CUATRO PATRONES BASICOS DEL PENSAMIENTO</u>	32
4.3	<u>TRINIDAD DE LA CALIDAD Y LA COMPETITIVIDAD</u>	33
4.4	<u>LO QUE SE PERSIGUE CON LA ELIMINACION DE DEFECTOS</u>	36
4.5	<u>MOLDEANDO EL FUTURO CON BASE EN LA EXPERIENCIA</u>	36
4.6	<u>EL DEFECTO ESTA INHERENTE EN LO QUE SE HACE</u>	38
4.7	<u>PROBLEMAS POTENCIALES, INCIDENTES Y MALOS ACTORES</u>	40
4.8	<u>ALREDEDOR DEL EVENTO LIMITE</u>	42
4.9	<u>DIFERENCIA ENTRE SINTOMAS, EVIDENCIAS Y CAUSAS</u>	43
4.10	<u>OTROS ELEMENTOS PARA COMPRENDER LA ESTRATEGIA</u>	45
5.	<u>METODOLOGIA DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ</u>	50
5.1	<u>GENERALIDADES DEL ANALISIS DE CAUSA RAIZ (ACR)</u>	50
5.2	<u>FASES Y ETAPAS APLICADOS EN LA METODOLOGIA</u>	50
5.3	<u>FASE I REGISTRO DE INCIDENTES</u>	52
5.4	<u>FASE II ANALISIS DEL PROBLEMA</u>	56
5.5	<u>FASE III ANALISIS DE CAUSA RAIZ (ACR)</u>	59
5.6	<u>FASE IV DESARROLLO DE LA SOLUCION</u>	64
5.7	<u>SINTESIS DE LAS METODOLOGIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL ACR</u>	69
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	71
	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	73
	<u>ANEXOS</u>	75
	<u>ANEXO A. METODOLOGIA PROACT</u>	<u>76</u>
	<u>ANEXO B. INSTRUCTIVO. REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES</u>	<u>78</u>
	<u>ANEXO C. INSTRUCTIVO. INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (ACR)</u>	<u>89</u>
	<u>ANEXO D. INSTRUCTIVO. IDENTIFICACION Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES</u>	<u>100</u>
	<u>ANEXO E. CARTA NAVEGACION ELIMINACION DE DEFECTOS</u>	<u>106</u>
	<u>ANEXO F. PLANTILLA PARA EL INFORME DEL ACR</u>	<u>108</u>
	<u>ANEXO G. INFORME DE UN CASO DE LA REFINERIA DE CARTAGENA</u>	<u>110</u>

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Determinación y Ordenamiento de Causas	29
Tabla 2. Modelo para el Informe de Investigación de un Accidente de Trabajo	30
Tabla 3. Metodología para Aplicar el Análisis de Causa Raíz (ACR)	52
Tabla 4. Ejemplo para el Registro de Incidentes	54
Tabla 5. Interpretación de los Resultados	56
Tabla 6. Modelo de Qué Es y Qué No Es (Que Hay Distinto – Qué Cambió)	58
Tabla 7. Formato para Organizar y Priorizar los Criterios	66
Tabla 8. Matriz de Herramientas contra Etapa de la Metodología ACR	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<u>Figura 1. Procedimiento de Análisis de Falla, Entradas y Macro Actividades</u>	4
<u>Figura 2. Procedimiento para Análisis de Problemas y Soluciones (anterior)</u>	6
<u>Figura 3. Modelo para el Análisis de Falla (Gestión IMC)</u>	7
<u>Figura 4. Contexto de la Confiabilidad Operacional</u>	11
<u>Figura 5. Enfoque Holístico del Mantenimiento</u>	11
<u>Figura 6. Proceso para la Eliminación de Defectos</u>	12
<u>Figura 7. Estrategias para Optimizar el Volumen de Trabajo</u>	14
<u>Figura 8. La Pirámide de Indicadores Claves de Desempeño (ICD's)</u>	14
<u>Figura 9. Matriz para Valoración de Riesgos (MVR) Aplicada en OT's</u>	15
<u>Figura 10. Ventanas de Integridad Operativa (VIO)</u>	15
<u>Figura 11. Elementos para la Confiabilidad Humana</u>	17
<u>Figura 12. Sistema para el Gerenciamiento de la Confiabilidad y el Riesgo</u>	17
<u>Figura 13. Condiciones del Trabajo</u>	19
<u>Figura 14. Areas y Técnicas de la Salud Ocupacional</u>	21
<u>Figura 15. Grado de Peligrosidad (Cuantificación del Riesgo)</u>	23
<u>Figura 16. Cadena del Accidente, Investigación, Prevención y Mitigación</u>	25
<u>Figura 17. Esquema de la Conducta Humana Defensiva ante el Peligro</u>	27
<u>Figura 18. Búsqueda Sistemática y Ordenamiento de Causas</u>	30
<u>Figura 19. Trinidad para el Logro de la Competitividad</u>	35
<u>Figura 20. Diagrama de Tiempo Vs. Hechos / Actividades</u>	37
<u>Figura 21. Manifestación de los defectos</u>	39
<u>Figura 22. El Defecto está presente en el Ciclo de Vida de los Equipos</u>	39

<u>Figura 23. Identificando los ladrillos para entender la estrategia</u>	41
<u>Figura 24. Diagrama del Corbatín, Alrededor del Evento Límite</u>	43
<u>Figura 25. Iceberg de los Síntomas, Evidencias y Causas</u>	44
<u>Figura 26. Análisis, Síntesis y Sinergia</u>	45
<u>Figura 27. Diferentes Tipos de Herramientas Físicas.</u>	46
<u>Figura 28. Significado del Tiempo Medio Entre Reparaciones (TMER)</u>	46
<u>Figura 29. SICAM para Administración de los Activos.</u>	47
<u>Figura 30. Defecto y No Conformidad</u>	47
<u>Figura 31. Definición General del Riesgo</u>	48
<u>Figura 32. Accidente, Plataforma Piper Alpha (Mar del Norte – Julio de 1988)</u>	48
<u>Figura 33. Fallas Recurrentes. Equipo Mal Actor (Refinería de C/gena 2003)</u>	49
<u>Figura 34. Tipo de Reparación</u>	49
<u>Figura 35. Impacto de la Estrategia para la Eliminación de Defectos</u>	51
<u>Figura 36. Lo que no es el Análisis de Causa Raíz</u>	51
<u>Figura 37. Matriz para la Valoración de Riesgos (MVR) de los Incidentes.</u>	55
<u>Figura 38. Herramientas para la Identificación del Problema.</u>	58
<u>Figura 39. Herramientas Utilizadas para la Descripción del Problema</u>	59
<u>Figura 40. Nivel de Profundidad Práctico de las Causas</u>	60
<u>Figura 41. Herramientas para Determinar las Causas Posibles</u>	61
<u>Figura 42. Herramientas para Determinar Causas Posibles Clasificadas</u>	62
<u>Figura 43. Lógica para la validación de Datos</u>	63
<u>Figura 44. Lógica para Verificar la Causa Raíz</u>	64
<u>Figura 45. Galería de de Ideas para Alternativas de Solución</u>	68
<u>Figura 46. Modelo Integrado de la Estrategia para Eliminación de Defectos</u>	70

RESUMEN

TITULO: ESTRATEGIA PARA ELIMINACION DE DEFECTOS COMO ELEMENTO BASICO DEL GERENCIAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD*

AUTOR: MARLON FREDY SOTO URBINA**

PALABRAS CLAVES:

Confiabilidad, Eliminación de Defectos, Análisis de Causa Raíz, Análisis de Problemas y Desarrollo de Soluciones.

DESCRIPCION O CONTENIDO

En esta monografía se desarrolla un modelo gerencial que servirá de plataforma fundamental al mejoramiento de la confiabilidad integral de los diferentes procesos que se encuentran en nuestra industria. En cualquier organización existen situaciones que impactan desfavorablemente a su negocio y que en ocasiones vuelven a repetirse, sin que se les dé o se les haya dado un espacio adecuado para su comprensión y acción.

A estas eventualidades no deseadas, se les debe aplicar una estrategia que permita realizar una gestión estructurada, que se encamine a identificar su naturaleza, se entienda en todas sus dimensiones, para que así se les pueda plantear alternativas de solución consistentes con los elementos o entidades involucradas. Cumplida la fase anterior, no se debe estar conforme, sino que la gestión deberá ir hasta la misma implementación de las alternativas de solución encontradas, y así observar de manera cuidadosa durante un tiempo prudencial, si lo implementado satisfizo realmente las expectativas; de ser esto cierto, el paso final es que la organización interiorice esta experiencia y de esta manera el círculo de aprendizaje se cierre de tal manera que se pueda capitalizar en ese y otros escenarios.

A esa estrategia se le ha denominado Eliminación de Defectos, la cual comprende varias etapas, una es la del registro de los incidentes, otra la del análisis y comprensión del problema o problemas, una próxima etapa ayudará en la identificación de las causas raíces que ocasionan ese problema, otras posteriores buscarán el planteamiento de soluciones, su implementación, seguimiento y medición de la efectividad de lo implementado. Y habrá una última que buscará hilvanar todas las etapas anteriores para que el aprendizaje y mejoramiento continuo se de en la organización coherentemente.

Todo este modelo está siendo desarrollado y aplicado en la actualidad, en la Refinería de Cartagena (ECOPETROL S. A.)

*Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Daniel Ortiz Plata, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: DEFECT ELIMINATION STRATEGY AS A BASIC ELEMENT OF THE RELIABILITY MANAGEMENT.

AUTHOR: Marlon Fredy Soto Urbina

KEY TERMS:

Reliability, Defect Elimination, Root Cause Analysis, Analysis of the Problem and Development of the Solution.

SUBJECT OF DESCRIPTION

This monograph introduces a management model that works as a key platform for the integral reliability improvement of the different processes within the industry. Any organization goes through situations that have a negative impact on its business. Sometimes these situations take place over and over again, and no actions are implemented neither scenarios provided to understand and solve them out.

These undesirable events require a strategy that will allow a structured management to identify their nature, and to understand the dimension of the issues so that the organization may provide effective recommendations involving all their elements. Completion of this stage is not enough. The management shall go beyond the recommendations to the implementation of the solutions suggested and then carefully observe the process during certain period of time to determine if the implementation complied with the expectations. The final stage would then try to raise awareness throughout the organization about this experience so that the learning cycle is closed and everyone can profit from this and any other learning experience.

This is the so-called “Defect Elimination Strategy” and it involves several phases: Incident recording, analysis and understanding of the problem(s), identification of the root cause(s), then the development of solutions, implementation, follow-up, measurement and assessment of the effectiveness of the implementation itself. The final stage will intend to string together all the previous phases to promote coherent learning and improvement within the organization.

This model is being developed and implemented in the Cartagena Refinery (ECOPETROL S.A.) at the present time.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: Daniel Ortiz Plata, Mechanical Engineer.

INTRODUCCION

Desde que éramos cazadores recolectores hasta nuestra compleja sociedad actual, desde la invención de la rueda hasta la revolución industrial, desde la época de la imprenta hasta la era de la informática, desde que el sueño de volar se volvió realidad y hoy por hoy no solo eso se quiere, sino que también se quiere dar saltos gigantescos hacia las estrellas, todas estas cosas que han pasado y las que están sucediendo, sabemos han sido producto del deseo y conocimiento humano. Esta criatura, que somos nosotros mismos, con inteligencia, emociones, pretensiones y un sin número de cualidades y virtudes ha logrado todas estas maravillas y habrán muchas mas por imaginar y lograr; sin embargo no se debe olvidar que se es parte de un universo imperfecto y que por lo tanto también la imperfección es una característica que se posee, es decir que cualquier cosa que se piense, se diga o se haga, lleva implícito un halo de imperfección.

El defecto, término que conocemos alrededor de este significado, está inherente en nuestras acciones y decisiones y en muchas ocasiones cuando lo identificamos a tiempo lo podemos evitar o administrar, sin embargo nuestra rigurosidad no es infalible y este se materializa en cualquier estancia de las cosas que hacemos o hemos hecho, ocasionando desde las pérdidas pequeñas y manejables hasta las grandes catástrofes y tragedias que dejan enormes pérdidas materiales y humanas, pero que además dejan muy maltratado nuestro orgullo y arrogancia. Ser concientes de estas cosas nos ayudará a plantearnos la búsqueda de nuevas herramientas y metodologías para prever el riesgo y administrarlo evitando así que se materialice; pero que si de todas maneras un riesgo potencial aparece y desencadena la ocurrencia de uno o mas eventos no deseados, debemos poder encontrar la manera de identificar las causas que lo ocasionaron para evitar que esta situación vuelva a ocurrir. Evitar y/o prevenir que un evento no deseado nuevamente se presente, es el concepto que la presente monografía quiere plantear.

De otro lado pero bajo el mismo contexto y como consecuencia del ambiente globalizado, se sabe que la confiabilidad es vista hoy en día como una de las gestiones de la empresa que está buscando permanentemente oportunidades en toda la infraestructura de una organización, es por esto que se genera la necesidad de contar con elementos de gestión que permitan interactuar de una manera efectiva en los escenarios de alta competencia comunes en todas las disciplinas actuales. A medida que estas oportunidades toman forma, se postulan y se desarrollan estrategias y modelos que le permitan al negocio manejado un

crecimiento integral y sostenido. Con esto en mente la organización se percatará que nuevas alternativas aplicadas consistentemente ayudarán a plantear soluciones para los diversos problemas que ocasionan las pérdidas y los bajos índices de productividad en un determinado proceso.

También se sabe que todos los procesos industriales, tales como técnicos, de ingeniería, administrativos, de desarrollo humano, organizacionales e incluso los sociales, son parte de un todo, y que como un todo que son, se entrelazan de múltiples maneras lo que ocasiona una influencia intrínseca y/o extrínseca de manera permanente; por consiguiente las diferentes disciplinas y especialidades, inmersas en el conocimiento de las personas que hacen parte de una organización, de igual forma y por el solo hecho de estudiarlas, desarrollarlas y aplicarlas, también resultan involucradas en todo el contexto. De esta manera se pretende decir que el modelo exige que en las diferentes fases de desarrollo se involucre consistentemente todas las especialidades que tengan lugar en un caso, para que de una manera ordenada, precisa y objetiva el resultado obtenido sea acorde con las premisas y objetivos que el negocio persigue.

La Eliminación de Defectos se constituye como una estrategia poderosa para el control de costos, ya que se enfoca en el mejoramiento integral (la operación, el mantenimiento, la seguridad industrial, la salud y el ambiente, los nuevos proyectos, etc.) de la empresa, cuyo principal objetivo es alcanzar procesos más productivos y eficientes. Este modelo, que forma parte de una estrategia enfocada hacia la confiabilidad integral pretende crear conciencia, involucrar, comprometer y responsabilizar de manera organizada a las personas que diseñan, rediseñan, montan, mantienen y operan equipos e instalaciones, para que puedan identificar, categorizar y priorizar incidentes y malos actores (equipos problema) que se presentan en la mayoría de nuestras plantas industriales.

Finalmente esta monografía presenta un modelo gerencial que sirve de plataforma inicial para el mejoramiento de la confiabilidad de los diferentes procesos que se encuentran en la Refinería de Cartagena. En capítulo 1, se comienza con la revisión de los muchos intentos que se han hecho en los diferentes escenarios a través del tiempo, por tener un proceso estructurado y vigente; en el capítulo 2, se mira a los conceptos de la confiabilidad y el riesgo de manera integral, como una especie de éter que envuelve y está inmerso en cada una de las acciones y decisiones que se tienen en la organización y no como una cifra de referencia. En el capítulo 3, la salud ocupacional y la seguridad industrial son tenidas en cuenta también, puesto que desde ese punto de vista se han desarrollado metodologías que no solo aplican a la estrategia, sino que son parte fundamental del proceso. Los capítulos finales (4 y 5) comprenden el enfoque de la estrategia, allí se contemplan todos los elementos que permiten que un modelo como este, pueda engranar de manera coherente aplicando las herramientas y métodos existentes.

1. REFERENCIAS Y RESEÑA HISTORICA DE LA METODOLOGIA

1.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGIA EN OTRAS INDUSTRIAS

Muy pocas empresas en el país tienen en su gestión un proceso o un modelo estructurado para análisis de fallas e implementación de soluciones efectivas a sus problemas. En el sector de la manufactura y de procesos no continuos (metalmecánica, papelería, producción de cerámicas, etc.), algunas han llegado a implementar o a desarrollar sus propios modelos con algún éxito. Algunas han aplicado los pasos concernientes a la identificación, el análisis, determinación de soluciones e implementación de las mismas. En todas las situaciones observadas, ellas han sido lideradas por la gestión de mantenimiento con sus procesos de mejoramiento de confiabilidad y las dependencias de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Es por esto que los modelos observados en estas empresas, están muy interrelacionados con las herramientas y metodologías aplicadas en estas disciplinas. Los sistemas de información con su unidad fundamental que es la Orden de Trabajo (OT) y encadenada por medio de todo el proceso de gestión propio, permiten que desde las dependencias de mantenimiento se lideren estos modelos de análisis de falla y sus soluciones en muchas industrias conocidas. Desde Seguridad industrial el proceso ha sido manejado con la Investigación de Accidentes.

Dentro de lo observado en las herramientas y metodologías para los modelos típicos, se aplican otros modelos complementarios como el FMECA (Failure Mode Effect Criticality Análisis o Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad), [Círculos de la Calidad](#)¹ PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), Arbol de Causa y Efecto, Lluvia de Ideas, Análisis Estadístico, Pareto, etc. permitiendo así adoptar una o todas de acuerdo con la situación que se está desarrollando. Desde la óptica de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, el registro y la investigación de accidentes e incidentes es la metodología comúnmente usada.

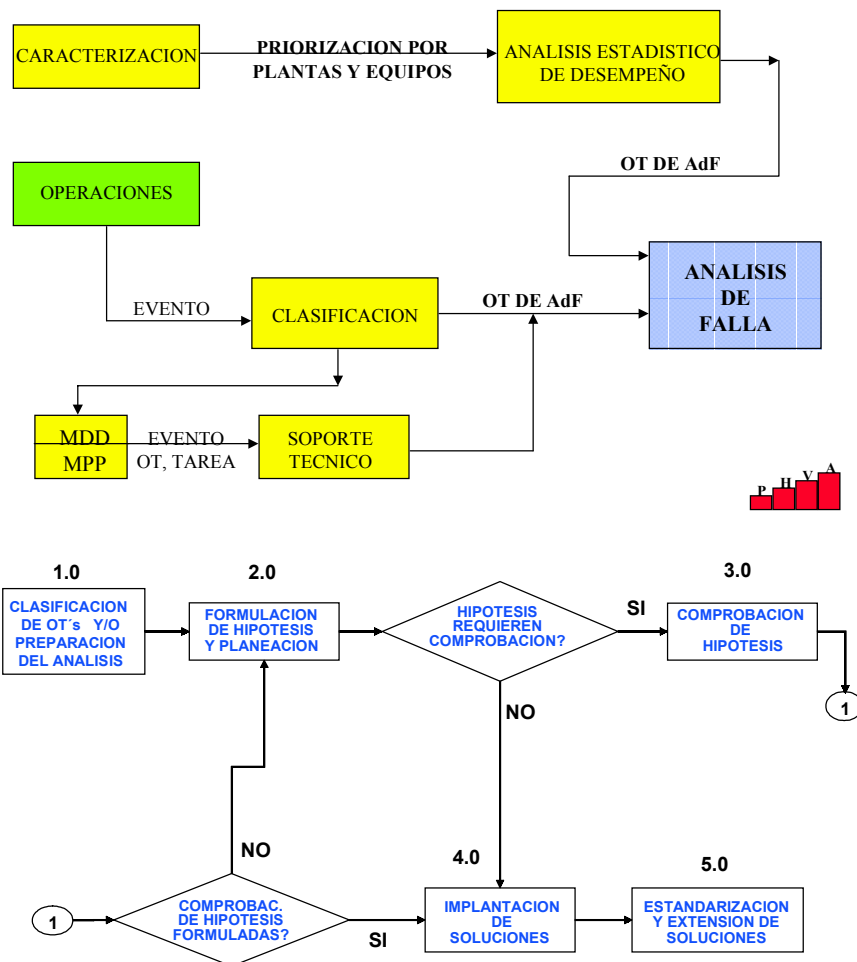
Hoy en día también existen compañías de servicios que desarrollan y suministran modelos con este enfoque. Entre estas se encuentran Apollo Associated Services, Inc., la metodología PROACT de RCI (ver Anexo 1) y otras que están en el mercado, permiten a cualquier industria en donde no haya sido posible tener su modelo propio o adaptado, adoptarlas apropiadamente.

1. Edward W. Deming. El círculo en inglés, PDSA - PDCA, de Plan, Do, Study - Check, Act.

1.2 COMO SE MANEJABA EN NUESTRA REFINERIA

Dentro de los procesos de gestión con que la Refinería de Cartagena contaba, se tenía implementado el “Procedimiento para el Análisis de Falla”, la cual fue vigente hasta Junio de 2001; después de mejoras insertadas en el procedimiento y con algunas reestructuraciones de la organización ocurridas en ese período, se actualizó y mejoró el documento, quedando como “Procedimiento para Análisis de Problemas y Aplicación de Acciones Correctivas y Preventivas”, su vigencia permaneció hasta Octubre del 2002.

Figura 1. Procedimiento de Análisis de Falla, Entradas y Macro Actividades



NOTA
EL CUADRO DE DECISION SOBRE LA COMPROBACION DE HIPOTESIS HACE PARTE DE LA ACTIVIDAD 2.0 . EN ESTE DIAGRAMA SE UBICO POR FUERA PARA INDICAR QUE EL PROCESO PUEDE TENER SALIDA DESDE ESTE PUNTO DIRECTAMENTE HACIA LA IMPLANTACION DE SOLUCIONES.

El primer modelo aunque tenía un algoritmo que permitía de manera lógica inmiscuirse en el proceso de gestión, ver Figura 1, no permitía que éste fluyera de manera coherente por los niveles y disciplinas de la organización, por que solo se quedaba en eso un algoritmo y las causas de fallas eran tan solo interpretadas como la deficiencia de un factor físico, sin involucrar las interfaces en donde se toman las decisiones y mucho menos el aseguramiento de la gestión. Muchas fallas con este método fueron diagnosticadas, elaborados los siguientes pasos de gestión y planeadas e implementadas sus recomendaciones, sin embargo a pesar de que el problema era corregido temporalmente, volvía a presentarse nuevamente, puesto que solo se solucionaban los síntomas y no las causas verdaderas. El problema realmente no era abordado de forma integral.

La versión siguiente, ver Figura 2, mejoró ya que no solo buscó involucrar a las personas que hacían parte del problema o los que lo percibían de manera inmediata, como el personal de operaciones en las plantas industriales, sino aquellas otras personas que hacen parte de la organización en áreas de ingeniería, mantenimiento, confiabilidad y procesos de calidad, seguridad industrial, salud ocupacional y ambiente. El modelo permitía abrir y cerrar el círculo PHVA, se utilizaban todas herramientas de medición y gestión para detectar un problema o condición que no estuviese dentro de parámetros. Se establecía la dimensión del problema para asegurar si se justificaba analizarlo. De justificarse, se procedía de manera ordenada en la identificación de las causas, elaborándose un informe ejecutivo con todos los elementos y planes de acción para ser implementadas, con su posterior verificación.

La deficiencia observada en este modelo dejaba ver claramente que la responsabilidad de decidir si se hacía análisis a un determinado problema o no, recaía en una o dos personas y no de manera sistemática y unificada con base en el impacto de lo sucedido; las consecuencias del impacto tan solo se conocían de manera cualitativa y no cuantitativa, se tenía un registro en el Sistema de Información de Mantenimiento para los eventos o incidentes ocurridos, sin embargo muy pocas personas lo utilizaban para el registro y muchas menos para el análisis y priorización. En la elaboración de los informes finales, se notaban deficiencias en la determinación integral de las causas, muchas tenían una descripción muy ambigua, lo cual no permitía estructurarse una recomendación o plan de acción concreto para eliminar las causas del problema. Por lo anterior muchos problemas volvían a presentarse, por que no eran bien comprendidos. También se observó algunas falencias para hacer gestión a las acciones recomendadas y en la revisión de su efectividad y aseguramiento del aprendizaje. Todos estos hallazgos en muchas ocasiones creaban apatía a continuar con la metodología, pues a pesar de su imperfección esta requería disciplina en su aplicación para que los resultados fueran consistentes con lo presupuestado.

Figura 2. Procedimiento para Análisis de Problemas y Soluciones (anterior)

PHVA	DIAGRAMA DE FLUJO	FASE	OBJETIVO
P	1	Identificación y selección del problema	Definir claramente el problema y reconocer su importancia.
	2	Observación del problema	Investigar las características específicas del problema.
	3	Análisis del problema	Descubrir las causas básicas.
	4	Plan de acción	Concebir un plan para bloquear las causas básicas.
H	5	Ejecución del plan	Bloquear las causas básicas.
V	6	Verificación de la solución ejecutada	Verificar la efectividad del bloqueo.
	7	¿Está correcta la verificación?	Retroalimentar a la organización sobre la efectividad de las soluciones implementadas.
A	8	Normalización de la solución verificada	Establecer la solución hallada como disposición de la Empresa que impedirá la aparición del problema tratado.
	9	Conclusión del proceso	Recapitular todo el proceso para facilitar otros trabajos.

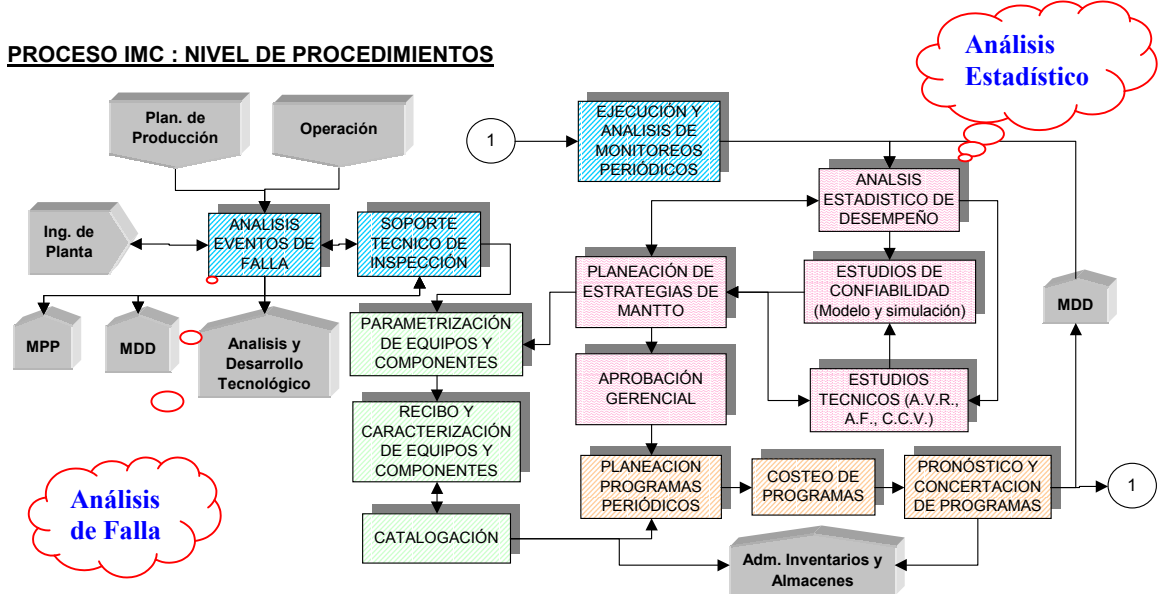
Aunque el segundo modelo era liderado por las dependencias de Confiabilidad y HSE (de las siglas en inglés, Health, Safety and Environment), en general los dos modelos, eran conocidos por muy pocas personas y los roles y responsabilidades de los involucrados, no tenía la divulgación adecuada para que fuese conocido de forma completa en la organización. Esto afectaba el resultado final de la gestión que se tenía hasta ese momento.

1.3 PLATAFORMAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS ANTERIORMENTE

La gestión de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad (IMC) de la Refinería de Cartagena como en otras industrias ha sido la encargada de administrar el modelo de análisis de falla y solución de problemas, es por esto que el proceso contemplado anteriormente estaba estructurado de acuerdo con elementos diseñados desde la óptica de mantenimiento y se utilizaba el sistema de información como fuente y soporte de este proceso.

Figura 3. Modelo para el Análisis de Falla (Gestión IMC)

PROCESO IMC : NIVEL DE PROCEDIMIENTOS



Sin entrar a profundizar en cada uno de los módulos de este proceso, se nota en la Figura 3, como encaja el modelo de análisis de falla dentro del marco de mantenimiento y confiabilidad, sirviendo de eslabonamiento entre el plan de producción, incluyendo la operación y los subprocesos aguas abajo de Mantenimiento Día a Día (MDD), Mantenimiento con Parada de Planta (MPP) y Análisis y Desarrollo Tecnológico.

1.4 QUE MIEMBROS Y QUE NIVELES DE LA ORGANIZACION LO UTILIZAN

De acuerdo con el proceso establecido el programa tan solo llegaba a nivel de ingenieros de contacto, confiabilidad y mantenimiento y en algunas ocasiones a los jefes y supervisores de planta. El hecho de ser administrado y evaluado desde un solo escenario, el de mantenimiento y grupo de confiabilidad, hacía que en muchas ocasiones los ejercicios realizados para un análisis de falla cualquiera, no fuese aceptado integralmente y como consecuencia, las soluciones no se pudiesen implementar de forma eficaz.

1.5 METODOLOGIAS, HERRAMIENTAS Y SISTEMAS EXISTENTES

Hoy en día existen numerosas herramientas y metodologías para abordar las fallas crónicas, los incidentes y accidentes de gran impacto y los numerosos problemas que existen en la organización. Muchas organizaciones y empresas que ofrecen estos servicios han utilizado las siguientes herramientas y metodologías:

- **Análisis de Falla:** Es la metodología más utilizada en muchas organizaciones y se concentra solo en el nivel físico del problema. Se utiliza bastante en fallas de equipos y plantas e involucra muchas disciplinas especializadas (inspección, análisis metalmecánica, ensayos de laboratorio, etc.).
- **FMECA:** De las siglas en inglés Failure Mode Effect Criticality Analysis o Análisis de Modo de Falla, su Efecto y Criticidad. Es una técnica muy utilizada para el desarrollo de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y utiliza el análisis de los bloques funcionales para conocer la planta y equipos integralmente. Es una técnica un poco dispendiosa
- **Análisis de Problemas y Toma de Decisiones:** Más que una, es un conjunto de metodologías que busca involucrar no solo el nivel físico del problema, sino que también contempla la interacción de elementos complementarios. Es muy aplicada en niveles en los que los miembros de una organización toman decisiones para determinar sistemáticamente todas las posibles causas del problema y elaborar de manera sinérgica (grupal) las soluciones. También es muy utilizada para el desarrollo e implantación de procesos racionales de administración.
- **Reporte e Investigación de incidentes:** Le da mucho crédito a una buena base histórica de información de incidentes para abordar el problema desde el principio y para analizar los de mayor impacto primero. Es muy utilizada en análisis de accidentes en HSE.
- **Análisis de Causa Raíz (ACR):** Es de las metodologías mas completas pues utiliza un conjunto de herramientas que permite abordar cualquier tipo de problema e indaga sistemáticamente todas sus capas, para abordarlo, entenderlo y explicarlo. Se concentra en los datos y hechos y no en las presunciones o supuestos. Las soluciones son elaboradas para eliminar la causa raíz y son presentadas de manera estructurada para que sean factibles económicamente en su desarrollo.
- **Herramientas y Técnicas para la Solución Básica de Problemas:** Las técnicas y herramientas utilizadas van desde las usadas comúnmente en estadística, así como también la desarrollada para establecer un pensamiento ordenado. Las mas utilizadas son, Lluvia de Ideas, Histogramas, Diagramas de Relación, Arbol de Causa y Efecto, Tendencias, Que es - no es y Cartas de Registro.
- **Técnicas de Análisis Sistemático de Causas (TASC):** Es un conjunto de técnicas enfocadas hacia las necesidades del sistema y que aplicadas paso a paso, permiten obtener las causas inmediatas y básicas (raíz) de

accidentes e incidentes que ocasionan pérdidas. Su enfoque principal está en el control administrativo de pérdidas.

- **Investigación de Accidentes de Trabajo:** Es una metodología ordenada y objetiva para investigar los accidentes de trabajo, es muy utilizada por los líderes de salud ocupacional y seguridad industrial. Igual que las demás utiliza el método científico para determinar las causas de un accidente y desarrollar las recomendaciones que lo prevengan o eviten en el futuro.
- **Plataformas Informáticas:** Las diferentes técnicas y herramientas utilizadas requieren de herramientas informáticas tan sofisticadas como sistemas hayan en el mercado, en realidad la mas sencilla de todas es la hoja de papel y el lápiz. Sin embargo hoy en día se pueden construir desde la hoja electrónica para el registro de incidentes en Excel (Microsoft), o software como el Visio para desarrollar los diagramas de causa y efecto. Lo importante es utilizar la que mas convenga a la organización de acuerdo con su complejidad.

Todas las metodologías, herramientas y técnicas pueden aplicarse de acuerdo con el problema que se tenga y pueden ser utilizadas de manera complementaria para un caso determinado. Ninguna es absoluta, y cada organización las puede utilizar dependiendo de la situación que tenga. Lo importante es que los problemas sean abordados desde diferentes ópticas, de forma organizada y se desarrollen alternativas que se enfoquen hacia la solución integral del problema.

2. MODELO PARA LA GESTION DE LA CONFIABILIDAD Y EL RIESGO

2.1 CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONFIABILIDAD OPERACIONAL

La operación de una facilidad de producción requiere de procesos de gerenciamiento adecuados. Los sistemas de gestión de Calidad y HSE son probablemente los elementos más conocidos y más comunes en la estructura general; sin embargo las actividades de mantenimiento también deben hacer parte integral y estar alineadas con los demás procesos de gestión.

La identificación de nuevas oportunidades, no solo deben estar orientadas hacia el mejoramiento de los procesos generales de mantenimiento, sino que también deben poder integrarse a otras estrategias que permitan satisfacer las necesidades de producción, como disponibilidad y confiabilidad de planta, optimización de costos y aspectos de seguridad, ambiente y factores humanos. En la Figura 4, se muestra el contexto filosófico que busca lograr la interacción sinérgica de la confiabilidad operacional.

El enfoque de la Confiabilidad Operacional identifica claramente las actividades claves de mantenimiento y confiabilidad, explica las interrelaciones que se dan entre ellas y como pueden ser integradas en todo el proceso de mantenimiento y operaciones. La comprensión de estas interrelaciones es fundamental para el proceso. Permite la optimización de todo el proceso de mantenimiento en lugar de enfocarse en los elementos individuales o aún en actividades únicas.

2.2 ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO

Los pilares fundamentales del proceso de mantenimiento, según lo ilustra la Figura 5, son:

- Confiabilidad e Integridad de Activos,
- Eliminación de Defectos,
- Volumen Optimo de Trabajo
- Eficiencia en la Ejecución.

Figura 4. Contexto de la Confiabilidad Operacional

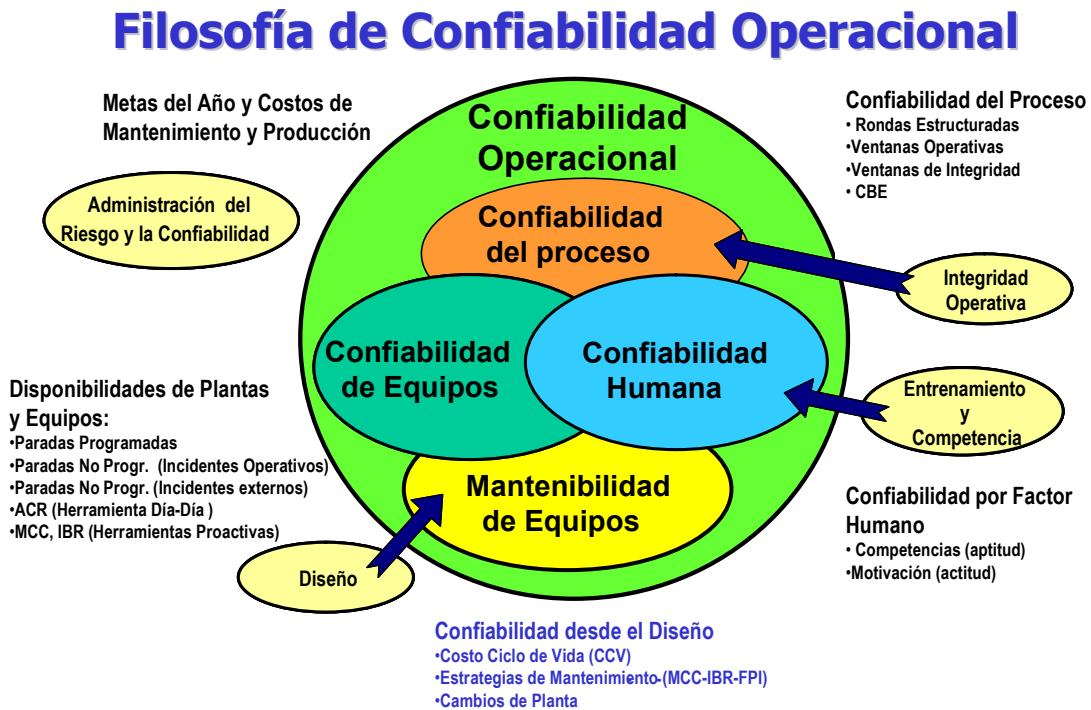
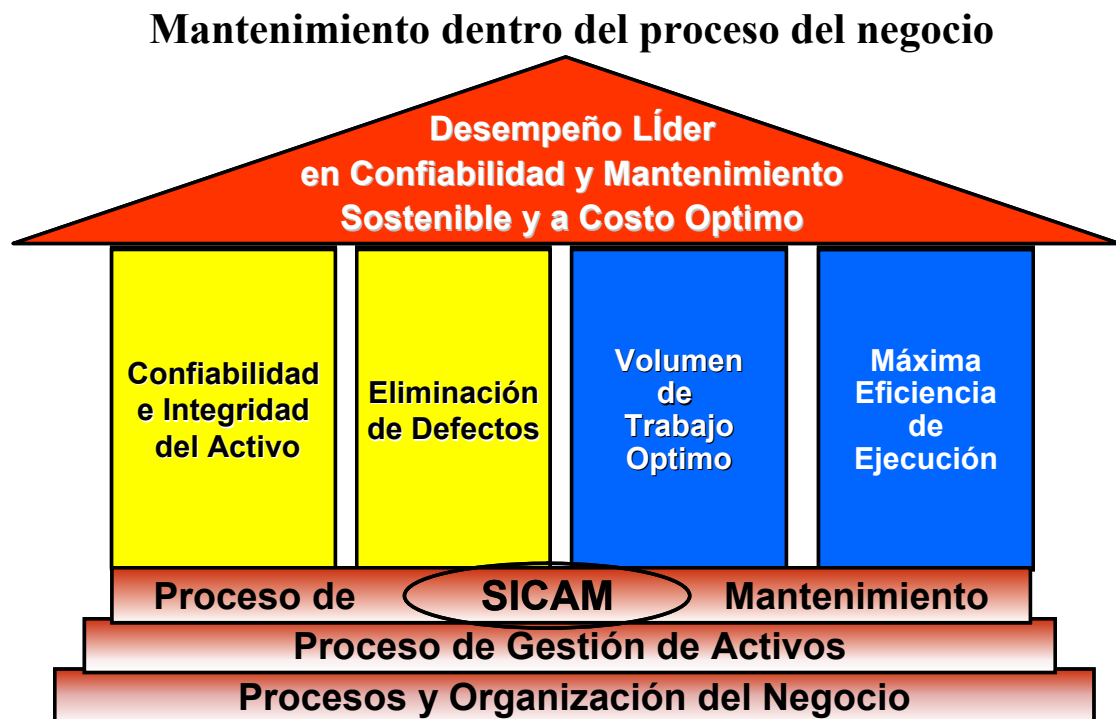


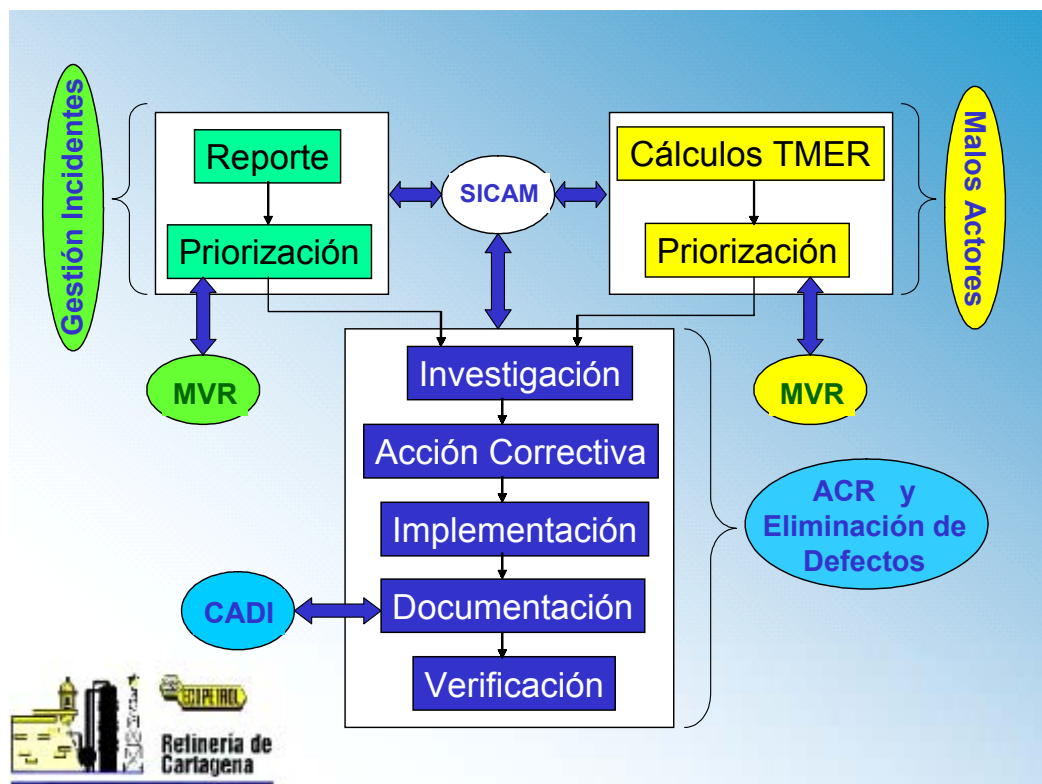
Figura 5. Enfoque Holístico del Mantenimiento



La Gestión de Activos, que incluye la operación, el mantenimiento, el manejo de la confiabilidad y la inspección de plantas y equipos, junto con un Sistema Computarizado e Integrado para Administración del Mantenimiento (MIMS - ELLIPSE) conforma la aplicación efectiva del proceso de mantenimiento y está incluido dentro de la organización de la Refinería de Cartagena.

Para evaluar los costos relacionados con el mantenimiento, es preciso revisar el volumen total de trabajo que consiste en las tareas reactivas y proactivas. También es necesario considerar y analizar las de fallas de equipos y las consecuencias resultantes en términos de costo de reparación y pérdidas de producción.

Figura 6. Proceso para la Eliminación de Defectos



Por hacer parte fundamental de la confiabilidad y el riesgo, se muestra de forma rápida el modelo, sin embargo se dedicará un capítulo completo para profundizar en el asunto. La Figura 6, ilustra la aplicación de un proceso efectivo de eliminación de defectos para los incidentes de gran impacto y los malos actores de las plantas, que sistemáticamente aplicado permite reducir la cantidad de trabajo reactivo. Al mismo tiempo, la eliminación de defectos aumenta la eficiencia de la ejecución debido a la reducción del trabajo de alta prioridad y

mejora el nivel de confiabilidad e integridad como resultado de un número reducido de daños o fallas. El objetivo del proceso es capturar de manera formal los incidentes, identificar los malos actores e investigar y eliminar la causa raíz de los incidentes de mayor y mediano impacto.

2.3 OPTIMIZACION DEL VOLUMEN DE TRABAJO

En la Figura 7, se observa de manera sencilla como están integrados tanto el trabajo reactivo a los que se les implementa los análisis de causa raíz para ir eliminándolo estructuradamente, como el trabajo proactivo, el cual está comprendido por actividades de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), la Inspección Basada en Riesgo (IBR), Monitoreo y Mantenimiento por Condición (MMC) y el Cuidado Básico de Equipos (CBE).

2.4 INDICADORES PARA MEDIR EL DESEMPEÑO

Los planes de acción de Mantenimiento tienen que estar de acuerdo con los objetivos y metas del negocio y se deben tener indicadores que muestren como evoluciona la gestión. En la Figura 8, se puede ver que el punto inicial de la pirámide organizacional son los objetivos de la Refinería, los cuales son enviados en cascada a los diferentes niveles de la misma, incluyendo a las personas. Esto garantiza que cada una de las personas vea y realice su aporte al desempeño de la refinería. Los Indicadores Claves de Desempeño (ICD's) de la Refinería deben ser desarrollados con base en sus objetivos macro y después son enviados en cascada a los diferentes niveles.

2.5 MATRIZ PARA LA VALORACION DEL RIESGO (MVR)

Este tópico también se tocará con mayor profundidad en el capítulo para el desarrollo del modelo para la eliminación de defectos, aquí se toca de manera superficial. Para administrar el riesgo y la confiabilidad, se necesita primero comenzar a medirlos y evaluarlos, es por eso que una herramienta típica para la valoración y clasificación, de situaciones, decisiones e incidentes es la Matriz para Valoración de Riesgos (MVR), la cual permite identificar de manera precisa “Las Amenazas del Negocio”. Como se muestra en la Figura 9, los aspectos como la gente, los activos (parte económica), el ambiente y la imagen son revisados de igual manera contra las consecuencias, para encontrar cual de ellos tiene mayor impacto en el riesgo (situación potencial, incidente sucedido o decisión a tomar) del negocio. Con esta herramienta se tiene claro el concepto económico (cualitativo y cuantitativo) del riesgo en la toma de decisiones en el negocio.

Figura 7. Estrategias para Optimizar el Volumen de Trabajo

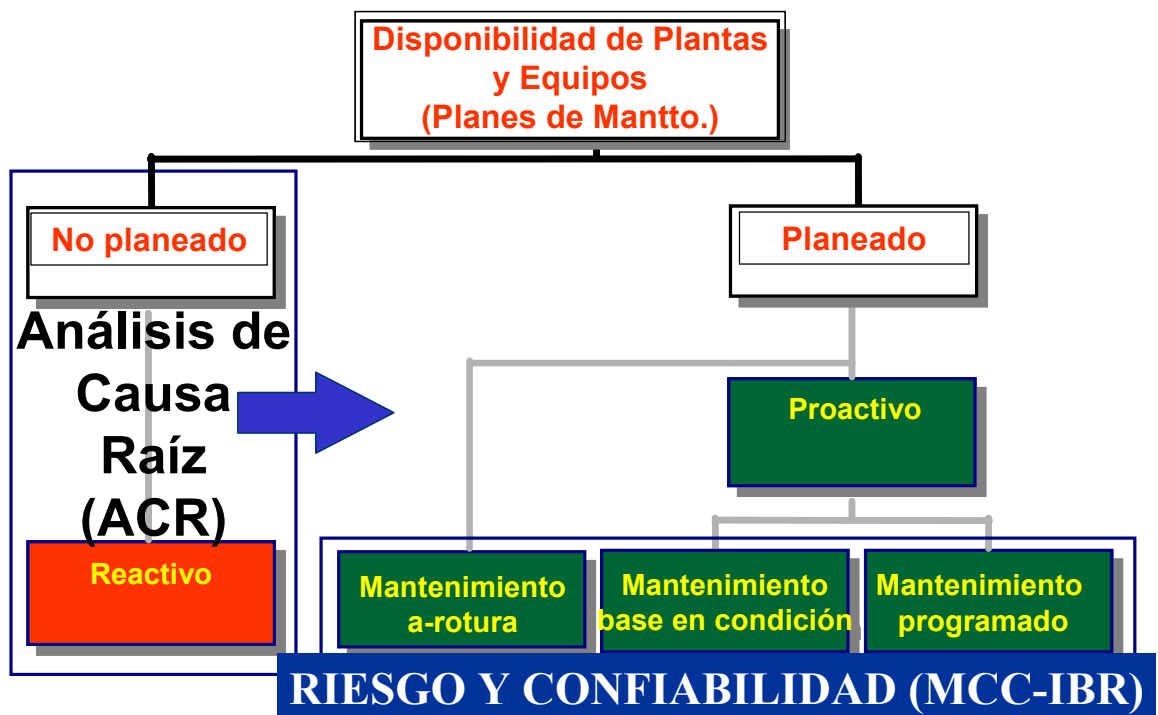


Figura 8. La Pirámide de Indicadores Claves de Desempeño (ICD's)

La Pirámide de Objetivos & ICD's

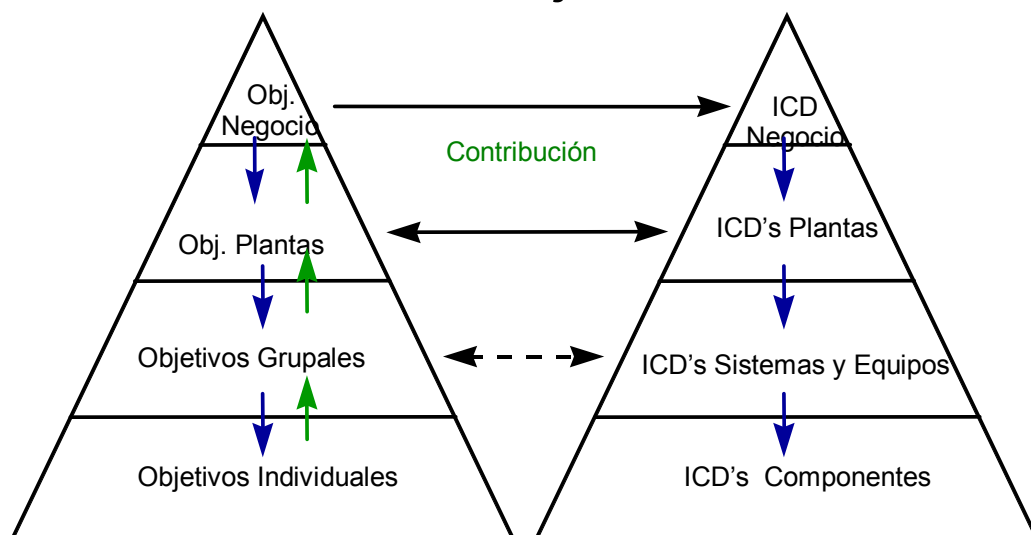


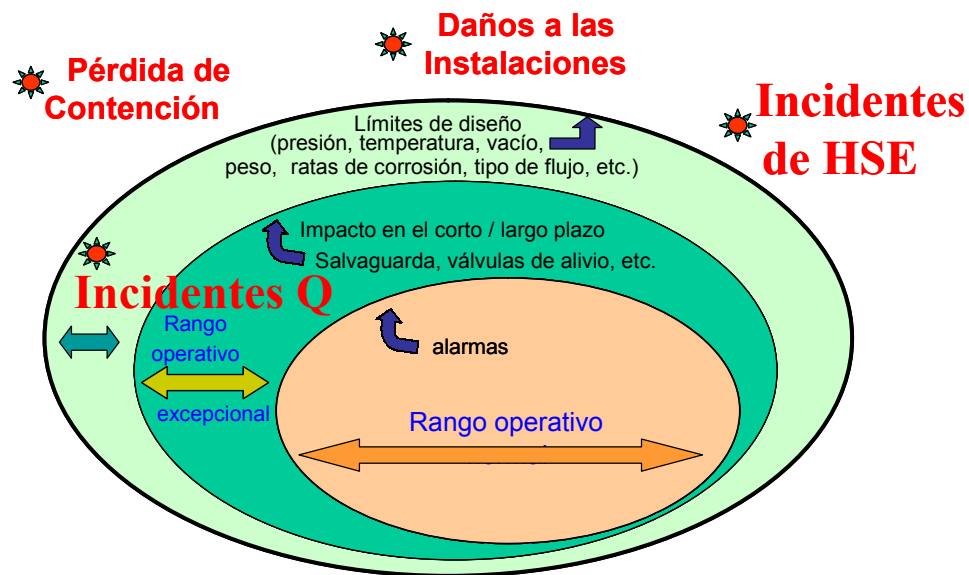
Figura 9. Matriz para Valoración de Riesgos (MVR) Aplicada en OT's

CONSECUENCIAS					ÓRDENES DE TRABAJOS EN MANTENIMIENTO				
					A	B	C	D	E
Personas	Económica *	Ambiental	Imagen de la Empresa		OT para Facilidades de Mantto.	Fallas incipientes, Condición Subestándar, ACR	OT de Mmto Preventivo o Predictivo	OT de Fallas (Implementar Iniciativas)	OT de Fugas o Escapes (productos peligrosos)
Una o mas Fatalidades	Catastrófica o > 10 MUS\$	Masivo	Internacional	5	N	U	E	E	E
Incapacidad Permanente	Grave o 1 a 10 MUS\$	Mayor	Nacional	4	N	U	U	E	E
Incapacidad Temporal >1 día	Severo o 100 K a 1 MUS\$	Localizado	Regional	3	N	N	N	U	E
Lesión Menor (sin incapacidad)	Importante 10 a 100 KUS\$	Menor	Local	2	F	F	N	N	U
Lesión Leve (1ros auxilios)	Marginal < 10 KUS\$	Leve	Interna	1	F	F	N	N	N
Ninguna Lesión	Ningún Costo	Ningún Efecto	Ningún Impacto	0	No se genera OT				

Aumenta el impacto en el negocio	E	Extrema: Ejecución de emergencia o con diferencia cero entre la fecha de generación y la de ejecución. Su terminación dependerá del alcance del trabajo.	Para la evaluación de la prioridad de órdenes de trabajo provenientes de evaluaciones de riesgos potenciales se deberá aplicar la siguiente definición:				
	U	Urgencia: Ejecución Urgente o con diferencia de un día entre la fecha de generación y la de ejecución. Su terminación dependerá del alcance del trabajo.					
	N	Normal: Ejecución Normal o diferencia mínima de 7 días entre la fecha de generación y ejecución. Su duración deberá no ser mayor a 15 días.					
	F	Futura: Ejecución normal pero con inicio de la ejecución mayor a 21 días después de su generación. Su terminación dependerá del alcance del trabajo.					
						RIESGO	PRIORIDAD
						VH	E
						H	E
						M	U
						L	N
						N	F

NOTA (*) Impacto económico cubre tanto las instalaciones como los procesos y productos. Se expresa en Miles de dólares (KU\$) o en millones de dólares (MU\$).

Figura 10. Ventanas de Integridad Operativa (VIO)



2.6 VENTANAS DE INTEGRIDAD OPERATIVA (VIO)

Las Ventanas de Integridad Operativa (VIO's), ver Figura 10, son un sistema en línea o de registro manual de datos para garantizar la integridad de un equipo mediante el monitoreo de las desviaciones de los parámetros del proceso que fueron definidos por la estrategia de inspección original. Ellas proporcionan una alerta anticipada o temprana de las desviaciones de tal manera que se puedan emprender las acciones respectivas o apropiadas.

La presencia de una desviación alertará a los operadores de acuerdo con los criterios establecidos y se recomendará el curso de acción necesario para regresar a los parámetros normales. Otros elementos para asegurar la Confiabilidad desde el proceso, son las rondas estructuradas del Operador por toda la planta logrando así un óptimo cuidado básico del equipo.

2.7 CONFIABILIDAD HUMANA

Los procesos para la confiabilidad humana necesitan satisfacer ciertos criterios, como el que se tenga un sistema simple, no burocrático que sea comprendido por todos los integrantes. Que exista un Líder de Confiabilidad que tenga la visión del negocio y el conocimiento integral de los procesos. En cuanto a los roles Individuales, ver Figura 11, deben ser conocidos por todos y deben ser alcanzables con base en lo planeado y programado, con metas simples y claras que pueden ser medidas fácilmente para poder hacerles seguimiento periódico. Cuando no se consigue el cumplimiento, la gerencia debe tomar acciones que reevalúen la situación o se le haga un ajuste al programa. Cada falla humana debe ser vista como una oportunidad de aprendizaje.

Con base en lo anterior, debe existir un programa continuado para mejorar el conocimiento, entrenar a los individuos en las actividades que agregan valor al negocio de acuerdo con su especialidad y así mejorar su destreza para futuras oportunidades. La experiencia y habilidad de cada individuo se constituye como un activo para la organización. La información entre las personas debe ser dinámica y las herramientas informáticas deben ser bien administradas, para que éstas trabajen a la gestión de confiabilidad y no al contrario. Se deben estructurar y describir procedimientos e instructivos donde sean requeridos, de una manera óptima. La ergonomía de cada sitio de trabajo debe ser consistente con cada situación y ambiente del mismo.

2.8 SISTEMA PARA GERENCIAR EL RIESGO Y LA CONFIABILIDAD

En la Figura 12, se muestra el Sistema que describe el proceso de Gerenciamiento de la Confiabilidad como el gran sistema dinámico de control para la organización. Y la designación dentro de la Organización del Líder de

Confiabilidad es la clave del éxito. Esta posición deberá ser una designación de tiempo completo durante los primeros dos o tres años en que se vaya implementando la estrategia. Después de la implementación exitosa de este proceso, se podrá considerar el hecho de reducirla a una designación de tiempo parcial, pero nunca deberá ser suspendida y menos eliminada. La experiencia ha demostrado que en las refinerías en las que este proceso ha sido implementado de manera efectiva, la confiabilidad comenzó a mejorar inmediatamente

Figura 11. Elementos para la Confiabilidad Humana

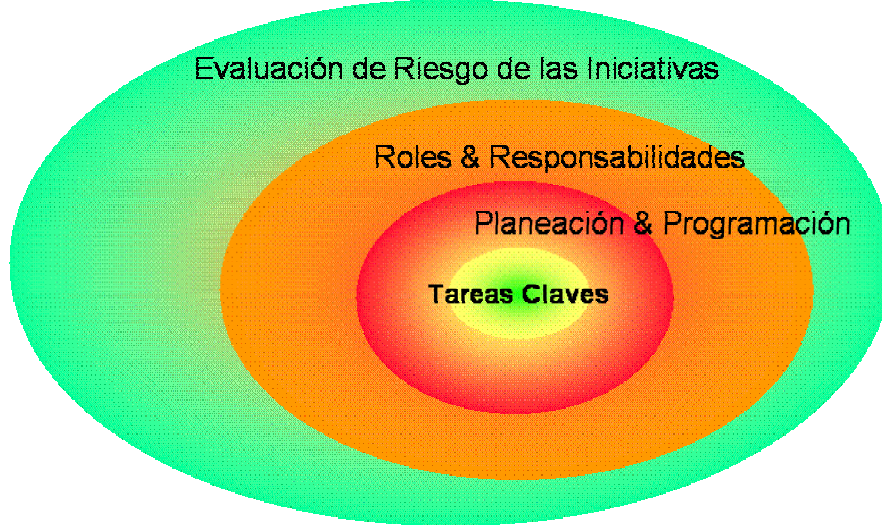
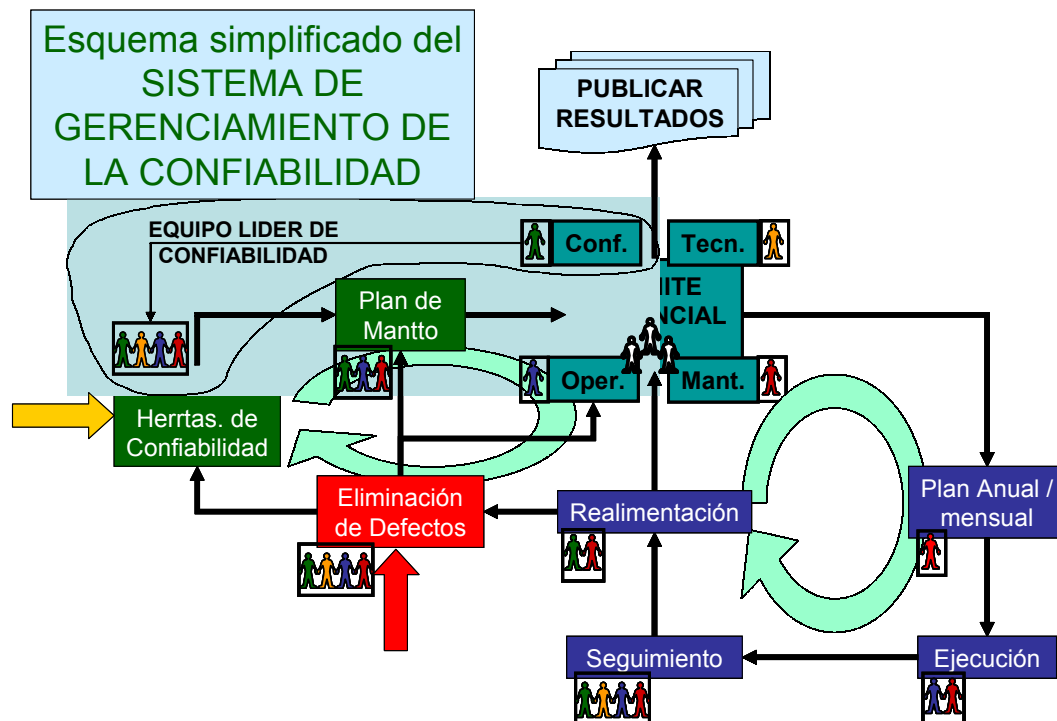


Figura 12. Sistema para el Gerenciamiento de la Confiabilidad y el Riesgo



3. ENFOQUE DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

3.1 RELACION ENTRE LA SALUD Y EL TRABAJO

El concepto de Salud Ocupacional, hay que plantearlo en su sentido mas amplio la salud. El triple equilibrio somático, psíquico y social, es el concepto de salud que debe estar presente en los seres humanos para que se pueda manifestar que estos tienen salud.

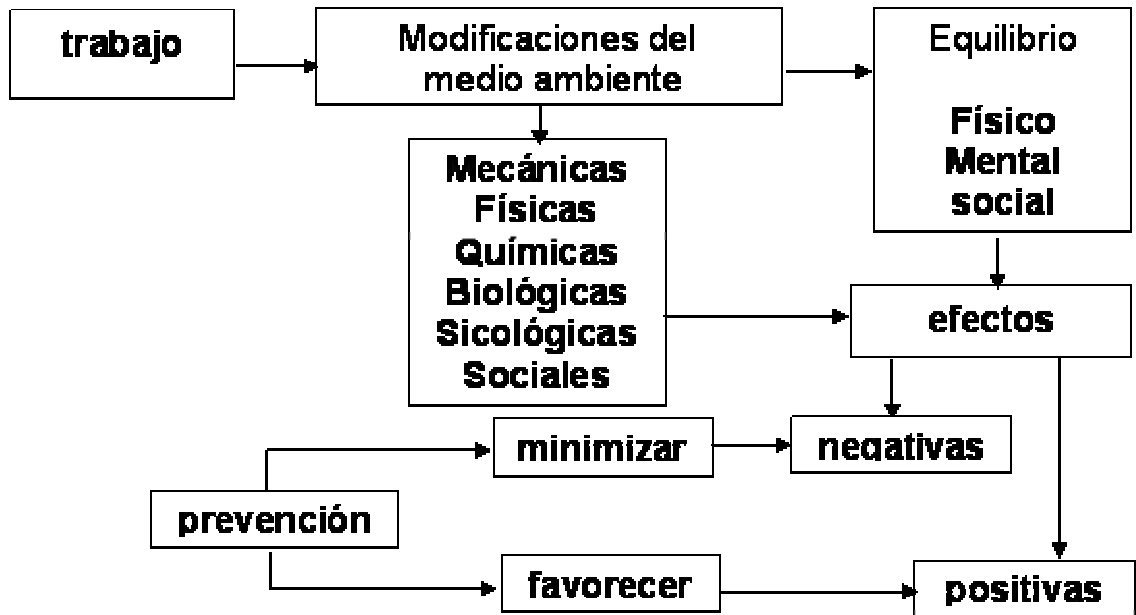
La salud es necesaria para trabajar, sin embargo trabajando se pierde la salud. Por lo tanto, lo que importa al campo de la salud ocupacional no es sólo lo que implica asuntos relativos con accidentes de trabajo, o los de enfermedad profesional, sino el verdadero desafío es ver el papel que juegan las condiciones generales de trabajo, en el conjunto del proceso salud y enfermedad.

Por otra parte, se ha de tener en cuenta que el riesgo ocupacional genera las patologías, mediante un proceso que puede articularse en forma de una cadena de riesgos, daños o consecuencias de los riesgos y ello tan sólo, para facilitar la identificación de las posibilidades de Intervención sobre los mismos. Es decir, las tareas de prevención en salud ocupacional.

Son las modificaciones producidas por el trabajo del hombre, las que generan las patologías. Este aspecto resulta importante para identificar los posibles riesgos, los procesos de valoración y, lo que se decide sobre la prevención de los riesgos. El detalle de los estadios entre el riesgo y, las consecuencias, se presenta tomando como base la cadena de trabajo y consecuencias, como una posibilidad para plantear inicialmente la organización de las estrategias de intervención.

No se puede limitar considerar como riesgos ocupacionales, solamente aquellas situaciones que han causado accidentes y enfermedades, sino que habrá que buscar el origen de todos los desequilibrios de la salud. Cualquier modificación introducida en un sistema de trabajo causará un desequilibrio en varios aspectos, Ver Figura 13, creando una nueva situación en la que los aspectos físico, mental y social de la Salud llegaran a otro estado de equilibrio.

Figura 13. Condiciones del Trabajo



3.2 LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Al enfoque de lo que hoy se conoce como condiciones de trabajo, abarca un conjunto de variables que definen la realización de una tarea concreta y el entorno en la que se realiza; éstas variables determinarán la salud del trabajador.

Los aspectos organizativos funcionales de las empresas y empleadores en general, los métodos, sistemas o procedimientos empleados en la ejecución de las tareas, los servicios sociales que éstos prestan a los trabajadores y los factores externos al medio ambiente de trabajo que tienen influencia sobre él.

El concepto de medio ambiente de trabajo, se puede entender como:

- Los sitios, cerrados o al aire libre, donde personas vinculadas por una relación de trabajo prestan servicios a empresas, oficinas, explotaciones, establecimientos industriales, agropecuarios y especiales o de cualquier naturaleza que sean públicos o privados.
- Las circunstancias de orden socio-cultural y de infraestructura física que de forma inmediata rodean la relación hombre-trabajo.
- Las áreas situadas alrededor de la empresa.

Como consecuencia de la modernización tecnológica se fue consiguiendo la disminución del esfuerzo físico, pero al mismo tiempo también aparecieron

nuevos factores agravantes, producto de nuevos ritmos, modificación de horarios y otras nuevas circunstancias, convirtieron al hombre en un apéndice de la máquina. El estudio de estos nuevos factores de riesgo condujo a que nuevas condiciones podían favorecer los accidentes de trabajo, ya que todo daño causado al equilibrio fisiológico podía disminuir la capacidad de atención y vigilancia, limitar las facultades de percepción, alterar el sentido crítico y predisponer por ello al accidente. Hoy en día se tiende a identificar condiciones de trabajo con calidad de vida laboral. Se puede decir que el campo de las condiciones de trabajo comprende, entre otros, los siguientes ámbitos:

- Las condiciones materiales del ejercicio del trabajo, el esfuerzo y la fatiga, la temperatura y la ventilación.
- Las condiciones de Seguridad.
- La presencia de contaminantes en el lugar de trabajo.
- El interés de la propia tarea.
- El contenido psicológico y profesional, el carácter repetitivo, el carácter parcelario de la tarea, la monotonía, la tensión y carga mental.
- La posibilidad de utilizar en el trabajo los conocimientos.
- Utilización de capacidades.
- Oportunidad de aprender algo nuevo.
- La duración de la jornada de trabajo.
- La distribución de los horarios.
- El grado de flexibilidad existente.

Los factores de riesgo se han clasificado en cinco grupos.

- **Condiciones de Seguridad:** Las condiciones materiales que influyen sobre los accidentes: elementos móviles, cortantes, electrificados, combustibles. Para poder controlar estos elementos se deben estudiar las máquinas y las herramientas, los equipos de transporte, las instalaciones eléctricas, los sistemas contra incendios.
- **El Medio Ambiente Físico de Trabajo:** Se refiere a las condiciones físicas: ruido, vibraciones, iluminación, temperaturas y radiaciones.
- **Los Contaminantes Químicos y Biológicos:** Agentes que pueden estar presentes en el medio ambiente de trabajo, sus efectos para la salud, las técnicas de evaluación y las medidas correctoras para controlarlos.
- **La Carga Laboral:** Son las exigencias que la tarea imponen al individuo que la realiza: esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo, niveles de atención; asociados a cada tipo de actividad, para poder determinar la carga de trabajo tanto física como mental, de cada tipo de tarea.

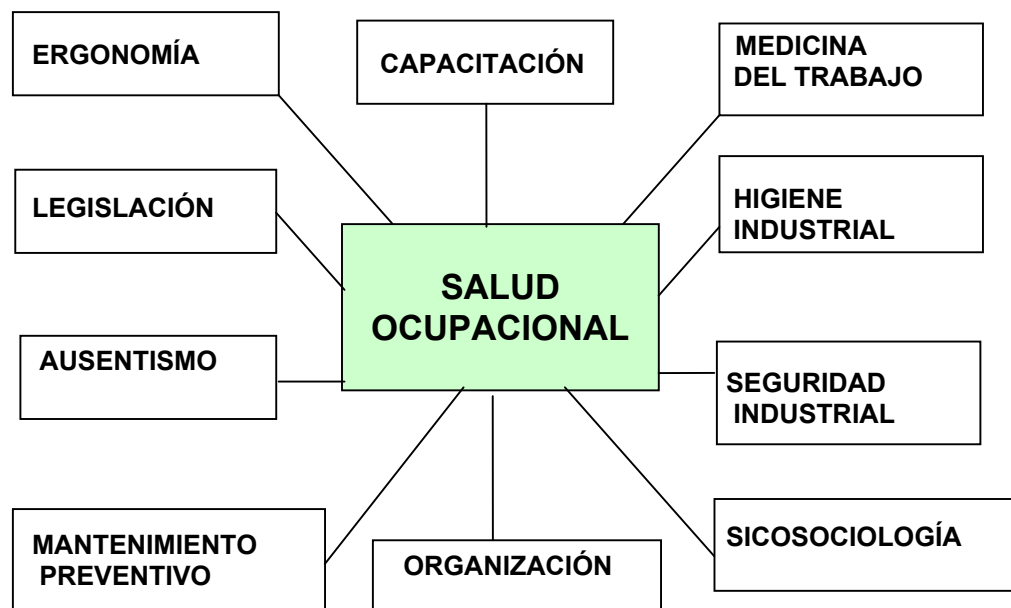
- **La Organización:** Los factores de la organización que pueden tener consecuencias para la salud de los trabajadores a nivel físico y sobre todo, a nivel mental y social. Considerando la forma en cómo el trabajo se fragmenta en tareas elementales, así como el reparto de éstas entre diferentes individuos, unido a la distribución horaria, a la velocidad de ejecución y, a las relaciones que se establecen dentro del centro de trabajo.

Estos cinco grupos no son excluyentes entre sí, es decir que en ocasiones se puede ver la conveniencia de trasladar factores de un grupo a otro. Además de existir frecuentemente la posibilidad de que varios factores estén al mismo tiempo presentes, lo que hace que se tenga que considerar la relación que se produce.

3.3 AREAS DE LA SALUD OCUPACIONAL

La salud ocupacional tiene distintas disciplinas, Ver Figura 14, las cuales son interdisciplinarias, y las que tradicionalmente se han manejado son la seguridad en el trabajo, la higiene industrial y la medicina del trabajo

Figura 14. Areas y Técnicas de la Salud Ocupacional



- **Seguridad Industrial:** Técnica que actúa en el medio y los objetos, estudia las condiciones materiales que ponen en peligro la integridad física de los trabajadores, proponiendo intervenciones para evitar o minimizar tanto los daños personales, como los materiales.

- **Higiene Industrial:** Técnica que actúa en el ambiente y estudia los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el medio de trabajo, que pueden causar alteraciones reversibles o permanentes en la salud.
- **Medicina Del Trabajo:** Técnica que actúa en el ser humano y estudia las consecuencias de las condiciones materiales y ambientales sobre las personas. Junto con la seguridad y la higiene, trata de establecer condiciones de trabajo que no generen daños ni enfermedades.
- **Ergonomía:** Conjunto de técnicas que tienen por objeto mejorar los aspectos del trabajo y sus medios, acordes con el comodidad de las personas.

3.4 RIESGO OCUPACIONAL

Existen muchas definiciones de riesgo, sin embargo de lo que se trata en este espacio, es permitir tener una aproximación de esta variable de una manera real y objetiva.

Un riesgo ocupacional se concreta con la existencia de una situación de trabajo, que podría romper el equilibrio físico, mental y social de las personas. Los riesgos ocupacionales son el producto de las modificaciones al medio provocadas por el trabajo del hombre y que podrían conllevar a consecuencias tanto humanas como materiales, en aquellos casos en que estos se desencadenen en hechos lamentables, pasando primero por la etapa de suceso. Por otra parte para el tratamiento de los riesgos se agrupan en dos categorías, de acuerdo con el tipo de patología que estos generan.

Los riesgos que generan **patologías traumáticas**, son aquellos en que sus consecuencias son de observación rápida o inmediata. Normalmente son equivalentes a los que producen accidentes de trabajo y se les acostumbra denominarlos, por la forma de **accidente** que podrían provocar, por ejemplo, caídas de altura, atrapamientos, golpes, etc.

Ahora los riesgos que generan **patologías no traumáticas**, en los que sus consecuencias no son de observación rápida o inmediata, normalmente son los que producen enfermedades profesionales y se les acostumbra denominarlos, por el tipo de **riesgo presente**, así, ruido, iluminación, contaminantes químicos, ergonómicos, etc.

El esquema planteado, apoyado en el conocimiento histórico de las consecuencias provocadas por los riesgos en épocas anteriores o en escenarios diferentes, permite establecer estrategias de prevención efectivas en salud ocupacional.

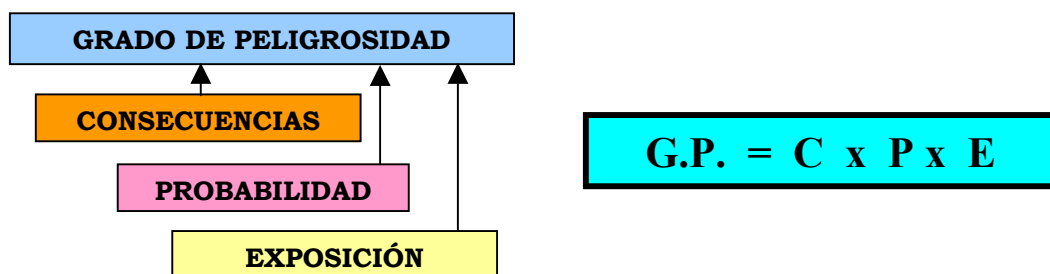
3.5 CRITERIOS EN LA VALORACION DE LOS RIESGOS OCUPACIONALES

La valoración de los riesgos es algo necesario para tomar decisiones sobre su intervención. De no hacerse esto, se podrían destinar recursos en donde no son necesarios o realizar acciones que realmente no tendrían la suficiente eficacia y no se intervendrían los que realmente requieren mayor atención.

La clasificación de los riesgos ocupacionales es hecha por el tipo de patología que cada riesgo puede generar y además cuenta con la opinión del individuo afectado en primer plano, de forma que se lleve a cabo una integración ponderada en ambas vías de la información. Esto se logra disponiendo de criterios realmente objetivos que eliminen la subjetividad de los hechos. Por lo tanto la manera como el riesgo se valora, queda definida por el grado de peligrosidad, Ver Figura 15, el cual queda establecido por los siguientes parámetros:

- **Consecuencias:** Son los hechos lamentables (que incluyen daños personales y materiales) mas probables que podrían suceder si el riesgo se materializa.
- **Probabilidad:** Es el parámetro que permite ponderar la posibilidad de que los acontecimientos provoquen que el riesgo se desencadene y originen las consecuencias no deseadas.
- **Exposición:** La frecuencia con que el individuo se enfrenta a la situación de riesgo evaluada, que ocasionaría el primer evento de la cadena hacia las consecuencias.

Figura 15. Grado de Peligrosidad (Cuantificación del Riesgo)



3.6 CONSECUENCIAS DE RIESGOS OCUPACIONALES NO TRAUMATICOS

El papel que juegan aquí los profesionales del área de salud es trascendental, sobre todo cuando enfocan su labor, hacia la búsqueda permanente de la relación que pueda existir, entre una patología observada en un trabajador y su ambiente de trabajo.

- Las relaciones que existen entre las alteraciones gástricas y el estrés.
- Las alteraciones cardíacas y el trabajo en ambientes térmicos.

- Las pérdidas de la audición y los ambientes de trabajo con altos niveles de ruido.
- Los trastornos síquicos causados por los ritmos y horarios de trabajo.
- Las pérdidas de agudeza visual ocasionados por los continuos deslumbramientos en los sitios de trabajo o por las continuas exposiciones a las pantallas de los cuartos de control.
- La relación entre algunas alteraciones respiratorias con el trabajo en ambientes de alta polución (gases, polvos, solventes, etc.).

Estas situaciones permiten a los profesionales de salud: médicos, enfermeras, y auxiliares, tener elementos necesarios para determinar la patología relacionada con el ambiente. La información obtenida de las consecuencias ayuda en el enfoque interdisciplinario que se da en la salud ocupacional, es por eso que programas como el de ausentismo con una estructura idónea, facilita el registro acerca de los hechos generados por los riesgos existentes en el trabajo y ésta información será útil para la intervención sobre los ambientes afectados.

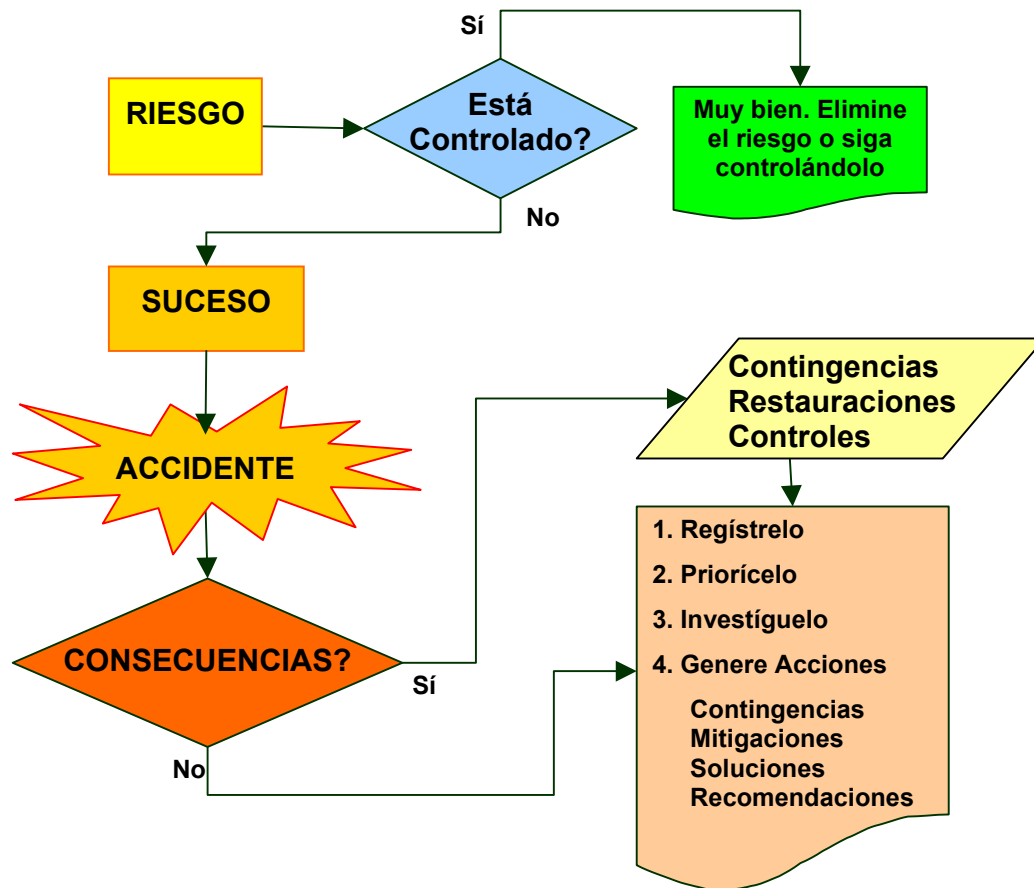
3.7 CONSECUENCIAS DE RIESGOS TRAUMATICOS

Aquí se establece una metodología, que permita orientar las medidas preventivas sobre los riesgos que han causado accidentes de trabajo. Hay que tener presente que bajo el punto de vista de riesgos y medidas preventivas.

El accidente de trabajo, debe considerarse como todo acontecimiento anormal que se produce en una actividad laboral y que ocasiona, o pudo haber ocasionado lesiones a las personas. En la mayoría de las situaciones no hay lesiones personales, pero que manteniéndose las mismas condiciones del riesgo, podrían de haberlas en un futuro; y es en este sentido es que la prevención, debe actuar. La investigación de accidentes es una técnica universalmente empleada que se considera como una de las fuentes básicas, ya que aprovecha la experiencia que puede deducirse de los errores, para la búsqueda de alternativas que permitan que no vuelvan a repetirse. Su importancia radica en la objetividad de los datos de un hecho que se haya presentado. Ahora bajo un enfoque previsible y prevenible en este contexto, se tiene el esquema contemplado en la Figura 16, de éste se puede decir también que:

- **Riesgo:** Es toda situación de trabajo que encierra una capacidad potencial de producir un accidente.
- **Suceso:** Son todos los hechos o circunstancias que desencadenan la potencialidad del riesgo.
- **Consecuencia:** Es el conjunto de secuelas humanas y materiales que se derivan del suceso.

Figura 16. Cadena del Accidente, Investigación, Prevención y Mitigación



3.8 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

La existencia de accidentes está ligada excusablemente a la existencia de riesgos ocupacionales. La falta de investigación sobre estos riesgos, genera la desinformación científica para prevención. Afortunadamente se dispone de una teoría para vincular los accidentes con los riesgos por intermedio de la determinación de las causas. En el desarrollo de los procesos de Investigación de accidentes de trabajo, no siempre culminan en la determinación de las causas reales que los motivaron. Habitualmente se culminan “echándole la culpa a alguien”. El fenómeno accidente y sus consecuencias, tiene una explicación natural, la cual permite la prevención de los mismos y el control de sus consecuencias, sus fundamentos se simplifican en tres teoremas o principios que se simplifican a continuación:

- **1er. Teorema:** Todo accidente, al igual que sus desagradables y no deseadas consecuencias, como fenómeno natural que es, tiene unas causas naturales. O sea que de manera trascendental para la seguridad industrial se puede afirmar que, los accidentes tienen causas y éstas son de origen natural.

A veces, por dificultades metodológicas o por falta de elementos de análisis, no es posible hallar con certeza científica, su explicación real, y por esta posible ignorancia o imposibilidad para describirlos, se llega a afirmaciones o supuestos de que el accidente ha surgido de la nada o “porque sí”. Por otra parte, la lógica humana, ancestralmente acostumbrada a desviarse en explicaciones sobrenaturales, cuando no tiene las herramientas del método científico, fácilmente encuentra explicaciones sobrenaturales a los fenómenos que observa o sufre. De aceptarse esta causalidad sobrenatural, la única seguridad posible sería también de tipo sobrenatural, la seguridad mágica de la oración, el fetiche, el amuleto, o cualquier otro elemento de índole esotérico.

- **2do. Teorema:** Todos los accidentes tienen más de una causa, no existen causas determinantes o únicas de los accidentes. La realidad inherente de este principio se confirma porque el accidente, es una situación final anormal, producto de la manifestación de un incorrecto funcionamiento del sistema productivo normal.

Tanto el estado inicial indeseado que es el accidente, como su estado final lesivo, se explican por la interacción de una nube de factores causales, cada uno de los cuales es a su vez explicado como, efecto o consecuencia de otros anteriores factores causales. Este teorema de la multicausalidad, permite superar el antiguo concepto de la causa única y el de la culpa, en la génesis mecanicista determinista de los accidentes, lo permite obtener el moderno concepto de los factores de causales múltiples, como síntomas disfuncionales del sistema de trabajo, en los que se basa la seguridad industrial moderna. Esto también ayuda a crear un esfuerzo pragmático de intentar clasificar los factores causales.

- **3er. Teorema:** En todo accidente se encuentran unas causas que actúan como factores de un producto y no como sumando de una sumatoria. Por lo tanto la eliminación de una sola, favorecerá para que el accidente no se presente.

Dado que resultaría imposible o poco práctico actuar sobre todos y cada uno de los factores de la nube causal, se debe limitar la acción sobre una o algunas de las causas que se consideran principales. La lógica de este planteo factorial, hace posible una reducción de esfuerzos que permite una estrategia mas económica para la seguridad.

3.9 FACTORES CAUSALES HUMANOS Y TECNICOS

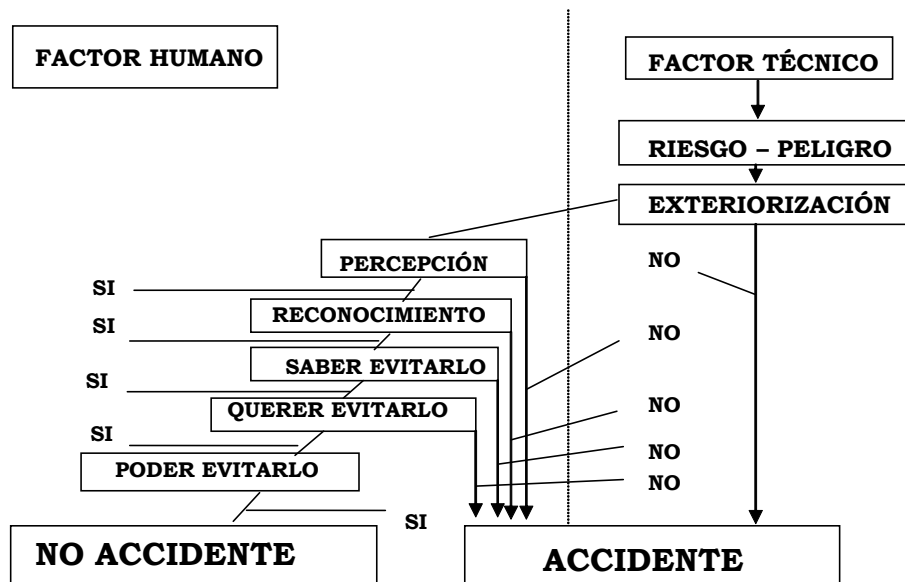
Los causales de los accidentes según su origen, provienen de dos fuentes importantes, factores humanos y técnicos.

- **Factores Técnicos:** son un conjunto de condiciones materiales que provocan causas y explican situaciones potenciales de riesgo y de peligro, que ocasionan la aparición de accidentes y sus consecuencias. A veces se les conoce con el nombre de **condiciones materiales inseguras o peligrosas**. Estos se pueden resumir en:
 - Características de las instalaciones y equipos o de métodos y sistemas preestablecidos.
 - Conjunto de condiciones materiales que originan causas.
- **Factores Humanos:** Son aquellas acciones u omisiones humanas que originan, causas y explican situaciones potenciales de riesgo y de peligro, dando lugar a la aparición de accidentes y sus consecuencias. A veces se les llama también **actos peligrosos o inseguros**, entre los que se incluyen los llamados gestos nefastos.

Pero la posible coexistencia de factores causales, tanto Humanos como técnicos, debe conducir al pensamiento protagónico histórico del hombre en el trabajo, que ha llevado a considerar que detrás de todo fallo técnico existe, siempre una acción u omisión humana conciente o inconsciente que lo explica.

La contemporánea revaloración de los factores causales humanos, hace énfasis, sobre todo, en los aspectos psico-sociales de la conducta humana y es por eso que cobra especial relevancia en el proceso de identificación de factores causales, Ver Figura 17.

Figura 17. Esquema de la Conducta Humana Defensiva ante el Peligro



3.10 INVESTIGACION DE ACCIDENTES DE TRABAJO

Hechas todas las anteriores consideraciones, se puede abordar la problemática de la **investigación de accidentes** de trabajo. Esta es una técnica utilizada para el análisis con profundidad de un accidente sucedido.

- **Objetivos:**

- Conocer de manera fidedigna los hechos sucedidos.
- Deducir rigurosamente las causas que los han producido.
- Eliminar las causas para evitar acontecimientos similares.
- Aprovechar las medidas para situaciones futuras y similares.

- **Metodología de la Investigación:** Es el procedimiento de actuaciones y criterios, para aplicar en la práctica de la técnica de investigación, la cual es conveniente estructurarla en fases o etapas. Las etapas son recopilar Información, integrarlas, determinar causas, seleccionar principales y organizar.

- 1. **Recopilación de Información:** Que permita posteriormente la deducción de lo realmente ocurrido. Por lo tanto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En lo posible, debe realizarse la investigación in situ.
- Reconocer el puesto de trabajo en profundidad.
- Cuando sea posible, tomar fotografías o esquemas.
- Entrevistar a los testigos individualmente, no en grupo.
- Informar a cada testigo sobre el fin de la investigación.
- Conseguir de cada testigo la versión cronológica completa.
- No interrumpir la versión original del testigo.
- Al término de su versión, preguntar para aclarar dudas.
- Entrevistar si es posible al accidentado, si hace falta se debe ir a la clínica.

Los criterios para tener en cuenta son limitados, pero importantes en su aplicación:

- Realizar la investigación lo mas pronto posible, casi después de ocurrido el accidente.
- Procurar que no se alteren las condiciones del lugar del accidente.
- Evitar preguntas tendenciosas.
- No buscar culpables.
- No hacer juicios prematuros y limitarse a tomar datos.

- 2. **Integración de la Información:** Valorar globalmente la información resultante, atendiendo a su fiabilidad y relación lógica con el contexto general, para poder llegar a la comprensión del desarrollo del accidente. El siguiente podría ser un proceso de deducción lógica:

- Concretar las distintas y posibles formas de desarrollo del accidente.
- Analizar cada forma posible independientemente.

- Relacionar los hechos y confrontar cada dato.
- Depurar y anotar en cada caso la información que no concuerde.
- Valorar la fiabilidad de los datos que no concuerden.
- Concluir la forma de mayor probabilidad.
- Aceptar solo los hechos demostrados por la observación o por su relación lógica con el contexto.

3. Determinación de Causas: Hechos que se deducen mediante el análisis, con el fin de obtener todas las causas posibles del accidente, como respuesta a la pregunta, ¿Por qué sucedió?. Los agentes, hechos o circunstancias presentes en el acontecimiento plenamente demostrados deben ser considerados como causas y nunca los que se suponen que pudieron haber existido, por esto no son causas:

- Las que se deriven de un método no preestablecido.
- Las que se fundamenten en meros supuestos o en algo que no existía.
- Los actos que pudieron haberse ejercido, pero no propios del método.

4. Selección de las Causas Principales: Son las que tienen una importancia decisiva, por la eficacia preventiva de su eliminación. Aquí se aplica el tercer teorema de la causalidad de accidentes a todas las causas obtenidas. Es por eso que las causas principales deben ser aquellas cuya eliminación individual evite el riesgo, el suceso o las consecuencias en todos o al menos en un porcentaje muy alto de casos, dentro de las posibilidades metodológicas, procedimentales, tecnológicas y económicas actuales.

En la práctica con el fin de facilitar la determinación de las causas se recomienda utilizar, la Figura 18, el cuadro presentado en la Tabla 1, consignando en cada espacio, todos los motivos que se consideren como posibles. Después se aplica sucesiva y metódicamente a todas las causas posibles, cada uno de los criterios presentados, eliminando aquellas que no cumplan alguno de ellos. Además en la Tabla 2, se presenta un esquema que contiene una guía para la presentación de un informe resultado de una investigación de un accidente de trabajo.

Tabla 1. Determinación y Ordenamiento de Causas

ORGANIZACIÓN DE CAUSAS DE ACCIDENTE LABORAL			
CAUSAS		PRINCIPALES	CORRECCIÓN
ORDEN DE RIESGO	TÉCNICAS		
	HUMANAS		
ORDEN DEL SUCESO	TÉCNICAS		
	HUMANAS		
ORDEN DE LAS CONSECUENCIAS	TÉCNICAS		
	HUMANAS		

Figura 18. Búsqueda Sistemática y Ordenamiento de Causas

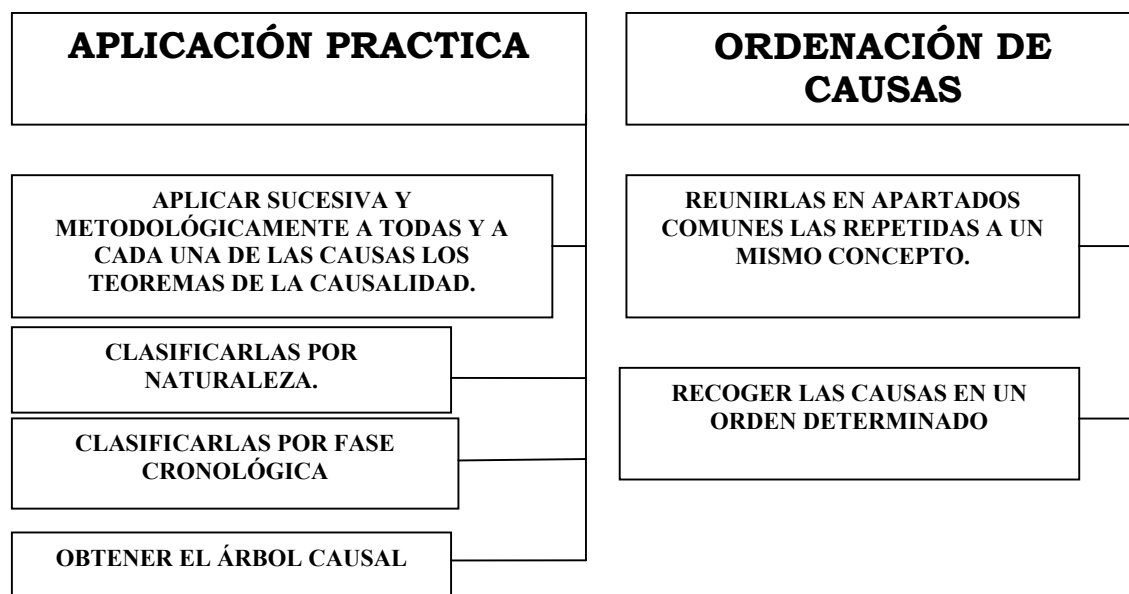


Tabla 2. Modelo para el Informe de Investigación de un Accidente de Trabajo

MODELO GUÍA DE INFORME
1. Datos del accidente: Fecha, hora del día, hora de trabajo, lugar. Puesto de trabajo y dependencia. Consecuencias humanas y materiales. Referencias a la declaración del accidente.
2. Datos de la Visita Técnica: Nombre del investigador y fecha. Lugares visitados. Personas consultadas, testigos. Mediciones técnicas efectuadas.
3. Método de Investigación: Describir el método seguido para llevar a cabo la investigación.
4. Datos del Agente Material: Describir el agente material causante del accidente. Marca, Modelo, año. Todo aquello que pueda aportar datos a las conclusiones.
5. Descripción del Trabajo: Resumen del método de trabajo que se realizaba. Fase del trabajo en que se inició el accidente.
6. Descripción del Accidente: Descripción cronológica y estricta de los hechos deducidos. Si procede, con apoyo de fotografías, esquemas, etc.
7. Consideraciones Técnicas: Información trascendente. Declaraciones básicas para la conclusión, declaraciones contradictorias no admitidas, cualquier cosa de interés técnico.
8. Causas Principales: Se deben recurrir de forma sintética, preferiblemente en un cuadro, las Causas Principales tanto de origen Técnico como Humano. Presentando además las posibles medidas correctivas de Previsión, Prevención y Protección (Humanas y Técnicas).
9. Conclusiones: En esta sección el investigador debe concluir sobre las Causas y las Medidas de Intervención Técnicas y Humanas.
10. Bibliografía Consultada: En este espacio se debe recopilar las referencias Bibliográficas en las que se apoyó tanto para las posibles causas, como para las recomendaciones y medidas técnicas. También sobre accidentes similares.

4. CONTEXTO PARA LA ELIMINACION DE DEFECTOS

4.1 BUSQUEDA DE LA EXCELENCIA ORGANIZACIONAL

Se dice que la organización es uno de los grandes inventos del hombre de todos los tiempos, sin embargo la mayoría de los animales como los insectos, tienen organizaciones, se sabe que funcionan, pero aún hoy sigue siendo un misterio para la ciencia de cómo logran llevar a cabo un sin número de tareas de manera efectiva y armoniosa. Volviendo a los seres humanos, sus organizaciones con todos sus componentes tienen como propósito funcionar eficiente y coordinadamente como una unidad. Sin embargo en la realidad no siempre sucede de esta manera, los componentes en cada uno de sus niveles operan ineficiente e indistintamente que en ocasiones se percibe que los intereses individuales no son los del grupo. A pesar de que se logran resultados, las cosas bien podrían hacerse mucho mejor. Es por esto que grandes analistas y las personas que dirigen y hacen parte de una organización concuerdan en que se puede lograr una mayor productividad si se encuentran maneras efectivas, eficientes y eficaces dentro de la administración y operación de una organización.

Cuando las personas interactúan por una causa común, se dice que actúan de manera integrada. La unión de un grupo nace y se fortalece con la comprensión entre los individuos, las adaptaciones de cada uno de los integrantes con los otros miembros del grupo, el aprecio común y otros beneficios de índole física y psicológica. Sin embargo este tipo de grupo no es un equipo. El equipo basa sus principios de funcionamiento en las capacidades técnicas y habilidades físicas de sus individuos que actúan mancomunadamente para el logro del propósito y la aceptación entre sus miembros se da como consecuencia y no como objetivo inicial, de ahí que los integrantes de un equipo deban tener la capacidad de tolerarse para poder trabajar estrechamente.

Un equipo directivo de una organización son personas especialistas de diferentes áreas del conocimiento, que entregan sus aportes de acuerdo con los requerimientos de la organización y en virtud de su experiencia y conocimiento único. Todos los esfuerzos de estos individuos por una meta común realizable y de acuerdo con unas directrices y procedimientos establecidos de manera organizada, sensata y con un lenguaje común permitirán a este equipo de dirección lograr los resultados deseados.

Durante años los sociólogos han dicho que el ser humano se resiste al cambio, pero si se comienza a mirar con mas fondo el asunto se puede percibir que so lo se resiste a lo que no entiende o a lo que le genera desconfianza porque va en contra de sus intereses y de otro lado realmente aceptan cambios que realmente les parezcan buenos para ellos y su entorno. Para mejorar una organización y seguirla haciendo competitiva siempre se debe estar a la caza de nuevas ideas, pero también es de conocimiento común que las ideas nuevas y benéficas para la organización por si mismas no generan la transformación, se necesita del concurso de las personas para lograr el cambio. Hoy en día nadie lo sabe todo y el conocimiento, experiencia y habilidades está irrigado entre todos los miembros de la organización, es por estos que se debe promover entre sus miembros la participación y compromiso, logrando el verdadero trabajo en equipo, para que los cambios hagan realidad las expectativas de tener actividades mejores y más productivas.

4.2 CUATRO PATRONES BASICOS DEL PENSAMIENTO

El trabajo en equipo puede lograrse si se busca que las personas de una manera consciente utilicen cuatro patrones del proceso mental, que forma individual e inconsciente ya utilizan. Existen cuatro patrones básicos del pensamiento que fueron utilizados por la humanidad en sus inicios, ya que les permitía sobrevivir, ya sea adaptándose al medio dominando los elementos o resolviendo problemas en la caza colectiva; hoy en día estos cuatro patrones prevalecen y pueden ser muy útiles en cualquier organización.

- **Evaluar y Aclarar Situaciones:** Es el mas importante de los cuatro, ya que permite abrir el círculo de una serie de interrogantes que permiten obtener la respuesta a cualquier situación conocida o desconocida. Si alrededor de algo que causa preocupación, se genera la inquietud de **¿Qué está pasando?** Quizás con un alto porcentaje de probabilidad la respuesta se obtenga y permita buscar nuevas alternativas para solucionar un problema. Los animales se adaptan y cambian en respuesta a los cambios de su entorno, pero el ser humano se adapta, eligiendo y decidiendo alrededor de la conducta que mas le favorezca.
- **Toda Causa tiene un Efecto:** Este patrón permite relacionar los hechos de un suceso determinado, el antes y el después, el esto o el aquello, con el interrogante del **¿Porqué está pasando?**, se puede llegar al entendimiento y significado de los fenómenos naturales y administrativos que a diario suceden. Por medio de este patrón se pueden llegar conclusiones para crear la estrategia que permita dominar los elementos y no al contrario, con el se puede llegar a relacionar que todo efecto es provocado por una causa y de esta manera llegar a entender desde la situación mas sencilla hasta la mas

compleja, permitiendo así crecer en sabiduría y tener un control mas benéfico del medio circundante. Los niños siempre preguntan ante todo lo que ven ¿y porqué?, lo que demuestra que es un patrón básico de pensamiento del ser humano.

- **Elegir Alternativas:** Este tercer patrón de pensamiento permite establecer que ante toda situación se pueden elegir opciones razonadas para dar el paso siguiente. Ante una situación enfrentada, entendida su naturaleza y conocida su causa, se llegaba a un paso en la que debían tomarse decisiones, es aquí donde nace el tercer interrogante de **¿Qué se debe hacer?**. La importancia de este patrón radica en el hecho de que se debe tomar la decisión o decisiones que mas convengan, ya que si no se escoge la mejor opción es posible cometer errores que puedan ocasionar que la situación empeore. Para lograr la mejor decisión, de tal manera que se pueda actuar de segura y productivamente, se podrían tener en cuenta las siguientes tres consideraciones:
 - Determinar con claridad el propósito.
 - Considerar todas las opciones disponibles.
 - Evaluar los riesgos relacionados con las opciones.
- **Anticipar el Futuro:** Los tres patrones de pensamiento revisados anteriormente permiten ver la perspectiva de la naturaleza pero este cuarto patrón ayuda a verla de manera prospectiva, es decir que permite observar cualquier situación pasada o actual en dirección del futuro. A la pregunta de **¿Qué sucederá?** y poder ver las oportunidades y amenazas que puedan surgir, permitirán crear con anticipación una idea del futuro para enfrentarlo de acuerdo con las posibilidades y adaptarlo para los requerimientos y necesidades propias. Sin embargo los problemas del hoy son mas urgentes que los problemas que puedan surgir en el futuro, esta es una situación que no favorece a este cuarto patrón, pero se debe hacer el esfuerzo para dedicar recursos en este escenario que ayuden a vislumbrar el futuro y la todas las situaciones buenas o malas no aparezcan de manera desprevénida para los intereses de la organización.

4.3 TRINIDAD DE LA CALIDAD Y LA COMPETITIVIDAD

Mucho se ha escrito acerca de la competitividad y de la calidad, también en diversos escenarios se ha escuchado hablar de eficiencia, eficacia y efectividad, Ver Figura 19. Todas las organizaciones del mundo, a través de todos sus procesos de gestión persiguen constantemente este propósito. Llegar a los niveles de competitividad que exige el mercado, requiere de muchos elementos de gestión y de un amplio compromiso de todos en la organización así como conocer muy bien el negocio que se tiene, como se hace lo que se hace y como

interactúan todos sus procesos. Estas son unas de las muchas consideraciones que se requieren para lograrlo, sin embargo no solo debe ser cuestión de propósito y entusiasmo, se necesita del pensamiento ordenado y la rigurosidad frente a los hechos para lograrlo.

- **Calidad:** Concepto que permite enfocarnos hacia el cliente y que busca lograr su satisfacción a través del cumplimiento de lo previamente pactado, las especificaciones cumplidas, la funcionalidad y confianza de un producto y de todas aquellas características no solicitadas ni esperadas por el cliente, pero que de igual manera logran su satisfacción. Trabajar con calidad es garantizar el mínimo (o a veces cero) defecto y ser oportunos en términos generales. Este elemento es uno de los ingredientes fundamentales de la productividad. Sin embargo hoy en día aún existe el tabú de que la calidad cuesta, pero se sabe que se puede llegar a niveles altos de calidad a un precio razonable para el consumidor, por lo que se podría decir que un producto tiene un precio alto o bajo sencillamente no es por la calidad sino por las especificaciones solicitadas, ya que cada cosa que se quiera adicional, tendrá un incremento adicional del precio base. Lo anterior no solo aplica para el producto final, aplica también para todos los procesos técnico administrativos de la cadena productiva de una organización; si todos los elementos están presentes en ella, la calidad del producto final solo es su reflejo.

- **Eficiencia:** Desde el punto de vista físico es, la habilidad para convertir en trabajo o producto, la energía que se consume. Podría estar dada por:

$$\eta = \frac{W_{\text{Desarrollado}}}{E_{\text{Consumida}}} \leq 1$$

La eficiencia físicamente en el mundo real, nunca podrá ser mayor que la unidad, ya que por el solo hecho de realizar una conversión de energía, siempre existe una parte que se disipa en pérdidas y las asume el sistema, sin embargo lo importante aquí es búsqueda permanente de disminuir esas pérdidas.

- **Efectividad:** Es la habilidad para lograr un resultado de acuerdo con un plan (programa) establecido. Su relación se puede escribir como:

$$\beta = \frac{R_{\text{Obtenido}}}{P_{\text{Establecido}}} \leq \text{ o } \geq 1$$

La efectividad está bastante afectada por lo que se pacte en un momento dado versus los recursos y técnicas que se tengan y apliquen para obtener el resultado, es por esto que no necesariamente podría ser menor que la unidad, en algunos casos puede ser superior a ella.

- **Eficacia:** Es la habilidad para lograr un resultado de acuerdo con un tiempo establecido. Su relación se puede escribir como:

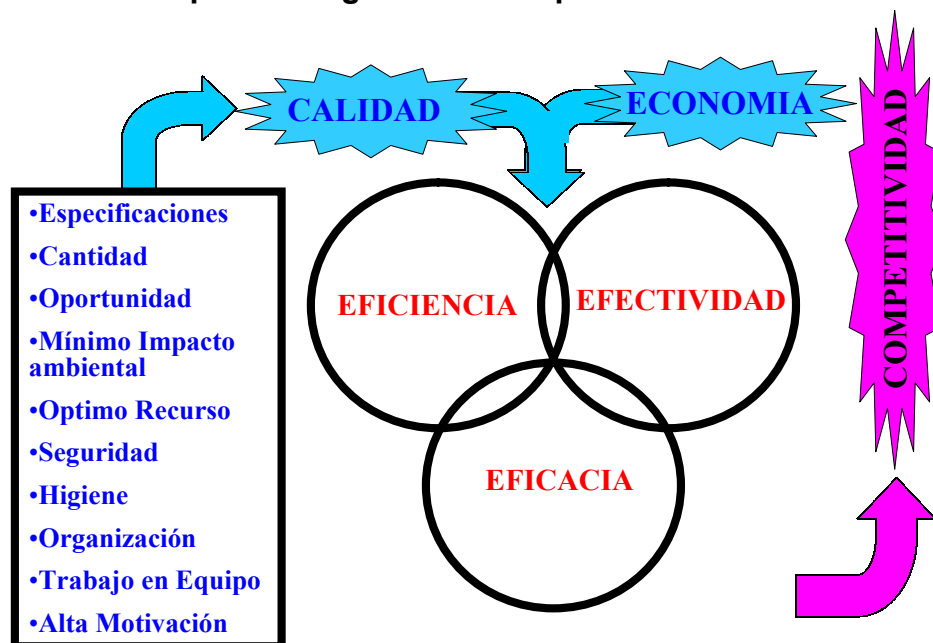
$$\tau = T_{\text{Realizado}} / T_{\text{Establecido}} \leq = \geq 1$$

Igual que para la anterior, la eficacia depende en gran medida con lo previamente pactado y su resultado puede ser inferior o superior a la unidad.

Los tres elementos anteriores eficiencia, eficacia y efectividad por si solos no cumplirían el logro de la competitividad, deben estar acompañados de dos ingredientes fundamentales, uno de ellos es la calidad, pues esta permite establecer uno de los propósitos fundamentales de la organización, que es la satisfacción del cliente. Otra es la economía, ya que se podrían llegar a altos niveles de eficiencia, efectividad y eficacia pero realizando una gran inversión económicas y por este aspecto el precio de nuestros productos se elevarían y no se sería competitivo.

Se sabe que la meta u objetivo principal de una empresa es ganar dinero y los clientes no solo están satisfechos por la calidad de los productos, sino por el precio que el producto tiene; si se gasta mucho dinero dentro de la organización para que los tres elementos mencionados giren a su máxima revolución, nada tendría sentido. Lo que si tiene sentido es hacer que las ruedas giren armónica y de manera sincronizada a un costo óptimo (inversión necesaria y justificada) para que realmente se pueda ser competitivo.

Figura 19. Trinidad para el Logro de la Competitividad



4.4 LO QUE SE PERSIGUE CON LA ELIMINACION DE DEFECTOS

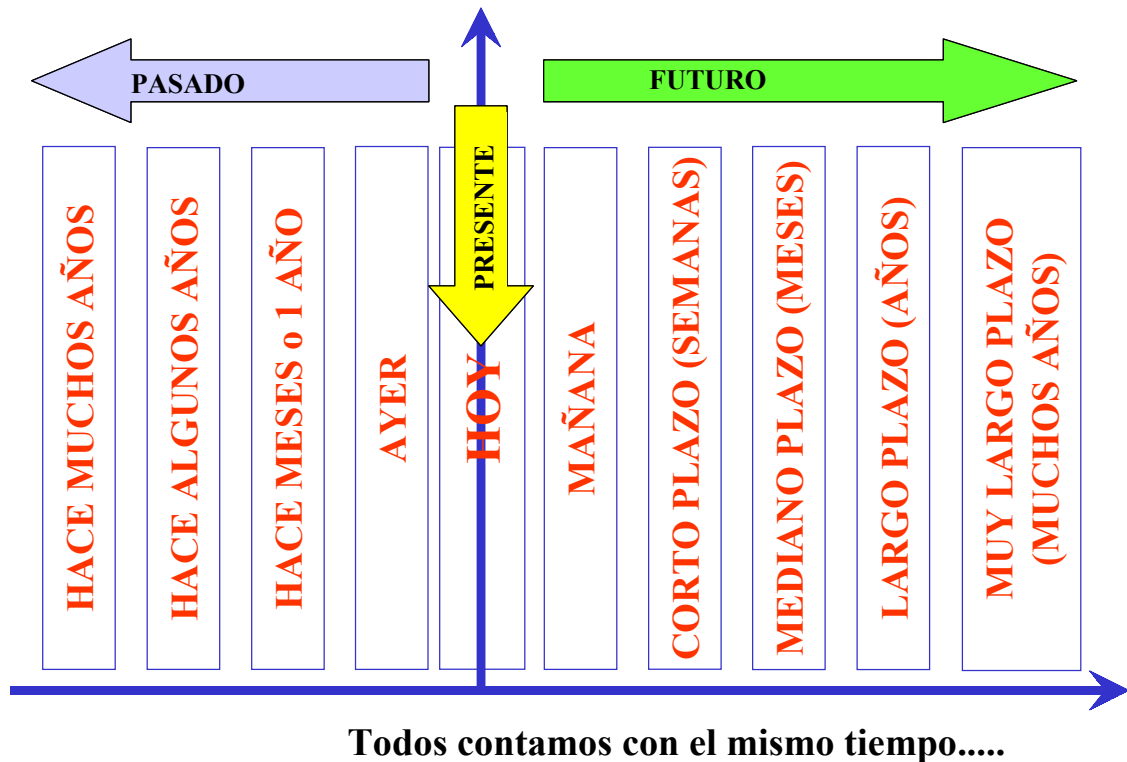
Para comenzar a entender la estrategia debemos primero saber que es lo que se persigue. Es por esto que observando el desarrollo de los dos capítulos anteriores, lo que una organización (grande o pequeña) pretende es ser más productiva y que las cosas que la vuelven improductiva, son el inadecuado manejo que tienen de sus problemas. Estos problemas están traducidos en fallas recurrentes y costosas de sus equipos industriales, caídas de plantas que afectan los pronósticos de producción, incidentes y accidentes que generan grandes pérdidas materiales y hasta de vidas humanas, cuellos de botella que generan restricciones en sus procesos y hasta procesos administrativos diseñados incorrectamente que provocan ineficiencias laborales y un bajo resultado en los objetivos de la organización. Con todo esto en mente, se puede decir que la estrategia en sí quiere es identificar la brecha que separa a una organización improductiva de una competitiva y que donde se detecte la existencia de problemas, se puedan convertir en oportunidades para la organización. Estructurar algo así no es difícil, pero si merece el concurso de todos y un gran compromiso de la gerencia.

En este capítulo se presentarán una serie de consideraciones que buscarán una comprensión objetiva de cada uno de los escenarios involucrados.

4.5 MOLDEANDO EL FUTURO CON BASE EN LA EXPERIENCIA

El universo, la vida, las cosas de las que se tiene conciencia, es un conjunto de situaciones y elementos que están enlazados o conectados en todas las direcciones espacio temporales conocidas. Escenarios, entornos, lugares, ambientes, cosas (con forma o amorfas), es a lo que se ha denominado como universo físico o consideraciones espaciales. Ahora si se observa a esa extraña e intangible pero conocida variable que llamamos tiempo, es la que ha permitido crear la conexión entre el pasado, el presente y el futuro; todo lo que hoy existe, está antecedido por lo que ayer fue y así mismo todo lo que sea el mañana obedecerá al resultado de lo que está sucediendo hoy; a esto es lo que se conoce como el tiempo y de una u otra manera le da forma al universo físico. El orden en que se presentan las tres estancias de tiempo mencionadas es unidireccional, en ese mismo orden en que se mencionaron y su magnitud es constante, pues todos los procesos industriales que sustentan la economía actual, se mueven aún dentro de la mecánica clásica (newtoniana), es decir que el ayer, el hoy y el mañana, tienen 24 horas y que bajo ese contexto, todo el mundo físico cuenta, por así decir con las mismo tiempo, ni mas ni menos. En la Figura 20, se trata de ilustrar lo expresado.

Figura 20. Diagrama de Tiempo Vs. Hechos / Actividades



Por lo anterior se pueden decir varias cosas de manera conciente:

1. El pasado o el ayer no se puede cambiar
2. El presente o sea el hoy, es el estado mas conciente de nuestro ser, es posible percibir todo a medida que se va manifestando o revelando.
3. El futuro es el escenario temporal promisorio, ya que nada aún está dibujado sobre sus páginas y es posible hacer, que cosas que se planteen en el presente, construir las allí. Por esta razón será posible modelarlo y moldearlo de acuerdo con nuestras pretensiones.

Si se enlaza estas divagaciones con el contexto para la eliminación de defectos se puede afirmar lo siguiente:

1. Que no es posible solucionar las cosas del pasado en el presente, pero tampoco se debe pretender observar lo irremediable permanentemente de manera lamentable. Lo que si es posible hacer de manera proactiva es aprender de el, para que las cosas que sucedieron, sirvan de base para construir el presente y crear una proyección clara y desenredada para el futuro.

2. De acuerdo con lo anterior también se puede decir que nada de lo que pueda ocurrir en el futuro, será fortuito y que todo lo bueno o malo que se puede hacer, obedecerá a un encadenamiento de hechos y recursos (plan) que pueden ser logrados paso a paso y pequeños logros requerirán un menor esfuerzo y un lapso de tiempo corto, pero logros de gran envergadura requerirán un esfuerzo superior y tiempo mayor.
3. Si se hubiera hecho esto o aquello, nada de esto “hubiera ocurrido”, es lo que se suele escuchar, alrededor de alguna situación desagradable que sucedió y que se quisiera cambiar, pero no es posible, ya que no se puede reparar el pasado. Lo posible es aprender de esta desagradable experiencia y crear las medidas preventivas hacia el futuro.
4. Cuando algo ha sucedido recientemente (ayer, hace una semana o quizás un mes) tal vez podamos recordarlo con lujo de detalles, y reconstruir lo sucedido fácilmente. Pero si sucedieron hace mucho tiempo, la posibilidad de recrear las cosas es mucho más difícil, por consiguiente la realidad alrededor de este hecho sería presuntiva.
5. Que todo hace parte del mismo universo y que cualquier cosa que se haga o suceda aquí, afectará de una u otra manera a la que está allá. Por este motivo es recomendable ir identificando que todo puede ser multi-causal o multi-consecuencial, en mayor o menor grado.

4.6 EL DEFECTO ESTA INHERENTE EN LO QUE SE HACE

Como se manifestó en la introducción de este trabajo “no se debe olvidar que se es parte de un universo imperfecto y que por lo tanto también la imperfección es una característica que se posee, es decir que cualquier cosa que se piense, se diga o se haga, lleva implícito un halo de imperfección”. Ver Figuras 21 y 22. La anterior consideración puede ser manifestada de manera consciente e inconsciente y depende de:

- **Conocimiento de lo que se hace:** Tiene que ver con la deficiente competencia del individuo. Si no se conoce bien lo que se hace, existen numerosas posibilidades de que algo no salga como estaba previsto.
- **Habilidad (aptitud) con que se hace:** También tiene que ver con la baja competencia. La baja destreza con que se hacen las cosas pueden ocasionar resultados desfavorables para el propósito que se persigue.
- **Concentración en lo que se hace:** Tiene que ver con el entorno inadecuado del individuo. El hecho de no poder concentrarse por diferentes motivos (preocupaciones, exceso de trabajo, presión organizacional, ergonomía, etc.) conllevan a situaciones de riesgo.
- **Actitud con la que se hace:** Tiene que ver con el mal comportamiento. La negligencia, falta de prevención, apatía, irreverencia desenfocada de los individuos ocasionada por múltiples causas (baja estimulación, falta de compromiso, remuneración, etc.) también arroja resultados negativos.

- **Intención por la que se hace:** También tiene que ver con el comportamiento del individuo con la organización y podría conllevar a consecuencias desagradables.

Figura 21. Manifestación de los defectos



Figura 22. El Defecto está presente en el Ciclo de Vida de los Equipos



En fin se podría seguir enumerando muchas razones por las cuales los defectos podrían aparecer en las cosas que los seres humanos hacen. Es por esto que en muchos artículos relacionados con este tema se dice que “los accidentes realmente no ocurren, si no que son provocados”² de manera consciente o inconsciente. Pero también se puede lograr que las cosas se hagan correctamente y los resultados se den de acuerdo con lo previsto. Si se trabaja de la manera correcta, es decir previendo todas las situaciones anteriores y abordándolas de manera estructurada, solo así es posible, sino eliminar el defecto, por lo menos administrarlo, minimizando sus consecuencias si es que se manifiesta o controlando su estado latente, es decir que aunque se tenga, evitar que se manifieste.

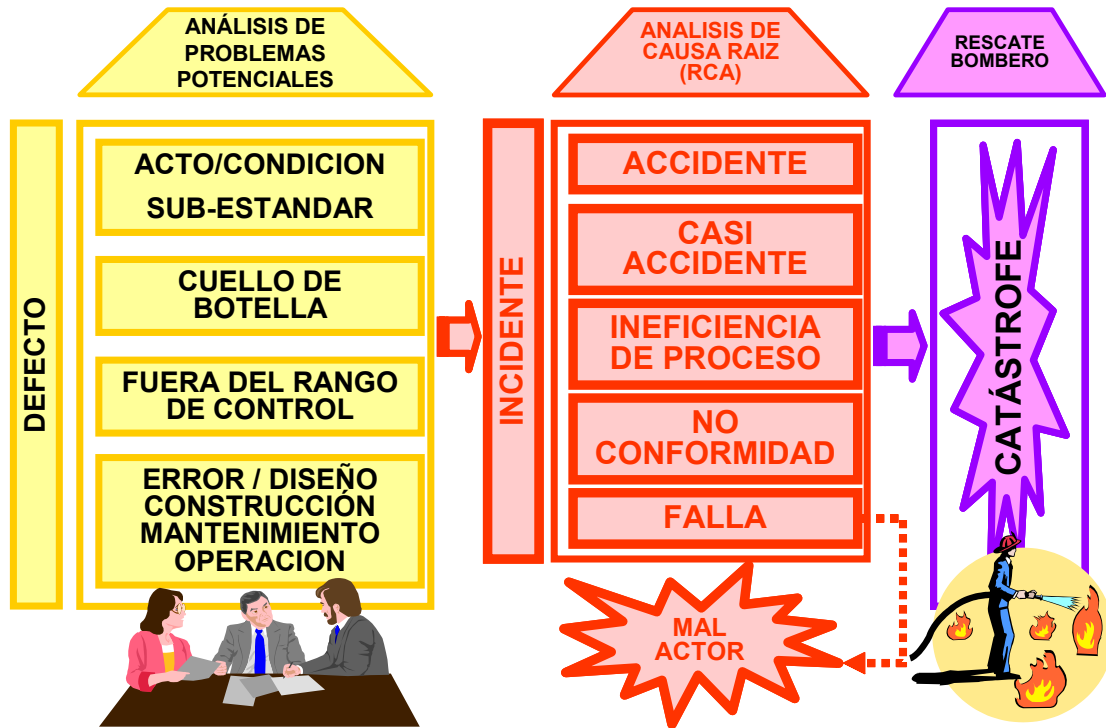
4.7 PROBLEMAS POTENCIALES, INCIDENTES Y MALOS ACTORES

Como se dijo, los defectos son inherentes a la naturaleza humana y siendo conscientes de esto, se puede decir que en donde se debe colocar toda la atención para mejorar la confiabilidad de los procesos, es en entender como se presentan las situaciones alrededor de esta característica natural y así poder plantear todas las consideraciones al respecto, diseñar las estrategias que permitan trabajar en la dirección correcta y optimizar los recursos para poder administrar los riesgos con un enfoque integral. La Figura 23, muestra que el punto de partida es el defecto, hacer las cosas hasta que tengan cero defectos (queden perfectas) no es práctico ni económico, sin embargo en un proceso de mejoramiento continuo es factible lograrlo, y la estrategia que se desarrolla en este trabajo, es un modo de hacerlo.

Bueno todo defecto produce una característica no deseada en lo que se hace (dentro de cualquier escenario de la cadena productiva) y que en ciertas ocasiones son difíciles de identificar, a estas primeras consecuencias del defecto se les puede conocer como actos o condiciones sub-estándar, errores de diseño, errores de construcción, etc. que aunque no hayan reflejado físicamente el problema, no quiere decir que no existan y por consiguiente el problema se encuentra latente, con la posibilidad de que aparezca de manera súbita o paulatina en cualquier momento, desencadenando a un incidente o incidentes con sus consecuencias. Existen estrategias en muchas organizaciones para administrar estas situaciones en esta primera etapa y se tienen diversos programas, para abordarlas y controlarlas antes de que el incidente aparezca; el análisis de problemas potenciales es la metodología que en conjunto con herramientas preventivas, predictivas y proactivas permiten realizar la gestión y salvaguardar la integridad de los procesos.

2. Hydrocarbon Processing Magazine. Operador mantenedor, clave para reducir fallas. Octubre 2002

Figura 23. Identificando los ladrillos para entender la estrategia



Sin embargo no todo es posible detectarlo en esta primera etapa, ya sea por que un factor externo o interno apareció e hizo que se perdiera el control de la gestión provocando una deficiencia del aseguramiento o porque sencillamente se ha desconocido completamente lo que sucede alrededor de algo. Cuando el incidente aparece puede generar otra serie de situaciones, que son lamentables o no dependiendo del impacto (económico, ambiental, integridad humana o de imagen propia) que este halla generado; estas otras situaciones pueden ser un accidente, un casi accidente, alguna ineficiencia de proceso, o simplemente una falla (funcional o degradada) de un equipo de la cadena productiva, que de repetirse paulatinamente convertirían a este equipo en un mal actor. Tipo de hechos como estos, a veces se convierten en catástrofes que generan un impacto negativo enorme para la organización.

En muchas organizaciones, como se vio en el capítulo 1, se ha abordado de alguna manera el planteamiento de estrategias que permitan encontrar las causas y generar acciones para evitar que la situación se vuelva a presentar. Este tipo de estrategias tienen un gran componente reactivo, pues actúan y pueden ayudar solo cuando el problema ha aparecido y ha causado ya alguna pérdida. La metodología utilizada para ayudar en la gestión, en sí, ha adoptado diversos nombres con el paso del tiempo, ya sea por su misma evolución, aplicación, complejidad de la situación, tipo de organización, herramientas utilizadas, alcance o contenido. En esencia todas tienen estructura, arquitectura y persiguen lo

mismo, que es encontrar las causas del problema para poder diseñar soluciones efectivas, que una vez implementadas eviten que éste se presente de nuevo. Que o cual utilizar, verdaderamente no es lo mas importante, ya que estas estrategias en sí mismas son metodologías, herramientas o un conjunto de ambas, que si se aplican sistemática y apropiadamente, independientemente de cual se utilice (Análisis de Fallas, Análisis de Problemas, Gestión de Incidentes, Análisis de Causa Raíz, etc.), permitirán obtener los resultados esperados.

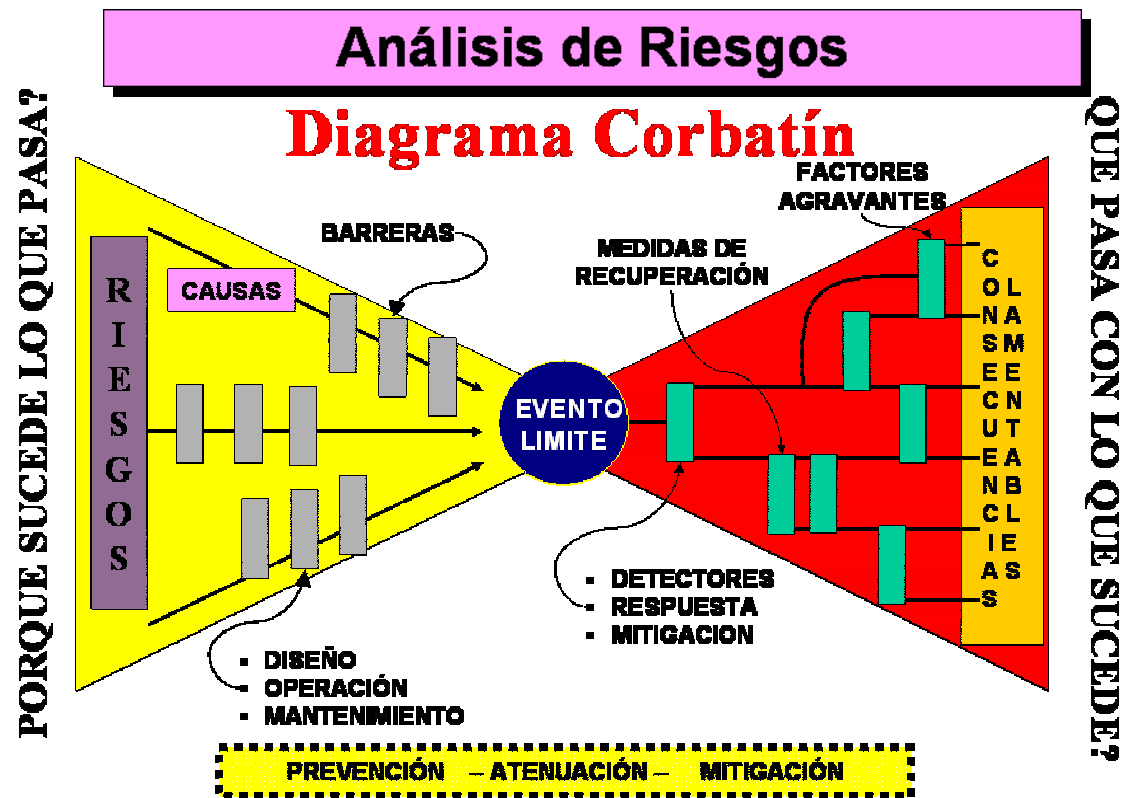
4.8 ALREDEDOR DEL EVENTO LIMITE

Dentro de lo que se ha visto se sabe que “los acontecimientos de cualquier tipo, son rara vez, el resultado de una sola causa”. Este principio es esencial para poder comenzar a identificar como está todo interrelacionado e ir identificando como se desenvuelven los hechos ante un incidente cualquiera. No es recomendable suponer que existe una causa única para un evento cualquiera.

Cuando se enlazan los hechos, producto de una investigación minuciosa de cualquier incidente (evento límite y su alrededor), se percibe que son producto de muchos factores que se mezclaron en el momento preciso, en el lugar preciso y bajo consideraciones precisas. Nada es fortuito o casual, todo tiene comportamiento en la que muchos elementos no asegurados, o previstos, provocaron lo sucedido. La Figura 24, permite tener una idea diagramada en forma de corbatín, manifiesta cómo se presenta un incidente, cuales son sus causas, de que manera se involucraron y bajo que circunstancias se pudieron haber dado los hechos. Después del evento límite, que es lo que siempre se manifiesta de manera mas evidente, se podrán observar las consecuencias presentadas, los factores que pudieron agravar lo sucedido, las medidas de mitigación y control que se tuvieron o pudieron haber tenido en cuenta para manejar el problema. Como se puede ver todo gira alrededor del evento límite, el después, que es donde se encuentran los hechos que manifiestan que pasa cuando un incidente se presenta y el antes, que es donde se encuentran los hechos del porque ese incidente se presentó.

Después que una situación, que condujo a hechos lamentables tiene cabida en cualquier proceso, lo que primero que se identifican son sus consecuencias, o sea los hechos que están del lado derecho del evento límite. Sin embargo el evento límite en sí, es transparente para el observador desprevenido y los sucesos que provocaron lo sucedido, son aún más difíciles de identificar. Lo anterior quiere decir que las consecuencias de un incidente, se revelan de manera casi inmediata, sin embargo el evento inminente en sí y las causas que lo provocaron, encapsuladas en un conjunto de hechos y condiciones, solo son posible identificarlos con metodologías que de manera estructurada y bien aplicadas podrían permitir reconstruir de manera aproximada la realidad de lo sucedido.

Figura 24. Diagrama del Corbatín, Alrededor del Evento Límite



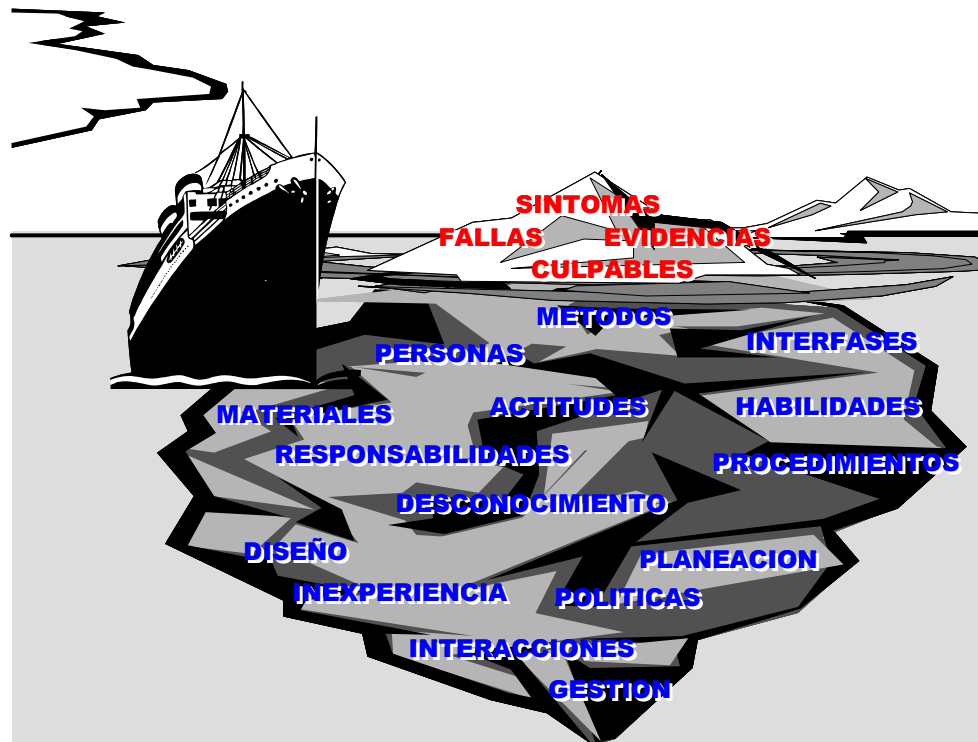
4.9 DIFERENCIA ENTRE SINTOMAS, EVIDENCIAS Y CAUSAS

La primera interpretación que se tiene de todo incidente, problema, accidente, etc. está alrededor de las consecuencias, las demás situaciones están ocultas para el observador desprevenido. La famosa analogía del iceberg o témpano de hielo que flota en el mar, ver Figura 25, ilustra cuales situaciones son identificables sin mayor esfuerzo, tales como síntomas, evidencias, responsables directos y hasta el incidente en sí, que se muestran por encima de la superficie y en muchas ocasiones son considerados erróneamente como la causa del problema, pero no lo son. El lado que permanece inmerso en el agua, que es la mayor parte del iceberg se encuentra oculto para el observador y es allí donde se encuentran todas las posibles situaciones que condujeron al problema u ocasionaron el incidente, a esto es lo que se le conoce con el nombre de causas.

La identificación o búsqueda de las causas, se convierten en el propósito principal para la investigación cualquier problema. Sin embargo las causas también son hechos y aparecen estratificadas y desagregadas en el tiempo y el espacio,

también se pueden manifestar con cierto grado de incertidumbre; es por esto que las causas las podemos clasificar de acuerdo con su determinación.

Figura 25. Iceberg de los Síntomas, Evidencias y Causas



De acuerdo con los dos párrafos anteriores, a continuación se tienen las siguientes definiciones:

- **Evidencia:** Hecho manifestado como una situación o condición que muestra características posibles de lo acontecido.
- **Síntoma:** También es un hecho y está manifestado en el comportamiento anormal de un determinado parámetro.
- **Causa:** Aunque es un hecho, manifestado como una acción o condición, es considerada como una de las fuentes de otros hechos posteriores.
- **Causa Inmediata:** Es aquella causa que se encuentra muy cercana al evento límite como elemento desencadenante y a veces es evidente al sentido común, sin embargo hay que ser cuidadosos en su confirmación. Algunas veces es interpretada y asociada a un síntoma.
- **Causa Básica:** Causa que se encuentra en los primeros niveles de la cadena de hechos, muy alejada del evento límite, requiere de un análisis minucioso

para identificarlas. Estas explican la potencialidad de que surja el incidente, como elemento primario del riesgo o peligro.

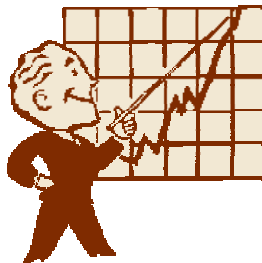
- **Causa posible:** (Que puede ser), es la causa que por la naturaleza del problema, podría estar muy relacionada con la fuente del problema, pero aún sin ninguna confirmación.
- **Causa Probable:** (Que puede probarse) es la causa que ha sido asociada con la naturaleza del problema y que está soportada con hechos verificados y datos confirmados, por lo tanto está muy relacionada con la fuente del problema, sin embargo no necesariamente es la causa raíz del problema.
- **Causa Raíz:** Causa de causas, es la causa que ha sido relacionada con la naturaleza del problema, se ha podido probar con datos y hechos. Además pertenece a un encadenamiento ordenado y lógico de hechos, que concuerdan con la descripción del problema.

4.10 OTROS ELEMENTOS PARA COMPRENDER LA ESTRATEGIA

En esta sección se pretenderá definir o acercar a la realidad del contexto algunos elementos esenciales para complementar el entendimiento de la estrategia para la eliminación de defectos. Algunos de los elementos, Ver Figura 26, aplicables en esta metodología son:

- **Análisis:** Permite separar una situación en elementos mas pequeños para entenderla, comprenderla y abordarla.
- **Síntesis:** Permite integrar los elementos estudiados para poder explicarlos.
- **Sinergia:** El resultado que se obtiene de los integrantes de un grupo, interactuando en equipo, es superior al resultado de esos mismos integrantes, actuando individualmente. Además debe existir un número óptimo de integrantes.

Figura 26. Análisis, Síntesis y Sinergia



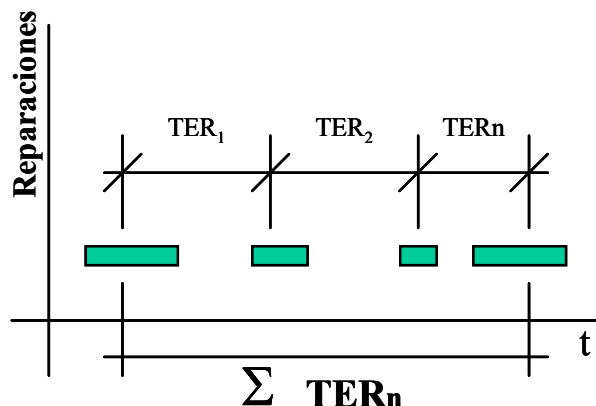
- **Herramienta:** De su raíz, es un Instrumento de Hierro. Pero ampliando el concepto se puede decir que es un dispositivo físico o no físico que permite o ayuda en el desarrollo de una determinada actividad. Una herramienta puede cumplir uno o más propósitos. Cuando las herramientas son mal empleadas corren el riesgo de causar daños sobre los sitios donde se utilizan, sobre ellas mismas o incluso sobre las personas que las usan. Ver Figura 27.

Figura 27. Diferentes Tipos de Herramientas Físicas.



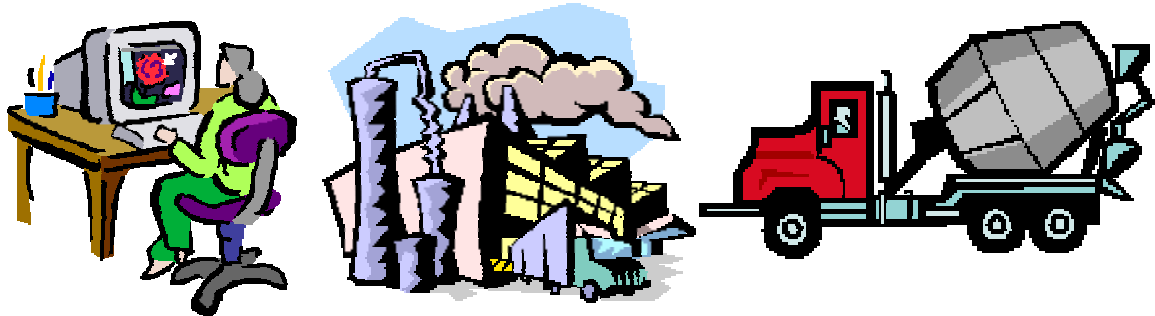
- **Holístico:** Del griego holos, totalidad. Se refiere a la forma de comprender la realidad en función de su integralidad, cuyas propiedades no pueden ser reducidas a unidades menores de referencia.
- **SICAM:** Sistema Integrado y Computarizado para la Administración del Mantenimiento. Sirve para manejar la información de los equipos (activos productivos) y su gestión: Generalidades, Mantenimiento, Costos, Programas de Trabajo, Tiempo Medio Entre Reparaciones (TMER, ver Figura 28), Materiales, Compras y otros aspectos del soporte de la Cadena Productiva. Ver Figura 29. En la Refinería de Cartagena como se mencionó en el Capítulo 2 se utiliza el ELLIPSE (versión actualizada del MIMS). Ver Anexo 2.

Figura 28. Significado del Tiempo Medio Entre Reparaciones (TMER)



$$\text{TMER} = \frac{\sum \text{TER}_n}{n}$$

Figura 29. SICAM para Administración de los Activos.

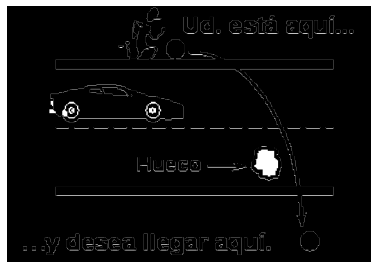


- **Activo:** Eslabón de la cadena productiva de un negocio determinado. Los equipos de una planta industrial son considerados activos, puesto que si no cumplen su función podrían afectar seriamente el propósito o desempeño de la planta. Ver Figura 29.
- **Defecto:** Cualquier acción o condición técnica o administrativa que ocasiona o puede ocasionar un incidente y/o una falla. Ver Figura 30.
- **No Conformidad:** Parte de un proceso que no está dentro de ciertas especificaciones preestablecidas de calidad. Estas pueden verificarse realizando pruebas y mediciones a lo largo del proceso. Ver Figura 30.
- **Riesgo:** Es la probabilidad de que un evento específico no deseado ocurra (suceso) y provoque unas consecuencias no deseadas. Esta definición es un poco mas amplia que la que se dio en el capítulo 3, la razón de ello es que el riesgo no solo es aplicable a los accidentes sino a cualquier situación de cualquier naturaleza o escenario que se esté evaluando. Ver Figura 31.

Figura 30. Defecto y No Conformidad



Figura 31. Definición General del Riesgo



$$R = C \times P \times E$$

R = Riesgo

C = Consecuencia

P = Probabilidad

E = Exposición.

- **Incidente:** Evento o cadena de eventos no planeados que causaron (accidente) o que pudieron haber causado (casi-accidente) lesiones, enfermedades, daño (o muerte) a las personas, a los bienes (incluyendo pérdidas de producción), al medio ambiente y/o a la imagen de la Empresa (incluyendo el sistema de calidad). Ver Figura 32. Ver además Anexo 3.
- **Accidente:** Se toma una definición mas amplia (no solo en lo laboral) de la vista en el Capítulo 3. El accidente se considerarse como todo acontecimiento anormal (Incidente) que se produce en una actividad cualquiera y que ocasiona, o pudo haber ocasionado lesiones a las personas. Ver Figura 32.
- **Casi-accidente:** Son aquellas situaciones con las mismas causas que provocan un accidente, solo que este caso no hay lesiones personales, pero que de mantenerse las mismas condiciones del riesgo, podrían de haberlas en un futuro; y es en este sentido es que la prevención, debe actuar.

Figura 32. Accidente, Plataforma Piper Alpha (Mar del Norte – Julio de 1988)



- **Falla:** Defecto que no fue eliminado y que trajo como consecuencia la degradación o pérdida de la función de un activo o equipo en un proceso o planta, con aumento en los costos de mantenimiento y con posibles pérdidas en la producción. Ver Figura 33.

- **Mal Actor: Equipo** de la cadena productiva (activo de una planta) con un alto costo en las tareas de mantenimiento y una excesiva repetición de fallas que hacen que el TMER se disminuya. Ver Figura 33. Ver además Anexo 4.
- **Reparación:** Toda intervención que implica aislar al equipo de su proceso para restablecer su condición a los niveles que el negocio o el proceso lo requiera. Puede ser por origen correctivo o preventivo. Ver Figura 34

Figura 33. Fallas Recurrentes. Equipo Mal Actor (Refinería de C/gena 2003)

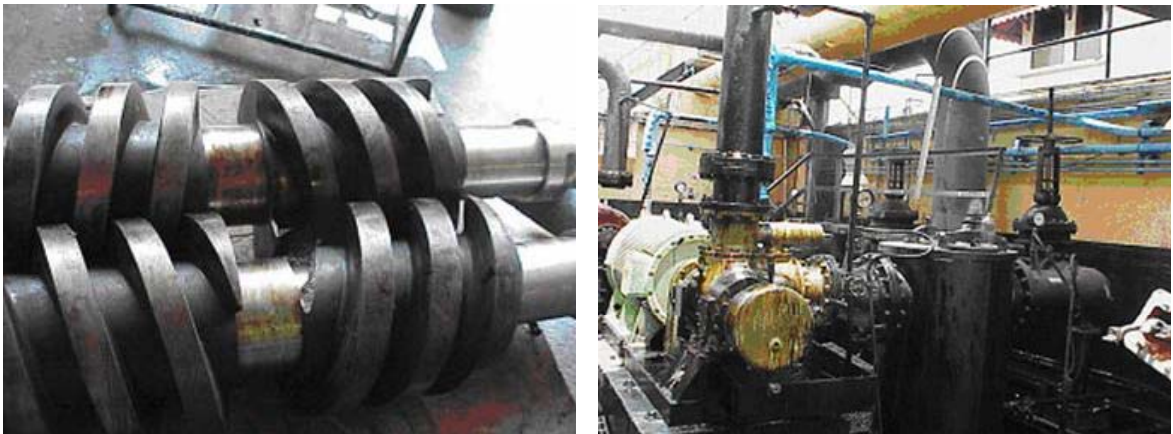


Figura 34. Tipo de Reparación



5. METODOLOGIA DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ

5.1 GENERALIDADES DEL ANALISIS DE CAUSA RAIZ (ACR)

El ACR, es un proceso estructurado (consciente, enfocado y analítico) que permite identificar las causas responsables que provocaron una situación no deseada (falla, problema, accidente, incidente, etc.), observando la cadena de eventos y condiciones (causas y efectos) que originaron el “efecto primario”. El análisis de causa raíz es el corazón del programa para eliminar defectos de un determinado proceso (ver sección 2.2), es uno de los pilares claves para tener éxito en el mejoramiento de la confiabilidad. De los cuatro, sólo “Eliminación de Defectos” tiene impacto directo sobre las otras tres como lo muestra la Figura 35. Por tanto, como los recursos son limitados, el mayor beneficio se logra aplicando en primer lugar a la Eliminación de Defectos. Aquí se requiere una capacidad sólida para la solución de problemas con base en los hechos y la metodología para el análisis de la causa raíz, por ser un proceso con términos y herramientas estructuradas y objetivas, es la más indicada. A continuación otras razones para la aplicación del ACR en la Eliminación de Defectos:

- Las causas y soluciones a los problemas rara vez son obvias.
- El ceñirse a un proceso asegura que las causas y soluciones se basen en datos y hechos.
- También permite asegurar soluciones directamente ligadas con la causa.

En este capítulo no se pretenderá explicar todas las herramientas utilizadas, solo se mencionará en que fase, paso o etapa son utilizadas. De otro lado, el ACR no es un grupo de personas sentadas alrededor de una mesa preguntándose ¿qué se va hacer con este problema?, ver Figura 36, sino un equipo de trabajo multidisciplinario (no muy numeroso, máximo 5 personas), que busca de manera metódica las causas de un problema y el planteamiento de sus soluciones.

5.2 FASES Y ETAPAS APLICADOS EN LA METODOLOGIA

La Metodología es un conjunto de herramientas y metodologías mas pequeñas que se deben utilizar de manera ordenada. Se encuentra estructurada por fases y estas a su vez por etapas que van proporcionando consistentemente la forma y fondo de lo sucedido, así como los planteamientos necesarios para desarrollar

soluciones efectivas. En la Tabla 3, se presentan sintetizadas estas fases y etapas. Ver en el Anexo 5, la versión mas actualizada y con responsables.

Figura 35. Impacto de la Estrategia para la Eliminación de Defectos

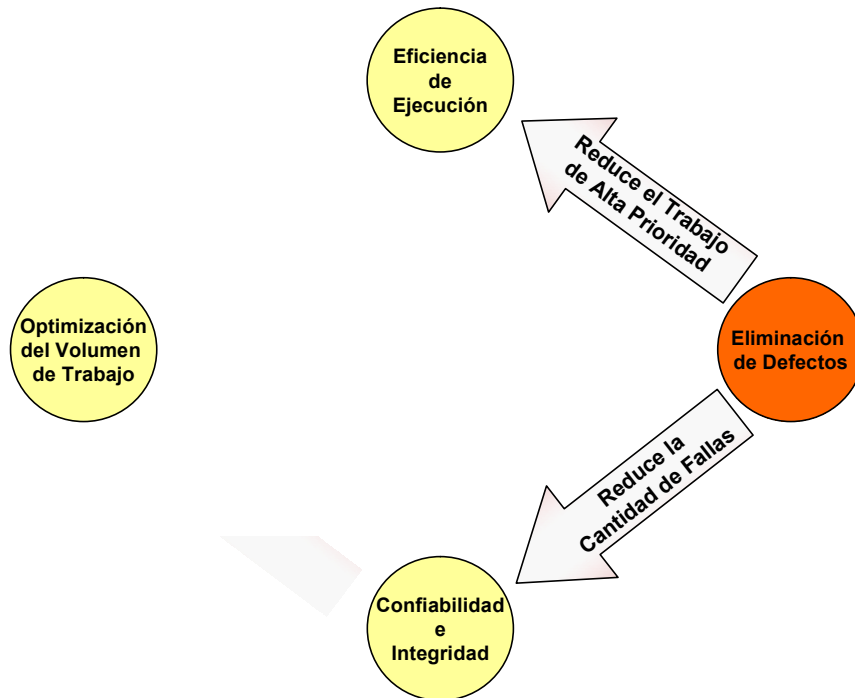


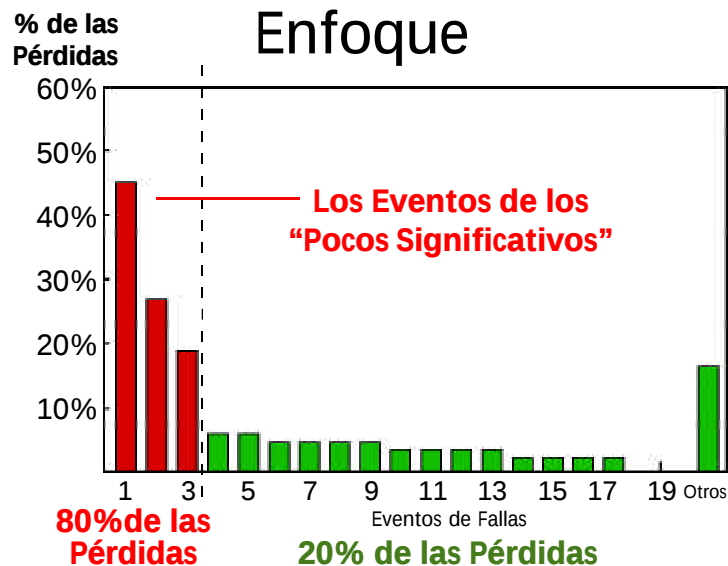
Figura 36. Lo que no es el Análisis de Causa Raíz



La Metodología PROACT® de RCI de Análisis de Causa Raíz

Paso 1

FMEA - Una Técnica de Dar Enfoque



Los Pasos para Realizar un FMEA

1. Llevar a cabo trabajo preparatorio
2. Recolectar datos
3. Resumir y codificar resultados
4. Calcular la pérdida
5. Determinar los "Pocos Significativos"
6. Validar los resultados
7. Emitir un informe



Paso 2

Preservar la Información del Evento



Las Cinco Clases de Datos de Evento a Preservar (Las 5Pes)

1. **P**iezas
2. **P**osición
3. **P**ersonas
4. **P**aradigmas
5. **P**apel



Paso 3

Ordenando al Equipo de Análisis



Los Pasos para Organizar el Equipo de Análisis

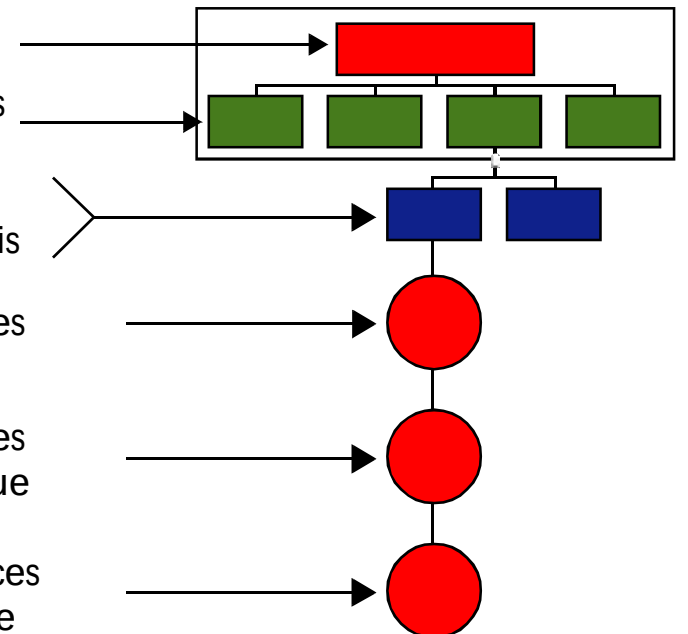
- Armar un equipo de análisis
- Desarrollar los reglamentos y los Factores Críticos del Éxito (CSF) para el análisis
- Asignar las responsabilidades por las 5 Pes
- Desarrollar una estrategia para capturar las 5 Pes



Paso 4

Analizar

1. Describir el Evento de Falla
2. Describir los Modos de Fallas
3. Hipotetice
4. VERIFIQUE Hipótesis
5. Determinar la Raíces Físicas y Verifique
6. Determinar la Raíces Humanas y Verifique
7. Determinar las Raíces Latentes y Verifique



Paso 5

Comuniquen los Hallazgos y las Recomendaciones



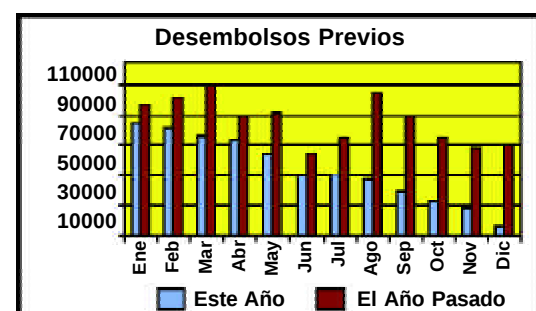
Sugerencias

- Desarrollar recomendaciones para remediar las causas raíces identificadas
- Preparar una presentación de su "caso sólido" para el equipo de revisión de la administración



Paso 6

Monitoreo De Los Resultados



Método de Monitoreo

- Identificar las mediciones claves a monitorear
- Identificar el impacto real de las recomendaciones implementadas
- Informar datos del retorno sobre la inversión (ROI) a la administración

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 1 de 19

RELACION DE VERSIONES

VERSION	DESCRIPCION	FECHA
00	Elaboración del instructivo de acuerdo con las recomendaciones dadas en la PFI's de los módulos de Optimización (MERIT y HSE)	20 de Junio del 2003
ELABORO	REVISO	APROBO
Daniel Ortiz	Jaime López Marlon Soto Luis Bohorquez	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 2 de 19

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. GLOSARIO	3
4. DOCUMENTOS	3
4.1 DOCUMENTOS DEROGADOS	3
4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS	3
5. CONDICIONES GENERALES	4
5.1 Responsabilidades	4
5.2 Herramienta informática	4
6. DESARROLLO	4
6.1 VALORACIÓN, CLASIFICACIÓN Y REPORTE PRELIMINAR	4
6.1.1 Registrar incidente en	4
6.1.2 Cerrar el evento en MIMS.	11
6.2 DEFINIR NIVEL DE INVESTIGACION Y EQUIPO DE TRABAJO	12
6.2.1 Crear OT Padre en MIMS o Ellipse.	12
6.2.2 Crear OT en MIMS para Intervención del equipo o la falla	13
6.2.3 Crear OT en MIMS para seguimiento del Análisis de Causa Raiz	14
6.2.4 Crear OT en MIMS para seguimiento de Recomendaciones	16
7. REGISTROS	16
8. CONTINGENCIAS	16
9. BIBLIOGRAFIA	16
10. ANEXO(S)	17

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 3 de 19

1. OBJETIVO

Establecer las tareas que se deben llevar a cabo para la creación de órdenes de trabajo Padre e hijas para atender y hacer seguimiento a recomendaciones de incidentes y su análisis de causa raíz.

2. ALCANCE

El instructivo de trabajo es una ampliación detallada de los pasos definidos en los procedimientos para Manejo de Incidentes (VRM-P-001) y para Análisis de Causa Raíz aplicados en la Refinería de Cartagena.

3. GLOSARIO

El glosario de términos utilizados para la definición del presente procedimiento se presenta en el [Anexo 1](#).

4. DOCUMENTOS

4.1 DOCUMENTOS DEROGADOS

Ninguno, primera edición.

4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Procedimiento para el manejo de incidentes. (VRM-P-001)
- Instructivo para la investigación y análisis de causa raíz, RCA (GRC-PIC-I-0001)
- Instructivo para el uso de la matriz RAM (VRM-I-001).
- Instructivo para el análisis estadístico de incidentes (ver Manual del proceso IMC).
- Instructivo para la investigación y análisis de causa-raíz. (GRC-PIC-I-0001)

Elaboró	Daniel Ortiz Plata
Revisó	Jaime López / Marlon Soto / Luis Bohorquez
Aprobó	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 4 de 19

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 Responsabilidades

La asignación de responsabilidades está dada en los procedimientos donde aplica este instructivo. Sin embargo, es responsabilidad de cada jefe de Departamento asegurar que la ejecución de este instructivo se realice acorde con lo escrito.

5.2 Herramienta informática

Para la realización de las tareas descritas en este instructivo se cuenta con la herramienta MIMS 3.13 la cual a partir de enero de 2003 será reemplazada por la versión Ellipse 5.2..

6. DESARROLLO

Para el desarrollo de este procedimiento se debe seguir la secuencia que se describe a continuación la cual está representada en el diagrama de flujo que se encuentra en el Anexo 2.

El diagrama de flujo mostrado es un complemento de los diagramas entregados en los documentos VRM-P-001 o GRC-PIC-I-0001 y si se encuentran diferencias estas se deben a la representación del detalle pero en ningún momento hacen cambiar lo aprobado en los procedimientos anteriormente mencionados.

6.1 VALORACION, CLASIFICACION Y REPORTE PRELIMINAR

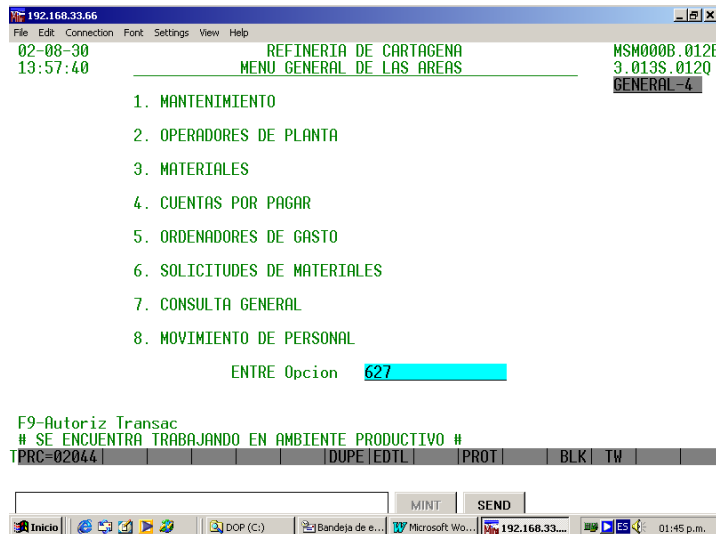
Las actividades que se muestran son solo las que hacen parte de este instructivo. Las restantes actividades incluidas en el diagrama corresponden a otro instructivo.

6.1.1 Registrar incidente en MIMS (ELLIPSE)

Quien pueda generar un evento o incidente debe suministrar la siguiente información escrita en el MIMS

OPCIÓN : 627
ENTER

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 5 de 19



Pantalla: MSM627A

1. Crear Entradas de Hoja Eventos
2. Modif Entradas de Hoja Eventos
3. Borrar Entradas de Hoja Eventos

ENTRE Opción

Proceso Ejecut

Fecha:

Turno

Creado por

Num Equipo o Ref

Estd Hoja Eventos

IMC

(Fecha de ocurrencia del incidente, formato año, mes día)

Z1

(Solo Opciones 2,3)

(ocicones 2,3)

(O-Abierta,C-Cerrada)(Solo Opc 2,3)

Digite el número 1 si es para crear un evento nuevo o, si desea modificar o borrar algún evento, seleccione 2 o 3, respectivamente.

Proceso Ejecutor: debe referirse a:

- **IMC**, como proceso responsable por el diagnóstico y clasificación de los eventos a equipos que sean para generación de una OT
- **MDD**, cuando se trate de un evento menor a un equipo
- **HSEQGRC**, cuando se trate de un incidente

Turno: Quien hace la solicitud o escribe el evento pertenece a alguno de los siguientes cinco turnos:

Z1 Turno 24hr UDC

Z2 Turno 24hr URC

Z3 Turno 24hr USI

M1

M2

M3

MTTO PITO-PITO UDC

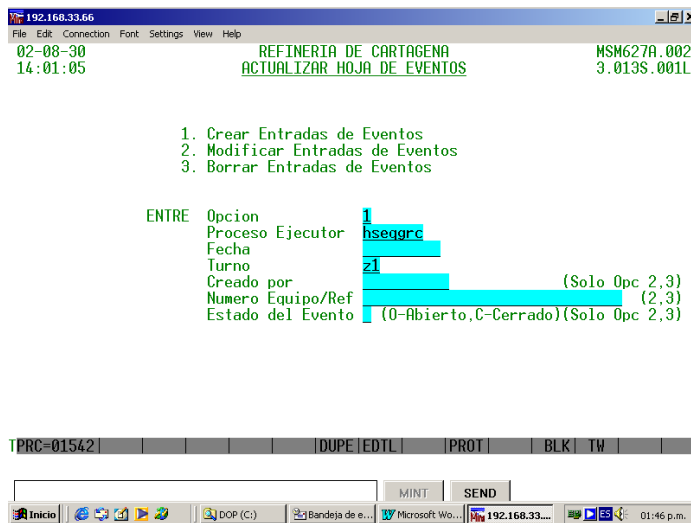
MTTO PITO-PITO URC

MTTO PITO-PITO USI

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 6 de 19

Z4	Turno 24hr Muelles	M4	MTTO PITO-PITO Muelles
Z5	Turno 24hr MP&P	M5	MTTO PITO-PITO MP&P
Z7	Turno 24hr LAB	M	MTTO PITO-PITO Talleres
Z8	Turno 24hr F/C	G	GENERAL (Areas administrativas)

Por lo tanto, deberá escribir el correspondiente.
Una vez escritos estos dos puntos puede dar
ENTER

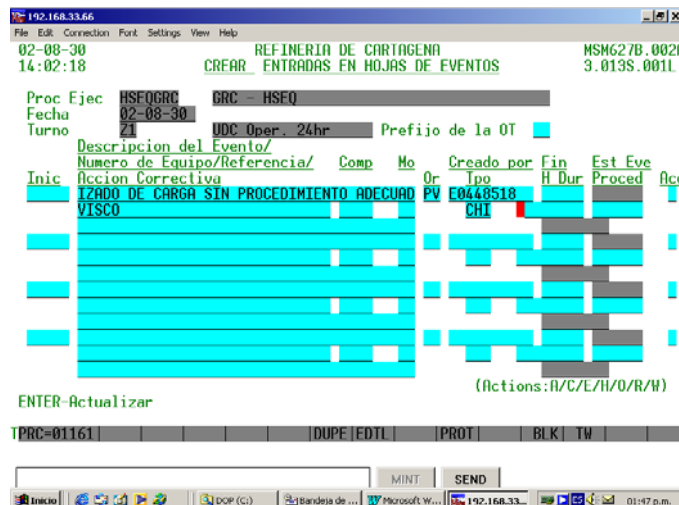


Pantalla: MSM627B

Observe que se encuentran varios renglones libres para registrar información de eventos. Al lado izquierdo encontrará cuatro campos libres que corresponden a cuatro eventos con posibilidad de escribir en esta misma pantalla. Para el registro de un solo evento se deben llenar los siguientes campos:

Prefijo de la OT: No requiere llenarse

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 7 de 19



02-08-30 14:02:18 REFINERIA DE CARTAGENA MS627B.002A
 02-08-30 14:02:18 CREAR ENTRADAS EN HOJAS DE EVENTOS 3.013S.001L

Proc Ejec HSEGRG GRC - HSEQ
 Fecha 02-08-30
 Turno 24 UDC Oper. 24hr Prefijo de la OT

Inic	Descripcion del Evento/ Numero de Equipo/Referencia/ Accion Correctiva	Comp	Mo	Or	Creado por	Fin	Est	Eve	Acc
	IZADO DE CARGA SIN PROCEDIMIENTO ADECUAD			PV	e0448518				
	VISCO			CHI					

ENTER-Actualizar (Actions:A/C/L/H/O/R/W)

TPRC=01161 DUPE|EDTL| PROT| BLK| TW

MINT SEND

(PRIMER RENGLÓN)

Inic: Para **incidentes**, registre la hora de ocurrencia. Para **eventos** no requiere llenarse.

Descripción de: Escriba en forma muy resumida, a modo de título, lo que se sucede. Para registrar mayor información, como por ejemplo sus sugerencias para la reparación, escriba la letra E en el campo "**Acc**" el cual lo llevará al texto extendido del evento.

Or: corresponde este campo al ORIGEN del mantenimiento o del hallazgo, esto es, Correctivo (CO) , Preventivo (PV) , Predictivo (PD), Mejorativo (ME) y Garantía (GA). Si ha tenido consecuencias reales es Correctivo, si no ha habido consecuencias reales, solo son potenciales, se clasificará como Preventivo.

Creado por: Campo para escribir el Registro del funcionario que escribe el evento: **e0449999**.

Fin : Para **incidentes**, registre la hora de terminación. Para **eventos** ESTE CAMPO NO REQUIERE LLENARSE PORQUE ES PARA CUANDO EL EVENTO SE REALIZA COMO EVENTO MENOR Y REQUIERE REPORTARSE SOBRE ESTE MISMO DOCUMENTO.

Acc: Este es el campo de "Acción" el cual permite las siguientes opciones:

- A Creación automática de Orden de Trabajo (MSO62T) **Solo para uso del ingeniero de Confiabilidad**
- C Cerrar evento, para cuando haya seleccionado la opción 2

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 8 de 19

- D Borrar evento, para cuando haya seleccionado la opción 3
- E **Descripción extendida del evento(MSM096A)**
OBLIGATORIA PARA EL REGISTRO DE INCIDENTES
- H Revisar historia del equipo (MSM633A)
- O Reabrir evento, para cuando haya seleccionado la opción 2
- R Revisar detalles de la Orden de Trabajo asociada al evento (MSM621D)
- W Crear/mantener Orden de Trabajo desde el evento (MSM62TA)
- Solo para uso del ingeniero de Confiabilidad e Ingeniero de Mantenimiento de Planta**

(SEGUNDO RENGLÓN)

Numero de Equipo o Referencia :

Debe indicarse obligatoriamente el número del equipo o unidad productiva a la cual se le va a trabajar o se presentó el incidente. Como norma debe ser del nivel mas bajo de equipo para que se pueda hacer seguimiento integral. En la medida que esto **no se haga**, esto es, que los equipos indicados sean unidades productivas, los análisis de costos serán muy vagos y no especificarán el equipo problema o exitoso. Así mismo, le facilita la búsqueda del equipo problema en el campo al diagnosticador. Para facilitar la consulta de la existencia de un equipo, en el manual del usuario de MIMS se entrega el procedimiento respectivo.

Si el reporte es sobre un acto subestandar se debe reportar el equipo en donde se ejecutó la acción o si es muy genérico, se debe reportar en la sección de la planta o a la planta (UDCGRAL, URCGRAL, ELECTRICA o ELETEXGRAL.

- Comp:** Corresponde este campo al código de componente del equipo que falló o se detecta su problema. Este campo no es obligatorio para quien genera el evento
- Mo :** Idem al anterior
- Tpo** en este campo se debe indicar el TIPO DE EVENTO para lo cual debe escoger el número de una de las siguientes opciones:

Eventos que generarán OT y son dirigidos a IMC

COC	EVENTO PARA OT:CIVIL GRC
COE	EVENTO PARA OT:ELECTRICO GRC
COI	EVENTO PARA OT:INSTRUMENT. GRC
COM	EVENTO PARA OT:MECANICA GRC
COT	EVENTO PARA OT:METALIST. GRC

Si está seguro del direccionamiento del evento como un evento menor, entonces **debe** escribir alguno de los siguientes códigos:

CME	EVENTO MENOR:ELECTRICO GRC
CMI	EVENTO MENOR:INSTRUMENTOS GRC

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 9 de 19

CMM EVENTO MENOR:MECANICO GRC
 CMP EVENTO MENOR:EQUIPO PESADO GRC
 CMT EVENTO MENOR:METALISTERIA GRC

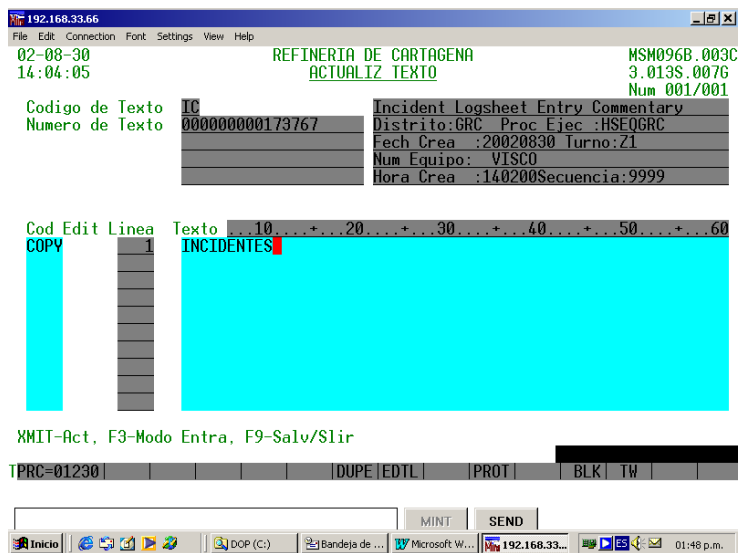
Si es un evento de HSEQ, tiene las siguientes dos opciones

CHA GRC, ACTOS INSEGUROS
 CHI GRC, CONDICIONES INSEGURAS

O, en su defecto, teclear el símbolo de interrogante “?” y lo llevará a la TABLA JI, donde podrá seleccionar los códigos entre CAP hasta COT.

Los siguientes campos no son obligatorios para quien genera el evento. Estos sí los debe tener en cuenta el ingeniero de confiabilidad de la planta para seguimiento y clasificación de ot's y el supervisor de mantenimiento para reportar los eventos menores.

Para el Texto extendido de un INCIDENTE debe reportar los datos siguiendo los siguientes pasos:



- Una vez entra a la pantalla de texto debe presionar la tecla F3.
- Al aparecer el espacio de escritura en la izquierda escriba la palabra COPY y la palabra INCIDENTES tal como aparece en la figura anterior.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 10 de 19

- Teclee ENTER y aparecerá el texto preformateado para el registro completo del incidente

192.168.33.66

02-09-02 14:56:37

REFINERIA DE CARTAGENA
ACTUALIZ TEXTO

MSM096B.003C
3.013S.007G
Num 001/001

Codigo de Texto 10 Incident Logsheet Entry Commentary
Numero de Texto 000000000173872

Distrito:GRC Proc Ejec :HSEQGRC
Fech Crea :20020901 Turno:Z1
Num Equipo: UDCGRAL
Hora Crea :143400Secuencia:9999

Cod Edit Linea Texto

1	Tipo de correccion:(escribir segun instructivo)
2	Modo de hallazgo:(escribir segun instructivo)
3	Area de Impacto:(escribir segun instructivo)
4	Consecuencia real:(escribir segun instructivo)
5	Consecuencia Potencial:(escribir segun instructivo)
6	Efecto en:(escribir segun instructivo)
7	Factor de Riesgo Ocupacional:(escribir segun instructivo)
8	Subfactor de Riesgo Ocup.:(escribir segun instructivo)
9	Fuente: (texto de una sola linea)
10	Documentacin ampliada: (texto descriptivo de varias paginas)

XMIT-Act, F3-Modo Entra, F9-Salv/Slir

TPRC=01203

DUPE|EDTL| PROT| BLK| TW

MINT SEND

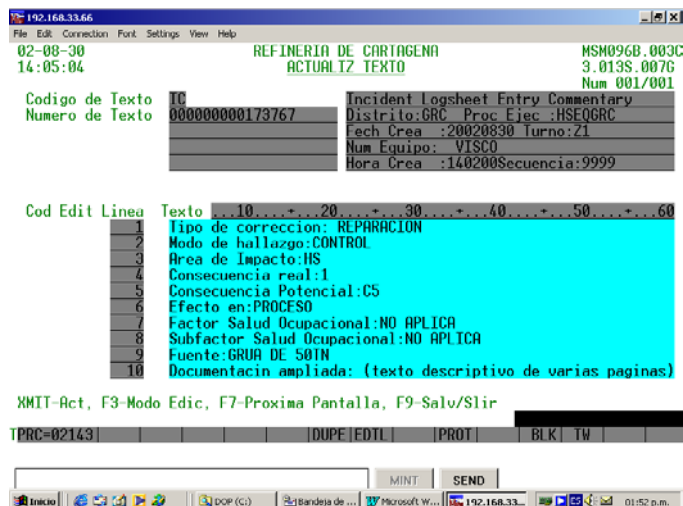
Inicio

- Tenga en cuenta los siguientes valores a escribir en cada uno de los renglones:

Tipo de correccion (ISO9000)	Modo de hallazgo	Area de Impacto	Consec. Real (RAM)	Consec. Potencial (RAM)	Efecto en	Factor S. O.	Subfactor S. O
Reparación	Condición sub-estándar	HS	5	(VER RAM)	Producto	Físico-químico	(Ver clasificación de salud ocupacional) como eléctricos, equipos sin protección, líquidos, Postura base de trabajo, Almacenamiento o inadecuado, Iluminación
Concesión	Acto Sub-estándar	Imagen	4		Proceso	Mecánico	
Reproceso	Falla de Control	Daño en equipo	3		Sistema	Químico	
Reclasificación		Calidad	2		Personas	Ergonómico	
Permiso de Desviación		Ambiente	1		Ambiente	Locativo	
Desecho		Producción	0				
No Aplica (cuando es un incidente en personas)							

- Fuente: (texto de una sola linea) Identifique el equipo o elemento fuente

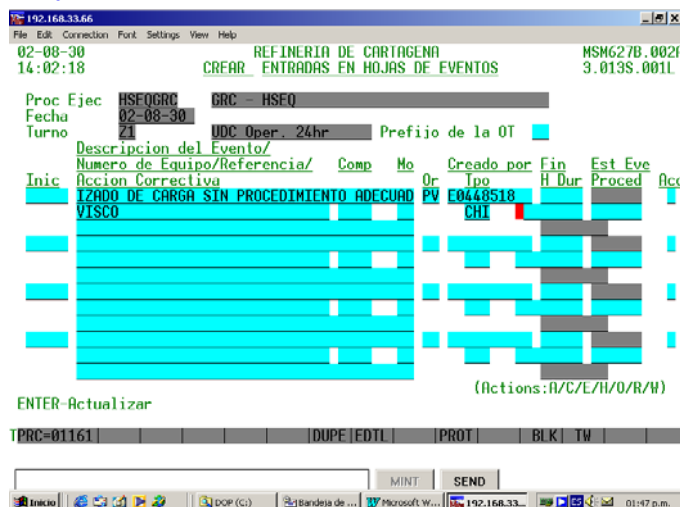
	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 11 de 19



- Documentación ampliada: (texto descriptivo de varias paginas o pantallas en la medida que sirva de aclaración del incidente o ampliación de los detalles importantes)
- Para finalizar teclee : ENTER y después F9
- Registre otro incidente siguiendo los mismo pasos o teclee enter para salvar y salir.
- Cierre MIMS cuando termine

6.1.2 Cerrar el evento en MIMS (ELLIPSE)

Para cerrar un evento específico se requiere entrar al evento identificado por el Proceso, la Fecha y el Turno por la opción 2 del 627. Una vez ubicado el evento, se escribe en el campo Acc la letra C y se teclaa dos veces Enter para confirmar la acción.



	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 12 de 19

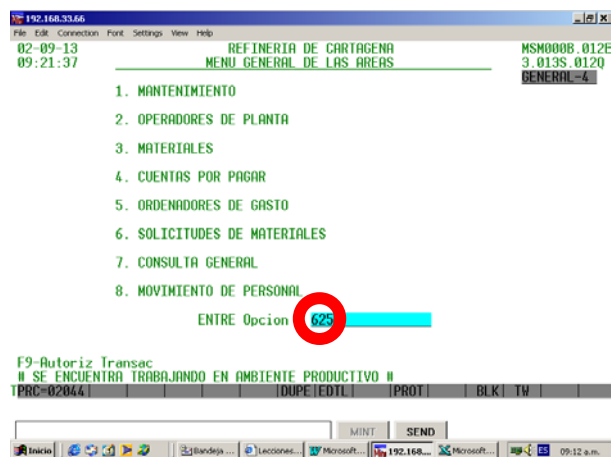
6.2 DEFINIR NIVEL DE INVESTIGACIÓN Y EQUIPO DE TRABAJO

6.2.1 Crear OT Padre en MIMS o Ellipse.

Para crear la OT Padre en MIMS se requiere que el responsable tenga actualizado su acceso a MIMS o Ellipse (usuario y palabra clave).

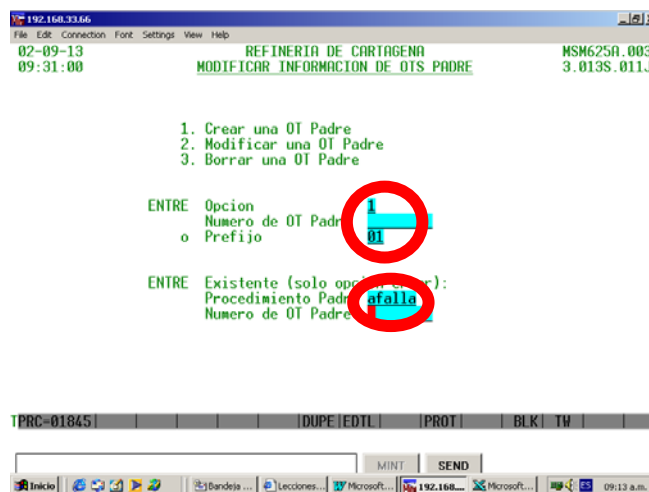
Las siguientes son las pantallas que verá y donde deberá escribir la información pertinente al incidente.

Paso 1:



En el campo de Opción debe escribir el número 625 correspondiente al programa de MIMS o Ellipse para creación de órdenes de trabajo Padre.

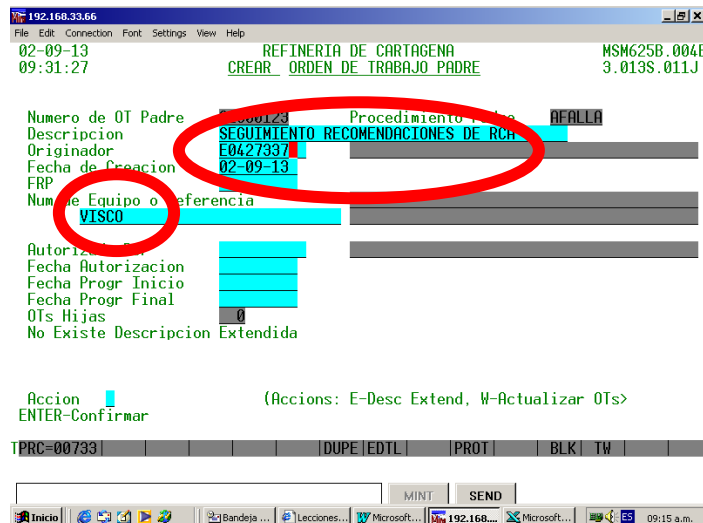
Paso 2:



	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 13 de 19

Para crear una OT padre, debe escribir en Opción el número 1, en Prefijo de debe escribir el número de prefijo de OT que le corresponde a la planta donde se presentó el incidente y el Procedimiento Padre debe escribir AFALLA el cual es un procedimiento preestablecido para que tome información básica igual para todos estos tipos de órdenes.

Paso 3:



En Descripción puede hacer cambios al texto preestablecido pero debe conservar las palabras SEGUIMIENTO RECOMENDACIONES ya que posteriormente servirán como clave de búsqueda para las OT a través de MIMSVU. En Origenador debe escribir el número de su registro tal como aparece en la gráfica y, por último, en Número de Equipo o Referencia, debe escribir el número del equipo en donde ha ocurrido el incidente pero teniendo en cuenta la forma como se han codificado los equipos en la Base de Datos.

Paso 4:

Una vez ha escrito esta información, revise el número asignado de la OT y, si desea, escríbalo en un papel o libreta para que lo recuerde al momento de generar las OT hijas. Para salir de Enter para salvar y Enter para confirmar. Si no va a generar inmediatamente las OT hijas, debe salir de MIMS o Ellipse.

6.2.2 Crear OT en MIMS para Intervención del equipo o la falla

Para crear la OT hija en MIMS que soporta la intervención del equipo, igualmente se requiere que el responsable tenga actualizado su acceso a MIMS o Ellipse (usuario y palabra clave) en el módulo 620.

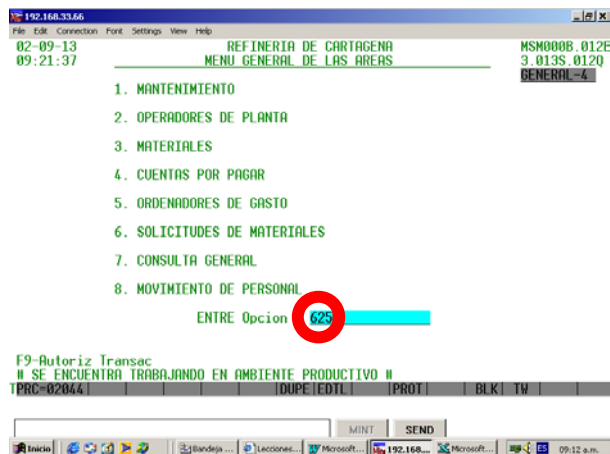
Para mayores detalles debe remitirse al instructivo GRC-XXX-I-999 Creación de OT a partir de un Evento.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 14 de 19

6.2.3 Crear OT en MIMS para seguimiento del Análisis de Causa Raíz

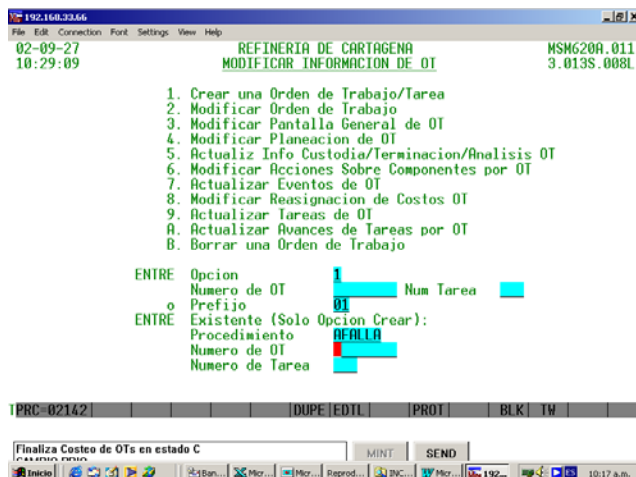
Las siguientes son las pantallas que verá y donde deberá escribir la información pertinente a la OT.

Paso 1:



Escriba en Opción el número **620** correspondiente al programa de MIMS o Ellipse para creación de órdenes de trabajo

Paso 2:

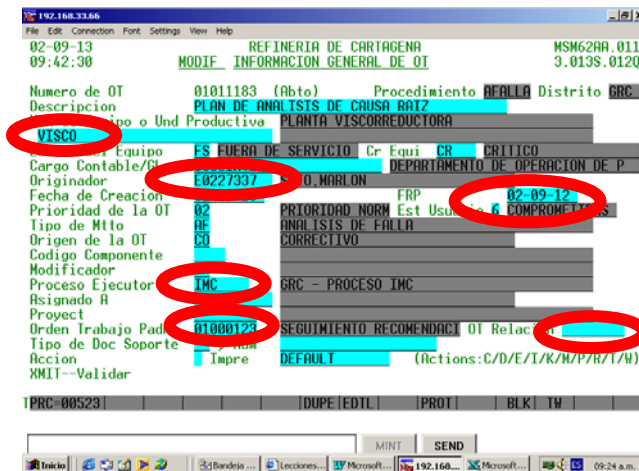


Para crear una OT para seguimiento del RCA debe escribir en Opción el número 1, en Prefijo debe escribir el número de prefijo de OT que le corresponde a la planta donde se

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 15 de 19

presentó el incidente y en Procedimiento debe escribir AFALLA el cual es un procedimiento preestablecido para que tome información básica igual para todos estos tipos de órdenes.

Paso 3:



REFINERIA DE CARTAGENA
MSM628A.011F
3.013S.012Q

MODIFICAR INFORMACION GENERAL DE OT

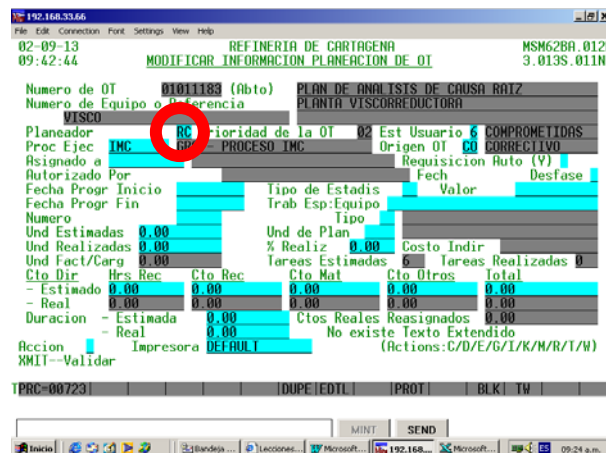
Numero de OT: 01011183 (Abto) Procedimiento: AFALLA Distrito: GRC
Descripcion: PLAN DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ
Tipo o Und Productiva: PLANTA VISCORREDUCTORA
Equipo: ES FUERA DE SERVICIO Cr Equi: CR CRITICO
Carga Contable/OT: E0227337 DEPARTAMENTO DE OPERACION DE P
Originador: O. MARLON
Fecha de Creacion: 02-09-12 FRP
Prioridad de la OT: 02 PRIORIDAD NORM Est Usuario: 6 COMPROMETIDAS
Tipo de Mito: AF ANALISIS DE FALLA
Origen de la OT: CO CORRECTIVO
Codigo Componente:
Modificador:
Proceso Ejecutor: TMC GRC - PROCESO TMC
Asignado a:
Proyecto:
Orden Trabajo Padre: 01000123 SEGUIMIENTO RECOMENDACION OT Relacionada
Tipo de Doc Soporte: SEGUIMIENTO RECOMENDACION
Accion: IMPRE (Actions: C/D/E/I/K/W/P/R/T/W)
XMIT--Validar

PRC-00523 | DUPE | E D T L | PROT | BLK | TW

Inicio | Bandeja | Lecciones | Microsoft | 192.168... | 09:24 a.m.

Debe asegurarse de escribir la información correcta en los siguientes campos: Número de Equipo, Originador; fecha requerido para entrega del informe, Estado de la OT en su proceso (por lo general será 6), Proceso Ejecutor, Número de OT Padre y el Número de la OT relación que es la OT con que se está interviniendo el equipo o la falla.

Paso 4:



REFINERIA DE CARTAGENA
MSM628A.012E
3.013S.011N

MODIFICAR INFORMACION PLANEACION DE OT

Numero de OT: 01011183 (Abto) PLAN DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ
Numero de Equipo o Referencia: VISCO PLANTA VISCORREDUCTORA
Planeador: RC
Proc Ejec: TMC PRIORIDAD DE LA OT: 02 Est Usuario: 6 COMPROMETIDAS
Asignado a: TMC GRC - PROCESO TMC Origen OT: CO CORRECTIVO
Autorizado Por:
Fecha Progr Inicio:
Tipo de Estadis:
Valor:
Fecha Progr Fin:
Trab Esp: Equipo:
Tipo:
Numero:
Und Estimadas: 0.00 Und de Plan:
Und Realizadas: 0.00 % Realiz: 0.00 Costo Indir:
Und Fact/Carg: 0.00 Tareas Estimadas: 5 Tareas Realizadas: 0
Cto Dir:
Hrs Rec: Cto Rec: Cto Mat: Cto Otros: Total:
- Estimado: 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
- Real: 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Duracion - Estimada: 0.00 Ctos Reales Reasignados: 0.00
- Real: 0.00 No existe Texto Extendido
Accion: IMPRESORA DEFAULT (Actions: C/D/E/G/I/K/W/R/T/W)
XMIT--Validar

PRC-00723 | DUPE | E D T L | PROT | BLK | TW

Inicio | Bandeja | Lecciones | Microsoft | 192.168... | 09:24 a.m.

En esta pantalla debe escribir el código del tipo de planeador RC. Por el momento no se requiere escribir información adicional.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 16 de 19

Paso 5:

En las siguientes pantallas que le aparecerán al dar Enter, puede observar la información que se le presenta pero no es necesario que escriba cosas nueva. Al crear la OT a partir del estándar AFALLA, este creará las tareas que en el procedimiento se han establecido como condición obligatoria. Si desea crear otras tareas porque el análisis de Causa Raíz lo amerita, favor remitirse al procedimiento de Planeación de Órdenes de Trabajo GRC-XXX-I-999

Para salir en cualquier momento puede teclear F1 o F3 y si no va a trabajar más en MIMS o Ellipse, debe cerrar la sesión.

6.2.4 Crear OT en MIMS para seguimiento de Recomendaciones

Para esta actividad, favor remitirse a los pasos 1 al 4 de la actividad 6.2.3.

Tenga en cuenta las diferencias que pueden existir en cuanto a Número de Equipo, Originador; fecha requerido para entrega del trabajo, Origen del trabajo, Tipo del Trabajo, Estado de la OT en su proceso (por lo general será 3 PARA PLANEAR), Proceso Ejecutor, Número de OT Padre, el Número de la OT relación que es la OT con que se está interviniendo el equipo o la falla y en la siguiente pantalla el código del tipo de Planeador.

7. REGISTROS

No aplica

8. CONTINGENCIAS

No aplica

9. BIBLIOGRAFIA

Manual de usuario de MIMS

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 17 de 19

10. ANEXO(S)

Anexo 1. **GLOSARIO DE TERMINOS**

Anexo 2. **DIAGRAMA DE FLUJO**

Elaboró	Daniel Ortiz Plata
Revisó	Jaime López / Marlon Soto / Luis Bohorquez
Aprobó	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 18 de 19

Anexo 1.

GLOSARIO DE TERMINOS

INCIDENTE: Evento o cadena de eventos no planeados que causaron (accidente) o que pudieron haber causado (casi-accidente) lesiones, enfermedades, daño(o muerte) a las personas, a los bienes (incluyendo pérdidas de producción), al medio ambiente y/o a la imagen de la Empresa (incluyendo el sistema de calidad).

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: procedimiento para la evaluación de un incidente, donde se persigue establecer las causas de fondo que lo generaron y generar recomendaciones o acciones para corregir y/o prevenir su ocurrencia.

MIMS: Nombre de la herramienta informática para manejar los datos referentes a los equipos (activos productivos) en cuanto a generalidades, trabajos de mantenimiento, costos, programas de trabajo, materiales, compras, y otros procesos de soporte a la cadena productiva.

ORDEN DE TRABAJO (OT): Estructura de información para agrupar datos relacionados con la clasificación, planeación y costos, principalmente, de una asignación de trabajo cualquier proceso administrativo.

ORDEN DE TRABAJO PADRE: Funcionalidad que tiene MIMS y que permite agrupar 2 ó más OT's que por criterios de conveniencia se requieran asociar. (MSO625).

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS(RAM): Herramienta que estandariza la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos, facilitando su valoración y clasificación.

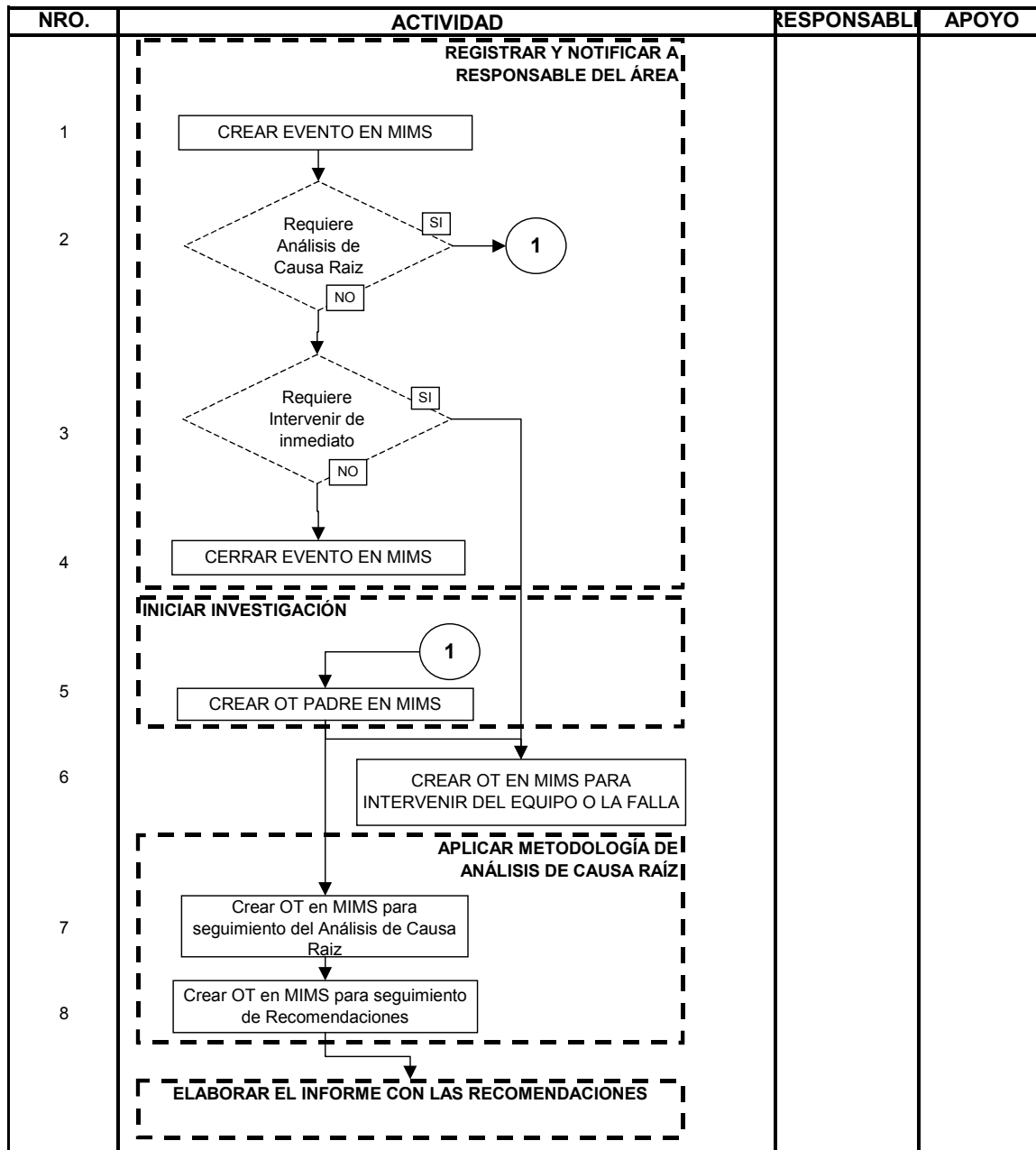
BEM: Matriz para Evaluación de Beneficio – Esfuerzo.

ECG: Estructura de Control de la Gestión.

RIESGO POTENCIAL: Estimación de la magnitud de la probabilidad de la ocurrencia de un incidente y la severidad de sus consecuencias potenciales.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0002
	INSTRUCTIVO PARA REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE INCIDENTES A TRAVÉS DEL MIMS (ELLIPSE)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 19 de 19

Anexo 2.
DIAGRAMA DE FLUJO



	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 1 de 9

RELACION DE VERSIONES

VERSION	DESCRIPCION	FECHA
00	Elaboración del instructivo de acuerdo con las recomendaciones dadas en la PFI's de los módulos de Optimización (MERIT y HSE)	20 de Junio del 2003
ELABORO	REVISO	APROBO
Marlon Soto Alba Mancilla	Jaime López Daniel Ortiz Luis Bohórquez	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 2 de 9

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. GLOSARIO	3
4. DOCUMENTOS	3
4.1 DOCUMENTOS DEROGADOS	3
4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	3
5. CONDICIONES GENERALES	4
5.1 RESPONSABILIDADES	4
5.1.1 Equipo de Análisis de Causa Raíz (RCA)	4
5.1.2 Facilitador de Metodología de RCA.....	4
5.1.3 Líder de cada RCA	4
5.1.4 Implementador de las Recomendaciones	4
5.2 BASE DE DATOS	4
5.3 HERRAMIENTAS INFORMATICAS	5
6. DESARROLLO.....	5
6.1 Aplicación de las herramientas de análisis e investigación	5
6.2 Elaboración y Entrega del Reporte de investigación de incidentes.....	6
6.2.1 Incidentes de Potencial Bajo	6
6.2.2 Incidentes de Potencial Medio.....	6
6.2.3 Incidentes de Potencial Alto	6
6.3 Direccionamiento Comité HSE / CONFIABILIDAD.....	6
7. REGISTROS (HISTORIAL DE CAMBIOS Y REVISIONES)	8
8. CONTINGENCIAS.....	8
9. BIBLIOGRAFIA	8
10. ANEXOs	8

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 3 de 9

1. OBJETIVO

Asegurar que se aplique apropiadamente la metodología de investigación y análisis de causa raíz (RCA) de un determinado incidente y/o mal actor, que haya sido previamente valorado y caracterizado con la Matriz de Evaluación de Riesgos (RAM). También permitirá mantener en mente las siguientes premisas:

- Salvaguardar el negocio
- Prevenir la recurrencia y eliminar defectos
- Identificar y eliminar las causas potenciales de los incidentes
- Mantener un registro que facilite el proceso de mejoramiento
- Aprender en Operaciones - Mantenimiento - HSE - Resto de la Organización.

2. ALCANCE

El instructivo de trabajo es una ampliación detallada, exclusivamente para la Refinería de Cartagena (GRC) de la descripción definida dentro del numeral 7.6 del procedimiento para Manejo de Incidentes ([VRM-P-001](#)) aplicado en la VRM.

3. GLOSARIO

El glosario de términos utilizados para la definición del presente procedimiento se presenta en el Anexo 1.

4. DOCUMENTOS

4.1 DOCUMENTOS DEROGADOS

Ninguno, primera edición.

4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- [Procedimiento para el manejo de incidentes. \(VRM-P-001\)](#)
- [Instructivo para el uso de la matriz RAM \(VRM-I-001\).](#)
- [Instructivo para el análisis estadístico de incidentes \(ver Manual del proceso IMC\).](#)
- [Instructivo para registro y seguimiento de incidentes a través del MIMS o ELLIPSE \(GRC-PIC-I-0002\)](#)

Elaboró	Marlon Soto/Alba Mancilla
Revisó	Jaime López/Daniel Ortiz/Luis Bohorquez
Aprobó	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 4 de 9

5. CONDICIONES GENERALES

5.1. RESPONSABILIDADES

La asignación de algunas responsabilidades están dadas en el procedimiento para el Manejo de Incidentes. Sin embargo, para ciertas situaciones específicas relacionadas con este instructivo, se describen a continuación las siguientes responsabilidades:

5.1.1 Equipo de Análisis de Causa Raíz (RCA)

- Recolectar la evidencia en los alrededores del incidente
- Realizar análisis de acuerdo con la metodología dada en este instructivo
- Generar el reporte escrito de las recomendaciones o alternativas de solución valoradas.
- Responder al líder de RCA sobre los resultados y la forma como se aplicó el procedimiento.

5.1.2 Facilitador de Metodología de RCA

- Entrenar en el desarrollo de la metodología de análisis de causa raíz
- Entrenar en la aplicación de las diferentes herramientas (informáticas, análisis y gestión) al equipo de análisis.
- Guiar al equipo en el desarrollo de un determinado análisis.

5.1.3 Líder de cada RCA

- Convocar el comité de Análisis de Causa Raíz a través de su Jefe de Departamento.
- Verificar la ejecución del procedimiento en forma sistemáticamente.
- Asegurar que la dependencia responsable genere las Ordenes de Trabajo producto de cada acción/recomendación obtenida.

5.1.4 Implementador de las Recomendaciones

- Dependencia responsable de implementar las recomendaciones resultado del análisis, mediante Ordenes de Trabajo (Gestión MIMS)
- Deben ser las dependencias relacionadas con las actividades de ejecución (Operaciones, Mantenimiento Día a Día, Mantenimiento con Parada de Planta, Contratación, Proyectos y/o otros Procesos Administrativos de cada Negocio).

5.2 BASE DE DATOS

Es una herramienta informática que permite registrar y realizar gestión con la información relacionada con los incidentes

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 5 de 9

5.3 HERRAMIENTAS INFORMATICAS

El informe producto de los análisis, que detallan las causas y condiciones que condujeron al incidente, las consecuencias y las acciones preventivas y correctivas propuestas, con responsables asignados, deberá elaborarse de acuerdo con el [Anexo 2](#); además deberá ser almacenado o registrado por la dependencia responsable en el Centro de Administración de Documentación de Información (CADI) de la GRC, ya sea en medio físico y/o magnético, como lo es en los archivo y vínculos del software de incidentes.

Para la gestión (realización, seguimiento, control, asignación de recursos y responsables) de las acciones descritas en cada recomendación, resultado del análisis se deberán crear Solicitudes de Servicio (eventos) y/o Ordenes de Trabajo (OT's) mediante la herramienta MIMS 3.13 la cual a partir de enero de 2003 será reemplazada por la versión Ellipse 5.2. La manera de realizar lo descrito está contemplado en el instructivo [GRC-PIC-I-0002](#).

6. DESARROLLO

Para el desarrollo de este instructivo se deberá seguir en forma secuencial la metodología que se describe en el [Anexo 3](#).

El cuadro mostrado en este anexo es un complemento de los diagramas y pasos descritos en el procedimiento e instructivos relacionados y si se encuentran diferencias, estas se deben a la representación del detalle pero en ningún momento hacen cambiar lo aprobado en los procedimientos anteriormente mencionados.

6.1 APLICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE ANALISIS E INVESTIGACIÓN

Los incidentes valorados (categorizados) como bajos deben ser investigados por los “Círculos de Seguridad”, empleando la técnica de lluvia de ideas, etc., según se presenta en la [Tabla N° 1](#).

Los incidentes valorados (categorizados) como medios, a juicio del Jefe de Departamento (asignado al funcionario responsable) relacionado pueden ser investigados aplicando la técnica de diagrama causa – efecto, espina de pescado, etc, o con las herramientas de los círculos de seguridad, según se presenta en la [Tabla N° 1](#).

Los incidentes valorados (categorizados) como altos, deben ser investigados usando la metodología de Kepner Tregoe, causa –efecto, espina de pescado, etc, según se presenta en la [Tabla N° 1](#).

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 6 de 9

6.2 ELABORACION Y ENTREGA DEL REPORTE DE INVESTIGACION DE INCIDENTES

6.2.1 Incidentes de Potencial Bajo

Las acciones preventivas y/o correctivas propuestas deben ser documentadas en MIMS. No hay un reporte formal del equipo de análisis del incidente (círculo de seguridad), según se presenta en la [Tabla N° 1](#). Sin embargo para efectos históricos el MIMS está en la capacidad de suministrar la información requerida en cualquier momento.

6.2.2 Incidentes de Potencial Medio

Las acciones preventivas y/o correctivas (recomendaciones) de cada alternativa de solución valorada ([y los GFT](#)), incluyendo los responsables, deben ser documentadas y estructuradas en el MIMS mediante una Orden de Trabajo (OT). Previo a esto se debió generar una OT padre para el correspondiente Análisis de Eliminación de Defectos.

El reporte deberá ser escrito de manera formal por el equipo de análisis de acuerdo con lo que se muestra en el [Anexo 2](#).

El reporte escrito será distribuido a Superintendentes y Jefes de Departamento y de allí en cascada a todo el personal a través de las Coordinaciones respectivas. Finalmente se deberá archivar en el Centro de Documentación de la Información de cada negocio para su administración.

6.2.3 Incidentes de Potencial Alto

Igual que para el caso de incidentes de potencial medio, sólo que, además el reporte escrito será distribuido a la Vicepresidencia de Refinación y Mercadeo, según como se presenta en la [Tabla N° 1](#).

6.3 DIRECCIONAMIENTO COMITE HSE / CONFIABILIDAD.

En el Comité o reunión de la ECG (Estructura de Control de Gestión) que se realiza mensualmente, el Jefe del Departamento de HSEQ y/o Confiabilidad Operacional, según sea el caso, deberá presentar los análisis de los incidentes calificados como medio o alto para detectar tendencias y enriquecer el proceso de aprendizaje y mejoramiento.

Es responsabilidad del Jefe de Departamento relacionado “cerrar” en MIMS las OT's de los análisis de causa raíz efectuados a los incidentes correspondientes a medio y alto potencial, para realizar futuras mediciones a la efectividad y auditorías a la gestión realizada con respecto a las acciones preventivas y/o correctivas desarrolladas.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0001
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página 7 de 9

TABLE 1. VALORACION Y ASIGNACION DEL INCIDENTE PARA ANALISIS

Valoración del incidente	Composición del equipo investigador y análisis	Herramienta de investigación y análisis recomendada	Reportar a
Bajo riesgo o Impacto	• Operador y/o Mant. • Supervisor • Coordinador de área – opcional • Opcional. Especialista (HSEQ o Confiabilidad)	• Lluvia de ideas. • Diagramas de relación de variables. • Modelos de Cambio	• Jefe Departamento relacionado (no existe informe escrito formal). Solo se genera evento en MIMS
Medio riesgo o impacto	• Coordinador área relacionado • Jefe Dpto relacionado.[O1]Sección • Especialista (HSEQ o Confiabilidad).	• Diagrama causa – efecto. • Espina de pescado • Que Es/No Es • Otros según caso.	• Superintendente relacionado (informe formal escrito del equipo de investigación). Se genera (n) OT (s) basada (s) en evento (s) en MIMS para la Eliminación o Corrección de Defectos.
Alto riesgo o impacto	• Jefe Dpto relacionado.[O2]Sección • Superintendente relacionado. • Especialista (HSEQ o Confiabilidad) • Consultor – opcional	• Kepner – Tregoe • Espina de pescado • Que Es – No Es • Causa – efecto • Otros según caso.	• Gerente • Vicepresidente (informe formal escrito del equipo de investigación). Se genera (n) OT (s) basada (s) en evento (s) en MIMS para la Eliminación o Corrección de Defectos.

Notas: Para los incidentes medios y altos se debe tener en cuenta la metodología mostrada en la Tabla del Anexo N°4.

Para incidentes potenciales medios y altos, el líder y/o facilitador del equipo de investigación debe haber asistido a un curso de entrenamiento en "investigación de accidentes". Los líderes y/o Facilitadores del equipo deben tener experiencia en la investigación de por lo menos tres (3) incidentes en cualquier área del negocio.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-P
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página

7. REGISTROS (HISTORIAL DE CAMBIOS Y REVISIONES)

8. CONTINGENCIAS

No aplica

9. BIBLIOGRAFIA

Manual de usuario de MIMS

10. ANEXOS

Anexo 1. GLOSARIO DE TERMINOS

Anexo 2. PLANTILLA PARA INFORME DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ

Anexo 3. METODOLOGIA DE ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)

Elaboró	Marlon Soto/Alba Mancilla
Revisó	Jaime López/ Daniel Ortiz/Luis Bohorquez
Aprobó	José Fernando Oke (Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-P
	INSTRUCTIVO PARA LA INVESTIGACION Y ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)	Fecha Rev: 30 – Sep -02	Página

Anexo 1.

GLOSARIO DE TERMINOS

INCIDENTE: Evento o cadena de eventos no planeados que causaron (accidente) o que pudieron haber causado (casi-accidente) lesiones, enfermedades, daño(o muerte) a las personas, a los bienes (incluyendo pérdidas de producción), al medio ambiente y/o a la imagen de la Empresa (incluyendo el sistema de calidad).

NO CONFORMIDAD: Parte de un proceso que no está dentro de ciertas especificaciones preestablecidas de calidad.

DEFECTO: Cualquier acción o condición técnica o administrativa que ocasiona o puede ocasionar un incidente y/o una falla.

FALLA: Defecto que no fue eliminado y que trae como consecuencia la degradación o pérdida de la función de un activo o equipo en un proceso o planta con aumento en los costos de mantenimiento y con posibles pérdidas en la producción.

ACCIDENTE: Incidente con consecuencias reales.

CASI-ACCIDENTE: Incidente sin consecuencias reales.

RIESGO: Producto de la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra y la severidad de las consecuencias.

MATRIZ PARA EVALUACION DE RIESGOS(RAM): Herramienta que estandariza la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos, facilitando su valoración y clasificación.

HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: Herramientas analíticas que proporcionan una aproximación consistente tanto para la investigación como la clasificación de las causas de los incidentes. Entre ellas, Kepner Tregoe, Causa-Efecto, Espina de Pescado, Diagramas de Relación de Variables y Eventos, Modelos de Cambio, Gráficos Pareto de Impacto, Que ES- Que No Es (Distingos), etc.

GFT: General Failure Type. Esta es una categoría de "causa raíz" Hay 11 GFT, es decir, Gerenciamiento de mantenimiento, Hardware, Comunicaciones, Procedimientos, Organización, Metas incompatibles, Condiciones erradas, Defensas, Diseño, Orden y aseo, Entrenamiento.

ECG: Estructura de Control de la Gestión.

MIMS: Nombre de la herramienta informática para manejar los datos referentes a los equipos (activos productivos) en cuanto a generalidades, trabajos de mantenimiento, costos, programas de trabajo, materiales, compras, y otros procesos de soporte a la cadena productiva.

CADI: Centro de Administración de Documentación de Información (medio magnético).

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 1 de 9

RELACION DE VERSIONES

VERSION	DESCRIPCION	FECHA
00	Elaboración del instructivo de acuerdo con las recomendaciones dadas en la PFI's de los módulos de Optimización (MERIT y HSE)	20 de Junio del 2003
ELABORO	REVISO	APROBO
Marlon Soto Camilo Cardona Hernán Castillo Daniel Ortiz	Julio Burbano Coordinador de Monitoreo e Inspección	José F. Oke Jefe Dpto. Confiabilidad Operacional

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 2 de 9

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO.....	3
2.	ALCANCE	3
3.	GLOSARIO.....	3
4.	DOCUMENTOS	3
4.1	DOCUMENTOS DEROGADOS	3
4.2	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	3
5.	CONDICIONES GENERALES	4
5.1.	CONDICIONES DEL INSTRUCTIVO.....	4
5.2.	ROLES Y RESPONSABILIDADES	4
5.1.1	Equipo Para definir Malos Actores	4
5.1.2	Líder por Planta (Coordinador de Planta).....	5
5.2	HERRAMIENTAS INFORMATICAS	5
5.3	CRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN	5
6.	DESARROLLO.....	6
7.	REGISTROS (HISTORIAL DE CAMBIOS Y REVISIONES)	6
8.	CONTINGENCIAS.....	6
9.	BIBLIOGRAFIA	6
10.	ANEXOs	6

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 3 de 9

1. OBJETIVO

Suministrar una guía que facilite la identificación de los equipos (activos) considerados como Malos Actores en sus plantas para la GRC, con base en la información de Confiabilidad Mecánica, Costos de Mantenimiento y algunos Costos Operacionales atribuibles a cada equipo, con la finalidad de eliminar sus defectos y aumentar su tiempo medio entre reparaciones.

2. ALCANCE

El instructivo de trabajo es una extensión, exclusivamente para la Refinería de Cartagena (GRC) del procedimiento para Manejo de Incidentes ([VRM-P-001](#)) aplicado en la VRM y permite determinar a qué equipos y en qué orden de prioridad se les debe aplicar la metodología de Análisis de Causa Raíz (RCA) o cualquier otra que permita lograr el Objetivo.

3. GLOSARIO

El glosario de términos utilizados para la definición del presente procedimiento se presenta en el Anexo 1.

4. DOCUMENTOS

4.1 DOCUMENTOS DEROGADOS

Ninguno, este documento es primera edición.

4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- [Procedimiento para el manejo de incidentes. \(VRM-P-001\)](#)
- [Instructivo para el uso de la matriz RAM \(VRM-I-001\).](#)
- [Instructivo para el análisis estadístico de incidentes \(ver Manual del proceso IMC\).](#)
- [Instructivo para la Investigación y Análisis de Causa Raíz \(RCA\). GRC-PIC-I-0001](#)
- [Instructivo para registro y seguimiento de incidentes a través del ELLIPSE \(GRC-PIC-I-0002\).](#)

Elaboró	Daniel Ortiz/Marlon Soto/Camilo Cardona/Hernán Castillo
Revisó	Julio Burbano Coordinador Monitoreo e Inspección
Aprobó	José Fernando Oke Jefe Departamento Confiabilidad Operacional

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 4 de 9

5. CONDICIONES GENERALES

5.1. CONDICIONES DEL INSTRUCTIVO

La definición de mal actor aplica “únicamente” a los equipos que tienen un alto impacto en la gestión de mantenimiento por sus Costos de Mantenimiento y por su alta frecuencia en las reparaciones. Por ello se definen como Malos Actores.

Los equipos que tengan un alto impacto en la producción pero que sus costos por mantenimiento sean mínimos y su periodicidad de reparación sea alta, serán evaluados dentro de la metodología para Eliminación de Defectos, ver figura 1, a través del manejo del Incidente en particular.

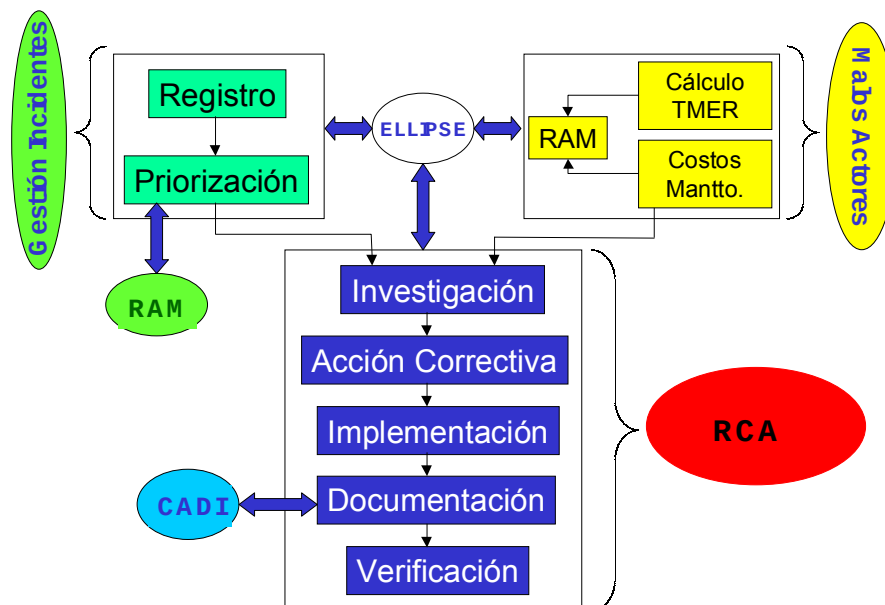


Figura 1. Metodología para Eliminación de Defectos

Un equipo puede encontrarse en ambas situaciones, evaluado como mal actor y tener un Incidente valorado en M, H o VH. En este caso, la gestión se hará por el que mayor impacto represente.

5.2. ROLES Y RESPONSABILIDADES

La asignación de estas responsabilidades están dadas como sigue.

5.1.1 Equipo Para definir Malos Actores

- Recopilar la información relacionada con los equipos de la planta
- Realizar análisis de acuerdo con la metodología dada en este instructivo
- Generar el reporte escrito de los equipos considerados malos actores por planta.
- Enviar reporte para los responsables que iniciarán proceso RCA.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 5 de 9

Los integrantes del equipo deben ser:

- Por parte de Operaciones: Dueño del Sistema
- Por parte de Confiabilidad: Ingeniero de Confiabilidad
- Por parte de Mantenimiento: Supervisor de Mantenimiento
- Invitados de acuerdo con una especialidad requerida (Rotativo, Eléctrico, Instrumentos, Estático).

5.1.2 Líder por Planta (Coordinador de Planta)

- Verificar la ejecución del procedimiento en forma sistemática.
- Asegurar que se genere la Orden de Trabajo (OT) respectiva para desarrollar el RCA específico a ese mal actor.

5.2 HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

La información relacionada para la identificación de los malos actores se tomará de ELLIPSE a través de la herramienta MIMSVU.

5.3 CRITERIO PARA LA PRIORIZACION

El procedimiento a utilizar para la priorización de los malos actores de la GRC, contempla en total tres (3) indicadores, que permiten establecer el grado de criticidad de cada una de ellos y por tanto un ordenamiento según el cual se deban orientar los estudios de análisis de causa raíz en la GRC. El ordenamiento se determina por el valor total que adquiere cada equipo al ser evaluado progresivamente por cada uno de los índices de priorización.

A continuación se presenta una descripción de cada indicador y la fuente de donde se obtiene la información.

Tiempo Medio Entre Reparaciones (TMER): Es un indicador de la frecuencia con la que un equipo es reparado por consecuencia de una falla. Mientras menor sea el TMER, mayor será la frecuencia de reparación.

Fuente: Sistema de Información Mantenimiento (ELLIPSE – MIMSVU).

Costos de Mantenimiento: Son los costos anuales de mano de obra y materiales que por concepto de mantenimiento (incluyendo el correctivo, preventivo y predictivo) se consumen en cada uno de los equipos.

Fuente: Sistema de Información Mantenimiento (ELLIPSE – MIMSVU).

Priorización mediante la RAM: Es el valor obtenido después evaluar cada uno de los equipos con un bajo TMER y alto costo de mantenimiento, mediante la matriz de valoración de riesgos (RAM).

Fuente: Matriz para la Valoración de Riesgos (RAM), 2002.

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 6 de 9

6. DESARROLLO

Trimestralmente, el Coordinador de cada Planta convocará a su grupo de trabajo (Dueño de Sistema, Ingeniero de Confiabilidad y Supervisor de Mantenimiento) para revisar la clasificación general de malos actores de los equipos de su planta. La clasificación de cada equipo que es obtenida mediante la RAM, se realizará acorde con el TMER, los Costos de Mantenimiento y los Costos Operacionales asociados. Ver Anexo 2.

Los equipos (rotativos, estáticos, eléctricos o de instrumentación) clasificados con la categoría M o mayor, tendrán el calificativo de “**Mal Actor**” de esa planta y deberán ser involucrados dentro de un plan que mitigue o elimine esa condición. Por lo tanto siendo consistentes con la metodología para la eliminación de defectos, a un mal actor específico se le deberá generar la OT respectiva para realizarle el RCA correspondiente.

En general, la aplicación de este instructivo estará bajo la responsabilidad del Coordinador de cada Planta, soportado por su grupo de trabajo.

En la tabla 1, se presenta el flujograma de actividades que deberán realizarse para la identificación y gestión sobre los Malos Actores.

7. REGISTROS (HISTORIAL DE CAMBIOS Y REVISIONES)

No aplica

8. CONTINGENCIAS

No aplica

9. BIBLIOGRAFIA

MIMS – ELLIPSE, Sistema de Gestión de Información de Activos de Ecopetrol, Cartagena 2002 / 3.

PROCESO DE SOLUCION DE PROBLEMAS BASADO EN HECHOS, ELIMINACION DE DEFECTOS, Shell - 2002.

ELIMINACIÓN DE BAD ACTORS “JERARAQUIZACIÓN DE MALOS ACTORES”. Ecopetrol – GCB, Barrancabermeja, 2002

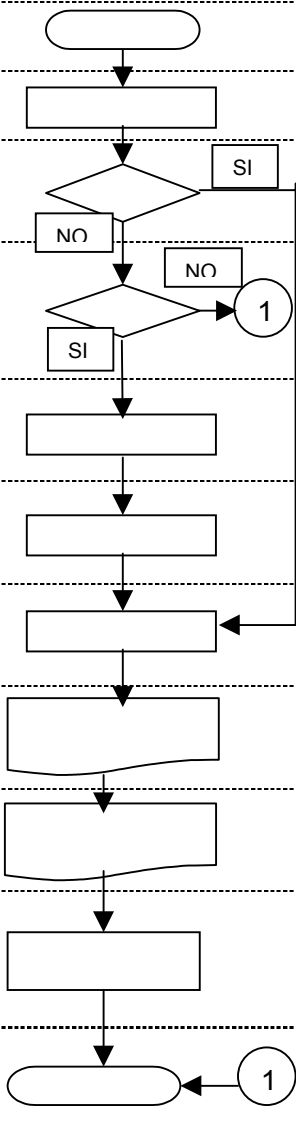
10. ANEXOS

Anexo 1. GLOSARIO DE TERMINOS

Anexo 2. REPORTE PRIORIZADO DE MALOS ACTORES PARA LA GRC

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 7 de 9

Tabla 1. FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA IDENTIFICACION Y GESTION SOBRE LOS MALOS ACTORES

Nro.	Actividad	Responsable	
1	Convocatoria	Coordinador de Planta	 <pre> graph TD Start([Inicio]) --> Step1[1 Convocatoria] Step1 --> Step2[2 Calcular el TMER por especialidad (Ellipse-MIMSVU)] Step2 --> Step3{3 TMER es inferior a la Meta} Step3 -- SI --> Step7[7 Aplicar RAM para medir impacto y priorizar] Step3 -- NO --> Step4{4 Estaba incluido en listado de Mal actor} Step4 -- SI --> Step5[5 Revisar Plan de Acción y Efectividad de Recomendaciones] Step4 -- NO --> Loop1((1)) Loop1 --> Step7 Step5 --> Step6[6 Calcular el Costo de Mantenimiento (Ellipse)] Step6 --> Step7 Step7 --> Step8[8 Generar Reporte de Malos Actores] Step8 --> Step9[9 Generar Plan de trabajo para aplicación de RCA (OT's, Project, etc.)] Step9 --> Step10[10 Divulgar Reporte de Malos Actores y Resultados obtenidos] Step10 --> Step11[11 Terminación de la evaluación periódica] Step11 --> End([Fin]) </pre>
2	Calcular el TMER por especialidad (Ellipse-MIMSVU)	Ing. Confiabilidad	
3	TMER es inferior a la Meta	Equipo de Trabajo	
4	Estaba incluido en listado de Mal actor	Equipo de Trabajo	
5	Revisar Plan de Acción y Efectividad de Recomendaciones	Equipo de Trabajo	
6	Calcular el Costo de Mantenimiento (Ellipse)	Equipo de Trabajo	
7	Aplicar RAM para medir impacto y priorizar	Equipo de Trabajo	
8	Generar Reporte de Malos Actores	Equipo de Trabajo	
9	Generar Plan de trabajo para aplicación de RCA (OT's, Project, etc.)	Equipo de Trabajo	
10	Divulgar Reporte de Malos Actores y Resultados obtenidos	Coordinador de Planta	
11	Terminación de la evaluación periódica	Coordinador de Planta	

Elaboró	Marlon Soto/ Daniel Ortiz/Hernán Castillo/Camilo Cardona
Revisó	Julio Burbano (Coordinador Monitoreo e Inspección)
Aprobó	José Fernando Oke (Jefe de Departamento de Confiabilidad Operacional)

	GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA	Versión: 00	GRC-PIC-I-0003
	INSTRUCTIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y GESTION SOBRE MALOS ACTORES GRC-PIC-I-0003	Fecha Rev: 20 – Jun - 03	Página 8 de 9

Anexo 1. GLOSARIO DE TERMINOS

ACCIDENTE: Incidente con consecuencias reales.

ACTIVO: Eslabón de la cadena productiva de un negocio determinado. Los equipos de una planta industrial son considerados activos, puesto que si no cumplen su función podrían afectar seriamente el propósito de la planta.

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: Metodología estructurada que permite encontrar sistemáticamente las causas de un determinado problema, para que se le formule e implemente de manera efectiva su solución.

CASI-ACCIDENTE: Incidente sin consecuencias reales.

COSTO DE MANTENIMIENTO: Parámetro económico asociado con la cantidad de dinero por mano de obra, repuestos, materiales y otros que se le asigna o asignó a un equipo (activo) para recuperarle su condición.

COSTO OPERACIONAL: Aquí es considerado como la cantidad de dinero que se deja de percibir por el hecho de que una planta o equipo no produzca de acuerdo con unos pronósticos establecidos. También puede llamársele lucro cesante.

DEFECTO: Cualquier acción o condición técnica o administrativa que ocasiona o puede ocasionar un incidente y/o una falla.

ECG: Estructura de Control de la Gestión.

ELLIPSE: Nombre de la herramienta informática para manejar los datos referentes a los equipos (activos productivos) en cuanto a generalidades, trabajos de mantenimiento, costos, programas de trabajo, materiales, compras, y otros procesos de soporte a la cadena productiva.

FALLA: Defecto que no fue eliminado y que trae como consecuencia la degradación o pérdida de la función de un activo o equipo en un proceso o planta con aumento en los costos de mantenimiento y con posibles pérdidas en la producción.

INCIDENTE: Evento o cadena de eventos no planeados que causaron (accidente) o que pudieron haber causado (casi-accidente) lesiones, enfermedades, daño(o muerte) a las personas, a los bienes (incluyendo pérdidas de producción), al medio ambiente y/o a la imagen de la Empresa (incluyendo el sistema de calidad).

MAL ACTOR: Equipo (Activo) con una alta frecuencia de falla y con un alto costo por actividades de mantenimiento, y en algunos casos con algún impacto negativo en la producción.

MATRIZ PARA LA VALORACIÓN DE RIESGOS(RAM): Herramienta que estandariza la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos, facilitando su valoración y clasificación.

NO CONFORMIDAD: Parte de un proceso que no está dentro de ciertas especificaciones preestablecidas de calidad.

REPARACIÓN: Toda intervención que implica aislar el equipo de su proceso para restablecer su condición a los niveles que el negocio o el proceso lo requiera. Puede ser por origen correctivo, preventivo o predictivo.

RIESGO: Es la probabilidad de que un evento específico, con ciertas consecuencias no deseadas ocurra.

TMER: Tiempo Medio Entre Reparaciones de un equipo o activo de una planta durante un período de vida estipulado.

CARTA DE NAVEGACION PARA LA GESTION DE INCIDENTES APLICANDO ANALISIS DE CAUSA RAIZ

Descripción	Paso	Resp.	Realizador	Observaciones
Registro	Informe Incidente	Jefe Planta	Cualquier Funcionario ECP	El registro se debe realizar en el Software de Incidentes donde se describe: evento, lugar, tiempo, extensión y una prevaloración mediante la RAM. Además si el incidente requiere realizar un trabajo de mantenimiento se deberá generar un EVENTO y/o una OT en el Sistema de Información ELLIPSE.
	Valoración RAM		Grupo Soporte de la Planta	El Grupo Soporte está constituido por J.planta, Ings Confiabilidad (M&I y Proceso), Supervisores Manto y Operaciones, Propietario de Sistema y Operadores. Periódicamente el Grupo Soporte deberá revisar la información pertinente en el Software de Incidentes. Utilizar la Matriz de Valoración de Riesgos para validar la calificación inicial.
	Notificación y Nombramiento del Equipo Investigador		Supervisor Operaciones	Cuando la valoración resulta N o L, No es necesario realizar Análisis de Causa Raíz (RCA). El Jefe de Planta nombra a un supervisor de Operaciones y a 2 Operadores para realizar la investigación mediante Círculos de Seguridad.
			J. Dpto. Operaciones	Cuando la valoración resulta M, es necesario realizar Análisis de Causa Raíz (RCA). El Jefe de Dpto. nombra a un equipo investigador (máx 4 personas) para realizar el RCA (ver procedimientos).
			Superintendente	Cuando la valoración resulta H, es necesario realizar Análisis de Causa Raíz (RCA). El Superintendente nombra a un equipo investigador (máx 4 personas) para realizar el RCA (ver procedimientos).
			Gerente	Cuando la valoración resulta VH, es necesario realizar Análisis de Causa Raíz (RCA). El Gerente nombra a un equipo investigador (máx 4 personas) para realizar el RCA (ver procedimientos).
	Análisis del Problema		Equipo Análisis	Establecer descripción del Problema que se tiene. Crear OT Padre en Ellipse (625). Crear OT RCA en Ellipse (620).
Equipo Análisis			Recopilar datos y hechos (evidencias)	
Análisis de la Causa Raíz (RCA)	Equipo Análisis		Aplicar herramientas de análisis de causa raíz (ej. Causa - Efecto, Diagrama Relación, Lluvia Ideas, etc.)	
	Equipo Análisis		Validar y/o Descartar causas posibles para convertirlas en probables.	
	Equipo Análisis		Validar y/o Descartar causas probables para convertirlas en causas raíces.	
	Equipo Análisis		Para cada causa raíz, plantear en una frase, la decisión a tomar	
Desarrollo de la Solución	Equipo Análisis		Establecer de acuerdo con el planteamiento anterior las cosas que debemos y deseamos obtener, evitar y/o mantener.	
	Equipo Análisis		Diseñar todas las soluciones posibles que satisfagan los deberes y deseos.	
	Equipo Análisis		Cada alternativa debe ser evaluada para determinar en cuanto se reduce el riesgo actual y el costo de su implementación. Se deben escoger las alternativas con mayor reducción del riesgo y con un costo bajo de implementación.	
	Equipo Análisis		Se deberá presentar un informe escrito del análisis de causa raíz en donde se contemplen todos los pasos anteriores. El grupo deberá registrar el informe en el CADI y en el Software de Incidentes, de ser necesario deberá quedar una copia dura en la Planta involucrada. Adicionalmente el documento deberá ser enviado al nivel correspondiente.	
	Cargo asignado para generar las OT's.		Para las Recomendaciones que involucren actividades de mantenimiento se les deberá generar una OT que permita realizar los trabajos pertinentes. Para las Recomendaciones que no sea posible gestionarlas con una OT, se les deberá hacer seguimiento y control por cualquier otro mecanismo.	
Implementación de las Recomendaciones	Dependencia (s) Asignada (s).		La Dependencia que resulte comprometida para el desarrollo de una determinada Recomendación. Si es Mantenimiento, la gestión se hará con una OT.	
	Grupo Soporte de la Planta		Periódicamente el grupo de soporte deberá revisar la información pertinente en el Software de Incidentes. Utilizar la Matriz para la Valoración de Riesgos para validar la calificación inicial. Lo anterior es posible mediante la Estructura para el Control de la Gestión (ECG).	
	Jefe Dpto Operaciones		El Jefe de Departamento de Operaciones deberá hacer la gestión pertinente para que las recomendaciones sean implementadas.	
	Grupo Soporte de la Planta		En un periodo prudencial que puede variar entre 3 meses y 2 años, se debe medir la efectividad de una determinada recomendación implementada. Esto la deberá hacer el Jefe de la planta con su equipo soporte por medio de la ECG.	
	Grupo Soporte de la Planta		Se hará cuando se hayan implementado y evaluado la efectividad de las recomendaciones.	
	Grupo Soporte de la Planta		El Jefe de la Planta con su Grupo Soporte, deberá divulgar al personal involucrado en la planta, los resultados del RCA, así como también los aciertos y dificultades de la implementación de las Recomendaciones.	
Lección Aprendida	Interiorización		Personal de la Planta	Todo el personal de la planta deberá conocer los elementos que conllevaron a que se presentase el incidente y cuales son sus soluciones.
	Aprendizaje y Compromiso Planta		Personal de la Planta	Cumplir con las recomendaciones concernientes con mejora de procedimientos y cumplimiento de programas para evitar que se repita el incidente. Así como también, la de replicar los hallazgos para cualquier otra situación similar
	Aprendizaje y Compromiso GRC / ECP		Personal de la GRC / ECP	Replicar los hallazgos y las recomendaciones para situaciones similares, en otras plantas o escenarios de la organización.

ECOPETROL - GRC

**Mantenimiento - Apoyo Técnico a la Producción - Paradas Planta / Admón Proyectos - HSE - Planeación Negocio /
Producción - Personal - Contratación / Compras**



INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

TIPO DE ANALISIS

ADMINISTRATIVO

☐

TECNICO MANTENIMIENTO

☐

TECNICO PROYECTOS

☐

TECNICO OPERACIONAL

☐

OTRO

☐**DESCRIPCION:** DE LA NO CONFORMIDAD, PROBLEMA, CONDICIÓN SUBESTANDAR O LESION A PERSONAS QUE OCASIONA EL INCIDENTE**FECHA DEL INFORME:****FECHA DEL INCIDENTE:****LUGAR DEL INCIDENTE:** (Sitio donde ocurrió el incidente)**DEPENDENCIA (S):****EQUIPO DE TRABAJO QUE DESARROLLA EL ANALISIS**

(Grupo de personas idóneas para realizar el RCA, ellos también pueden llamar a cualquiera de la organización, relacionada con los hechos para que suministren información pertinente)

FACILITADOR DE LA METODOLOGIA

(Persona que debe guiar en forma metodológica el análisis)

OT PADRE: Orden de Trabajo que envuelve todas las actividades.**OT RCA:** Orden de Trabajo exclusiva para el RCA**Información utilizada**

- ☐ Diagramas, gráficos
- ☐ Registros históricos, tendencias
- ☐ Entrevistas a involucrados
- ☐ Visitas a Instalaciones
- ☐ Consultas a especialistas
- ☐ Otras

CALIFICACION DE LA MATRIZ RAM (Resultado de la Valoración del Incidente)

PERSONAS	ECONOMICA	AMBIENTAL	IMAGEN DE LA EMPRESA
X	X	X	X

GENERALIDADES: Comentarios o características breves acerca del(los) sistema(s) involucrado(s) en relación con el (los) proceso(s) y/o equipo (s).**DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS:**

1. Condiciones previas al incidente :
2. Condiciones durante el incidente:
3. Condiciones después del incidente:

DESCRIPCION DE LAS CAUSAS POSIBLES DEL INCIDENTE

1. **Causas Inmediatas:** Son evidentes al sentido común, sin embargo hay que ser cuidadosos en su confirmación
2. **Causas Básicas:** Aquellas que requieren un análisis mas detallado que verifiquen lo sucedido



GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

DESCRIPCION DE LAS CAUSAS MAS PROBABLES DEL INCIDENTE

(Estas son las que se determinan con hechos verificados o datos confirmados y que se relacionan con el problema)

CONFIRMAR CAUSA(S) RAIZ(CES) DEL INCIDENTE

(La(s) que resulta(n) encadenadas y confirmadas con los hechos y que se constituyen con la esencia de la(s) causa(s) del problema)

DECLARACIÓN O PLANTEAMIENTO DE LA DECISION

(Examinar la (s) causas (s) raíz (ces) y plantear en una frase, cual va a ser la decisión que se piensa tomar)

SELECCIÓN DE CRITERIOS

(En este espacio se deben formular los aspectos relacionados con lo que **Debemos** y/o **Deseamos Obtener, Mantener y/o Evitar**)

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

(Aquí se deben presentar en forma preliminar las soluciones que hayan surgido del análisis)

IDENTIFICACION Y ANALIS DE LA DECISION

(Cada solución debe ser evaluada cualitativa y cuantitativamente con respecto a la mitigación o eliminación del incidente)

FORMULACIÓN DE ACCIONES (RECOMENDACIONES) SEGUIMIENTO EN LAS ECG

	DESCRIPCION	Nº OT (ELLIPSE)	RESPONSABLE	FECHA LIMITE
INMEDIATAS				
CORRECTIVAS				
PREVENTIVAS				
ADMINISTRATIVAS				

LECCION POR APRENDER

(Síntesis de la lección que se aprendió por el grupo de análisis y debe ser aprendida por el resto de la organización con respecto a este incidente)

ANEXOS

(Información de interés, tablas, fotografías, gráficos, registros, reportes, etc., que agreguen valor al análisis....)



GERENCIA REFINERIA DE CARTAGENA

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

TIPO DE ANALISIS

ADMINISTRATIVO



TECNICO MANTENIMIENTO



TECNICO PROYECTOS



TECNICO OPERACIONAL



OTRO



DESCRIPCION:

Baja confiabilidad de las bombas TNPP6's debido a rotura de sellos , engranajes, rodamientos y grietas en tornillo de bomba.

FECHA DEL INFORME:

Sep. 16/03

LUGAR DEL INCIDENTE: TERMINAL NESTOR PINEDA (GRC)

DEPENDENCIA (S):

PRO4, MPP, PIC

EQUIPO DE TRABAJO QUE DESARROLLA EL ANALISIS:

Luis Bernardo Gómez (PIC1); Elías Dumar (PRO4); Antonio Alvarez (PMP); Nayib García (PRO4); Carlos Fragoso (PIC1).

FACILITADOR

Marlon Soto (PIC1)

LIDER EQUIPO

Hernán Osorio (SUO)

OT PADRE (625)

05000071

OT DEL RCA (621)

05005727

Información utilizada

- ☐ Diagramas, gráficos
- ☐ Registros históricos, tendencias
- ☐ Entrevistas a involucrados
- ☐ Visitas a Instalaciones
- ☐ Consultas a especialistas
- ☐ Fotografías
- ☐ Otras

CALIFICACION DE LA MATRIZ RAM (Resultado de la Valoración del Incidente)

PERSONAS	ECONOMICA	AMBIENTAL	IMAGEN DE LA EMPRESA
N	H	N	H

GENERALIDADES

En el Terminal Néstor Pineda (TNP) generalmente realizan descargue de botes de combustóleo proveniente de Barrancabermeja para que luego sea preparado con otros productos y despachado a los buques que atracan en el Terminal. Las bombas utilizadas para cumplir la función de descargue de los botes son del tipo rotativas de tornillo de desplazamiento positivo. Las características de diseño y dadas por el fabricante son las siguientes:

DESCRIPCION	TNPP6's (Diseño)	Operacional
Producto	Fuel Oil	Fuel Oil
Gravedad API (SG)	10.5 (0.99) @ 60°F	4 a 6 @ 60°F
Mín. Viscosidad (SSF)	175 @ 122 °F	250 @ 90 °F
Máx. Viscosidad (SSF)	800 @ 77 °F	380 @ 90 °F
Bomba tipo tornillo	Rotatoria Despl. Positivo	-----
Modelo	W7 T / N	-----
RPM	1190	
NPSHd (mínimo) (Ft)	10	
NPSHr (Ft)	5	
GPM a PT	1050 - 1155	
Material sello secundario (O-ring)	Vitón	
Presión Diferencial (Psig)	180	
Potencia (HP)	338 (a 6.6 Kv)	
Temp de bombeo		90 °F

DESCRIPCION DE LOS HECHOS:

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

Condiciones previas a las fallas : Estos equipos presentan un nivel de ruido muy alto y alta vibración en su operación.

Evidencias encontrados cuando ocurren las fallas: Con mucha frecuencia (ver tabla) elementos tales como sellos, rodamientos y engranajes se destruyen; en algunos casos los tornillos de bombeo también presentan agrietamientos o roturas en su raíz, ver fotografías. Los costos que se observan en la tabla son extractados del sistema de información (Ellipse), sin embargo hay otros registros dados por mantenimiento en los que se comenta que el gasto generado en lo que va corrido del 2003 es de M\$ 850 aproximadamente.

Situaciones presentadas después de las fallas: El bombeo es parado por no tener equipo que cumpla la función ya que la mayor parte de las veces el equipo de respaldo ha estado en el taller por reparación.

De acuerdo con lo anterior se tiene los siguientes hechos adicionalmente detectados:

- Actores que afectan la parte económica:
 - Cuando no se entrega un producto al cliente, esto es considerado como Flete Muerto y lo asume el cliente
 - Quien en últimas pierde es ECP-GRC, pues puede perder al cliente (imagen)
 - Otro actor es el transportador, pues deja de ganar al tener sus remolcadores en el sitio.
 - Ecopetrol pierde por tener retraso en los buques y es multado por tiempo de retraso (KUS\$ 16/día)
 - Ecopetrol pierde cuando regala calidad al degradar productos para cumplir con el cliente (aprox. US\$3/B1)
 - Cuando por requerimientos operacionales la GCB envía Fuel oil a la GRC y no quieren bajar producción en sus plantas, esto tiene un alto costo por degradación de productos y consumo de diluyente.
- En el mes de abril fue necesario adicionar más diluyente al fuel oil en GCB para poderlo bombear por el oleoducto y aquí en Cartagena fue necesario degradar de Jet a ACPM para poderlo enviar a GCB, el costo por ésto fue alrededor de 700 mil dólares (2000 millones de pesos).
- Aunque existe procedimiento escrito (ISO 9000) de descargue de botes no está documentado el instructivo para operar las bombas (se conoce de memoria)

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

- La succión de los botes en las bodegas en algunas ocasiones se hace con mangueras de 4" y 6" de diámetro.
- No se encontró manual de operación en el sitio.
- En algunas revisiones hechas, no se encontró protocolo de entrega de Mtto a Operac. de los equipos intervenidos.
- El nivel final de cada bodega es relativo, ya que cuando se desocupa el bote este se inclina y mejora el nivel en dicha bodega; en algunos botes no hay manera de ver el nivel. Por lo tanto en algunas ocasiones el cambio se hace de manera inoportuna lo que ocasiona que se presente entrada de aire.
- El cambio entre una bodega y otra o entre un bote y otro siempre deja una bolsa de aire remanente que es imposible de eliminar y esto también ocasiona inestabilidad en el sistema.
- Según supervisor de operaciones del área (MPP), el API manejado actualmente es mas alto que en años anteriores y mas fríos. También que antes llegaban los botes con una viscosidad de 250 SSF y 130°F y ahora es de 380 SSF y 102°F.
- La frecuencia de daño anteriormente (años atrás y soportada con el sistema de información) era menor.
- Información del operador, es que antes no se reachicaban tanto los botes con las mismas bombas.
- Las características actuales encontradas son de un API 5.2 con 102°F (Sep. 8/03).

DESCRIPCION DE LAS CAUSAS POSIBLES DEL INCIDENTE

Causas Inmediatas: (Son evidentes al sentido común, sin embargo hay que ser cuidadosos en su confirmación.)

- Insuficiente llenado de la línea de succión y bomba.
- Inoportuno ajuste o intervención operacional tanto de Ecopetrol como del Contratista (Navieros).
- Se hace reachique (vaciado total) de bodegas con la bomba (TNPP6's) , no existe bomba auxiliar.

Causas Básicas: (Aquellas que requieren un análisis mas detallado que verifiquen lo sucedido)

- No existe procedimiento formal y actualizado para la puesta en servicio de estos equipos.
- No se conoce por parte del operador ventanas operativas y de integridad del equipo.
- No existe procedimiento actualizado formal para la operación de estos equipos, la mayor parte del tiempo se hace con la memoria y habilidad de cada operador (tanto de Ecopetrol como de la Naviera).
- No existe procedimiento actualizado y estructurado para el seguimiento de la condición operacional de las bombas.
- Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH disponible en el sistema debido a la alta energía requerida en la succión cuando el producto (Combustóleo) tiene una viscosidad muy alta y una baja temperatura.
- Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH disponible en el sistema ocasionado por demasiada suciedad depositada en el filtro, producto de un deficiente control de la caída de presión en el filtro.
- Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia de las pérdidas en el cabezal de succión que ocasionan un bajo NPSH disponible en el sistema, ya sea por el diámetro reducido de las mangueras o por el largo recorrido que se tiene desde los botes mas extremos (o ambas situaciones) hasta la succión de las bombas.
- Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

disponible en el sistema por un filtro de succión en las bombas de diseño inadecuado, los cuales tienen un MESH muy reducido que ocasionan pérdidas de mas de 10 Ft. de longitud equivalente

- Alta vibración y ruido en el equipo y accesorios ocasionada por entrada de aire en el sistema como consecuencia de una deficiente instalación de válvulas, mangueras y accesorios en los botes.
- Alta vibración y ruido en el equipo y accesorios ocasionada por entrada de aire en el sistema como consecuencia de los cambios de bodegas y botes.
- Alta vibración y ruido en el equipo y accesorios ocasionada por entrada de aire en el sistema como consecuencia del reachique (vaciado total) de bodegas con las bombas TNPP6's.

DESCRIPCION DE LAS CAUSAS MAS PROBABLES DEL INCIDENTE

(La(s) que resulta(n) del encadenamiento y confirmación de los hechos)

La baja confiabilidad las bombas TNPP6's se concentran en las siguientes causas mas probables:

1. Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH disponible en el sistema, debido a la alta energía requerida en la succión cuando el producto (combustóleo) tiene una viscosidad muy alta y una baja temperatura.
2. Deficiente arranque y seguimiento operacional como producto de:
 - No existencia de procedimiento formal y actualizado para la puesta en servicio, operación y seguimiento de condición de estos equipos, la mayor parte del tiempo se hace con base en la memoria y habilidad de cada operador (tanto de Ecopetrol como de La Naviera).
 - Tampoco se conoce por parte del operador las ventanas integridad operativa del equipo.
3. Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia de las pérdidas en el cabezal de succión que ocasionan un bajo NPSH disponible en el sistema, ya sea por el diámetro reducido de las mangueras o por el largo recorrido que se tiene desde los botes mas extremos (o ambas situaciones) hasta la succión de las bombas.
4. Alta cavitación en el equipo, por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH disponible en el sistema, ocasionado por el diseño inadecuado del filtro de succión en las bombas (tienen un MESH muy reducido que ocasionan pérdidas de mas de 10 Ft. de longitud equivalente).
5. Alta vibración y ruido en el equipo y accesorios ocasionada por la entrada de aire en el sistema como consecuencia de:
 - Deficiente instalación de válvulas, mangueras y accesorios en los botes
 - Cambios poco oportunos de bodegas y botes.
 - Reachique (vaciado total) de bodegas con las mismas bombas.
6. En un principio el no uso de un protocolo de entrega y recibo de equipos entre Operaciones y Mantenimiento lo que ocasionaba que no se instalaran completamente elementos accesorios del equipo (líneas de cebado, instrumentación, etc.).

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

CONFIRMAR CAUSA(S) RAIZ(CES) DEL INCIDENTE

(Estas son las que determinan con hechos verificados o datos confirmados, la raíz del problema que ocasionó el incidente).

1. Alta cavitación en el equipo y por tanto alta vibración y ruido como consecuencia de las pérdidas en el cabezal de succión que ocasionan un bajo NPSH disponible en el sistema, ya sea por el diámetro reducido de las mangueras o por el largo recorrido que se tiene desde los botes mas extremos (o ambas situaciones) hasta la succión de las bombas.

El NPSH disponible para las TNP-P-6's, bajo las peores condiciones de Operación (Viscosidad de 380 SSF, Temperatura de 90°F y succionando desde los 3 botes mas extremos al mismo tiempo) de acuerdo con cálculos realizados por el **Ingeniero Luis Rivera** es el siguiente:

<u>Situación</u>	<u>NPSH d.</u>	<u>Pérdidas en LE (hf)</u>
Succionando desde los 3 botes extremos con manguera de 10"	- 0.31ft	- 9.14 mts (30 Ft.)
Succionando desde los 3 botes extremos con manguera de 8"	- 4.21ft	- 10.34 mts (34 Ft.)
Succionando desde los 3 botes extremos con manguera de 6"	-17.01ft	- 14.24 mts (46.7 Ft.)
Succionando desde los 3 botes extremos con manguera de 4"	-130.61ft	- 48.86 mts. (160.3 Ft.)

2. Alta cavitación en el equipo, por tanto alta vibración y ruido como consecuencia del bajo NPSH disponible en el sistema, ocasionado por el diseño inadecuado del filtro de succión en las bombas (tienen un MESH muy reducido que ocasionan pérdidas de mas de 10 Ft. de longitud equivalente).
3. Alta vibración y ruido en el equipo y accesorios ocasionada por la entrada de aire en el sistema como consecuencia de:
 - Deficiente instalación de válvulas, mangueras y accesorios en los botes
 - Cambios poco oportunos de bodegas y botes
 - Reachique (vaciado total) de bodegas con las mismas bombas.
4. Deficiente arranque y seguimiento operacional como producto de:
 - No existencia de procedimiento formal y actualizado para la puesta en servicio, operación y seguimiento de condición de estos equipos, la mayor parte del tiempo se hace con base en la memoria y habilidad de cada operador (tanto de Ecopetrol como de La Naviera).
 - Tampoco se conoce por parte del operador las ventanas integridad operativa del equipo.

DECLARACION O PLANTEAMIENTO DE LA DECISION

(Examinar la (s) causas (s) raíz (ces) y plantear en una frase, cual va a ser la decisión que se piensa tomar)

- ELIMINAR LA CAVITACION Y MINIMIZAR LA ENTRADA DE AIRE QUE OCASIONAN LA ALTA VIBRACION Y RUIDO INTOLERABLE QUE PROVOCAN EL DAÑO FRECUENTE EN LAS TNPP6'S.
- MEJORAR LA OPERACIÓN Y CONTROL DE PARAMETROS EN LAS TNPP6's

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

SELECCION DE CRITERIOS

(En este espacio se deben formular los aspectos relacionados con lo que Debemos y/o Deseamos Obtener, Mantener y/o Evitar)

- Se debe evitar la entrada de aire en el sistema
- Se debe evitar la cavitación en la succión de las bombas.
- Se debe obtener una mejor respuesta de los operadores / bomberos (Ecopetrol / Naviera)
- Se debe evitar la vibración excesiva (superior al estándar) de estos equipos.
- Se debe obtener un mejor diseño en algunos elementos del sistema.
- Se deben evitar pérdidas y que siempre exista un gana - gana en la cadena productiva de este negocio (Navieros – Ecopetrol – Buques).
- Se desea que los botes estén lo mas cerca posible a la succión de las bombas.
- Se desea tener un mejor diseño del sistema de captación de combustóleo.

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

(Aquí se deben presentar en forma preliminar las soluciones que hayan surgido del análisis)

- Descargar botes con succión (mangueras) de 10” de diámetro y que todos los botes tenga la manera de verificar su nivel cerca de la brida de descarga de cada bodega..
- Colocar 4 botes de ambos lados del muelle y cerca de la bomba (utilizando únicamente las tomas A norte y A sur, de succión) y abstenerse de utilizar (condenar o eliminar) las tomas siguientes. Ver gráfica anexa
- Cuando cada bodega esté llegando al final de desocupación se debe dejar como mínimo 6” por encima del fondo para evitar grandes entradas de aire al sistema. La desocupación del combustóleo remanente se debe realizar con una bomba auxiliar de reachique, la cual debe ser suministrada y mantenida por los navieros.
- Elaborar procedimiento escrito (con listado de chequeo) de arranque de bombas y desocupación de los botes en donde se especifiquen cada una de las acciones y responsables de esta operación, para que sea aplicado por parte de ECP y Navieros. Dentro de las acciones recomendadas por este grupo son:
 - Cebado correcto de la bomba: Asegurar el desaireado del sistema y venteo de la descarga.
 - Garantizar el nivel mínimo de desocupación de las bodegas.
 - Hacer una comunicación mas efectiva entre operadores y bomberos.
- Rediseñar el filtro de succión con el fin de disminuir las pérdidas que este está ocasionando en la succión del sistema. Actualmente el filtro está disminuyendo en un 25% el NPSH disponible.
- Hacer protocolo de entrega y recibo (Mantenimiento – Operaciones) para este tipo de bombas de desplazamiento positivo (tornillo).
- Colocar un transmisor de presión (PT) en la succión (lo mas cercano a la tomas A norte y A sur) e integrarlo a la actual estrategia de control de recirculación. Esto para mitigar las bolsas de aire que se forman con los cambios de bodegas y botes, asegurando que la bomba siempre tenga producto en la succión. Actualmente la estrategia de control tiene integrado un PT en la descarga.
- Realizar estudio para revisar y mejorar el diseño del sistema de captación de combustóleo.
- Restablecer conexión de fibra óptica desde el muelle del TNP hasta la oficinas del Supervisor del TNP para poder configurar las tendencias de Flujo, Presión, Temperatura y Densidad del producto que pasa a través de las bombas TNPP6.

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

IDENTIFICACION Y ANALIS DE LA DECISION

(Cada solución debe ser evaluada cualitativa y cuantitativamente con respecto a la mitigación o eliminación del incidente)

Todas las recomendaciones planteadas tienen un costo bajo en su implementación y algunas están relacionadas con mejoras en los procedimientos y metodologías para hacer las cosas.

Sin embargo existe una recomendación final relacionada con la revisión y estudio del diseño de todo el sistema de captación de combustóleo, que la organización debe evaluar para encontrar su factibilidad técnica y económica. Con el resultado de ese estudio se podrá confirmar o descartar la viabilidad de ese proyecto.

FORMULACION DE ACCIONES (RECOMENDACIONES) SEGUIMIENTO EN LAS ECG

	DESCRIPCION	Nº ORDEN TRABAJO (MIMS)	RESPONSABLE	FECHA LIMITE
TECNICA / CORRECTIVA	Rediseñar el filtro de succión con el fin de disminuir las pérdidas que este está ocasionando en la succión del sistema. Actualmente el filtro está disminuyendo en un 25% el NPSH disponible.	xxxxxxx	PMP / PIC	Oct. 15 / 03
TECNICA / CORRECTIVA	Descargar botes con succión (mangueras) de 10" de diámetro y que todos los botes tenga la manera de verificar su nivel cerca de la brida de descarga de cada bodega..	NA	PRO	Oct. 15 / 03
TECNICA / PREVENTIVA	Restablecer conexión de fibra óptica desde el muelle del TNP hasta la oficinas del Supervisor del TNP para poder configurar las tendencias de Flujo, Presión, Temperatura y Densidad del producto que pasa a través de las bombas TNPP6.	xxxxxxx	PMP / PIC	Oct. 15 / 03
TECNICA / PREVENTIVA	Colocar 4 botes de ambos lados del muelle y cerca de la bomba (utilizando únicamente las tomas A norte y A sur, de succión) y abstenerse de utilizar (condenar o eliminar) las tomas siguientes. Ver gráfica anexa	NA	PRO	Inmediato
TECNICA / PREVENTIVA	Cuando cada bodega esté llegando al final de desocupación se debe dejar como mínimo 6" por encima del fondo para evitar grandes entradas de aire al sistema. La desocupación del combustóleo remanente se debe realizar con una bomba auxiliar de reachique, la cual debe ser suministrada y mantenida por los navieros.	NA	PRO	Inmediato
TECNICA /	Hacer protocolo de entrega y recibo	NA	PMP / PIC /	Sep. 30 / 03

INFORME ANALISIS DE CAUSA RAIZ

PREVENTIVA	(Mantenimiento – Operaciones) para este tipo de bombas de desplazamiento positivo (tornillo).		PRO	
TECNICA / PREVENTIVA	Elaborar procedimiento escrito (con listado de chequeo) de arranque de bombas y desocupación de los botes en donde se especifiquen cada una de las acciones y responsables de esta operación, para que sea aplicado por parte de ECP y Navieros. Dentro de las acciones recomendadas por este grupo son: ➤ Cebado correcto de la bomba, asegurando el desaireado del sistema y venteo de la descarga. ➤ Garantizar el nivel mínimo de desocupación de las bodegas. ➤ Manera de reachicar botes ➤ Hacer una comunicación mas efectiva entre operadores y bomberos.	NA	PRO / PIC	Inmediato
TECNICA / PREVENTIVA	Colocar un transmisor de presión (PT) en la succión (lo mas cercano a la tomas A norte y A sur) e integrarlo a la actual estrategia de control de recirculación. Esto para mitigar las bolsas de aire que se forman con los cambios de bodegas y botes, asegurando que la bomba siempre tenga producto en la succión. Actualmente la estrategia de control tiene integrado un PT en la descarga.	xxxxxxx	PMP / PIC	Oct. 15 / 03
TECNICA / ADMINISTRATIVA	Realizar estudio para revisar y mejorar el diseño del sistema de captación de combustóleo.	NA	PAT	2003 - 2004

ANEXOS

ANEXO 1 Fotografías

ANEXO 2 Diagrama de Causa – Efecto

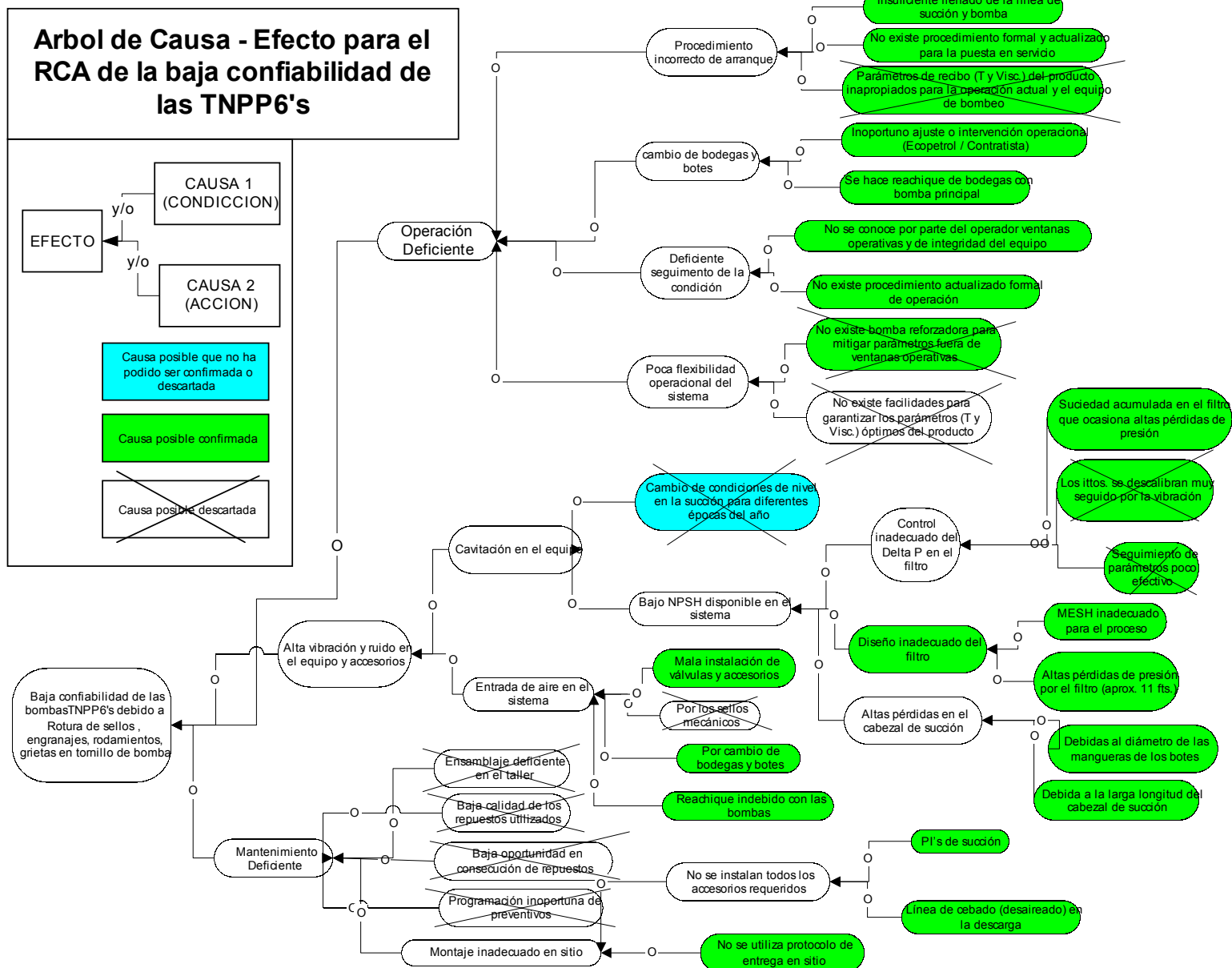
ANEXO 3 Distribución propuesta de Botes en el Muelle.

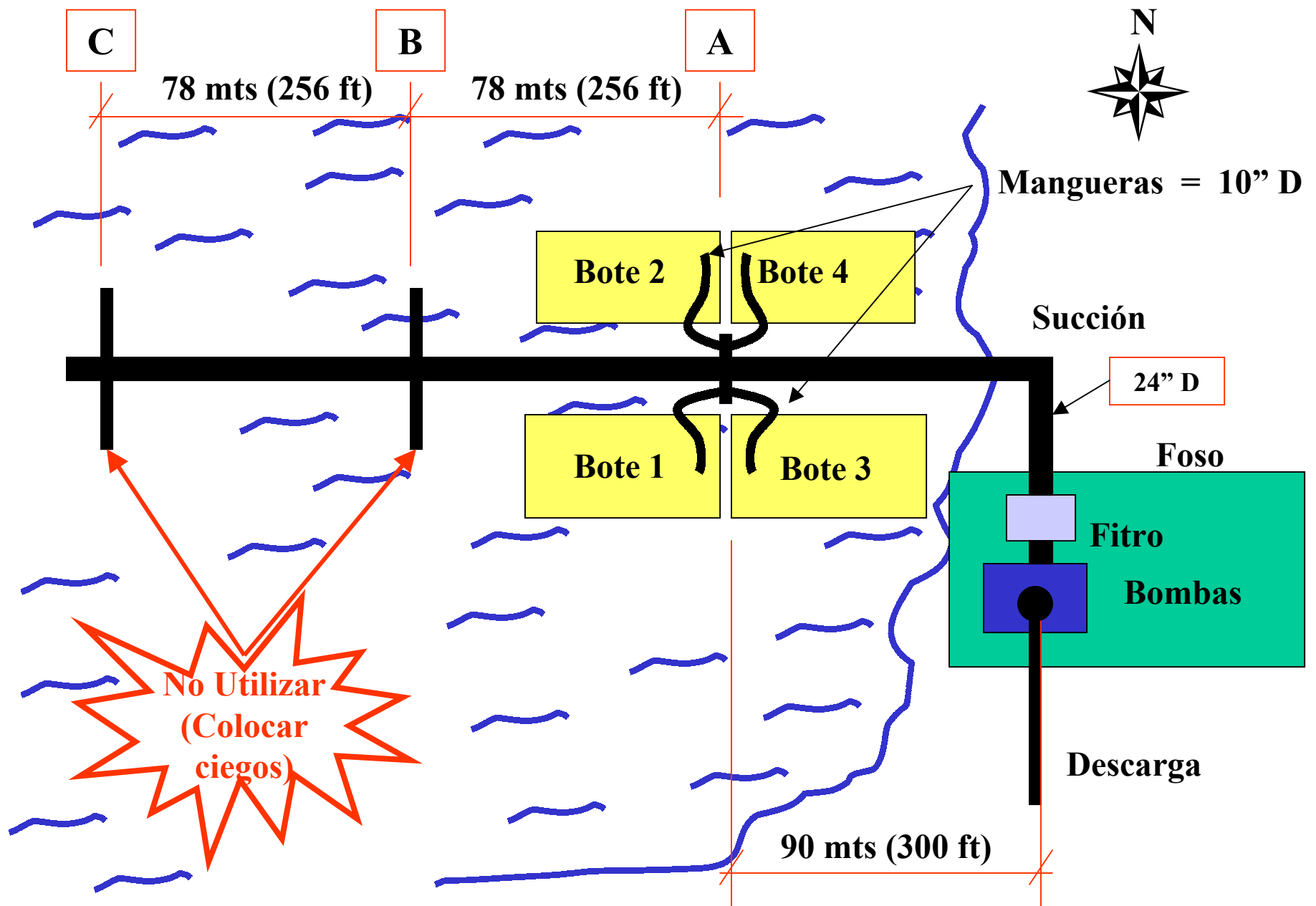
Cordialmente,

Luis Bernardo Gómez (PIC1)
Nayib García (PRO4)
Marlon Soto (PIC1)

Elías Dumar (PRO4)
Carlos Fragoso (PIC1)

Antonio Alvarez (PMP)
Hernán Osorio Cortina (SUO)





Distribución Recomendada para los botes en las TNPP6's