

IMPORTANCIA DE LA HERRAMIENTA AMEF EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

IMPORTANCE OF THE FMEA TOOL IN INDUSTRIAL PROCESSES

Diego Luna Salazar; María Mosquera; Nancy Suarez Muñoz; Ph.D. Jaime Mendoza

Fundación Universitaria de Popayán, Cauca, Colombia

diego.luna@mail.fup.edu.co; maria.mosquera@mail.fup.edu.co; nancy.suarez@mail.fup.edu.co;

jaime.mendoza@docente.fu.edu.co

RESUMEN

Con el propósito de resaltar los beneficios y los alcances de la herramienta AMEF (análisis de métodos y efectos de fallos) que es una herramienta que hace parte del Lean Manufacturing, se realiza una revisión literaria en donde se investiga y se tiene en cuenta a distintos autores los cuales, mediante libros, revistas, y conferencias u congresos ya han tenido una experiencia cercana con el Lean manufacturing y especialmente con la herramienta que Analiza los métodos y los efectos de fallos. En esta revisión se podrá encontrar definiciones y casos de estudio en los cuales se han aplicado la herramienta AMEF en los cuales se resaltarán los logros que se obtuvo luego de su aplicación.

PALABRAS CLAVE:*Lean Manufacturing (Manufactura esbelta); Calidad, AMEF*

ABSTRACT

With the purpose of highlighting the benefits and scope of the AMEF tool (analysis of methods and effects of failures) that is a tool that is part of Lean Manufacturing, a literary review is carried out in which it is investigated and taken into account to different authors who, through books, magazines, and conferences or congresses have already had a close experience with Lean manufacturing and especially with the tool that analyzes the methods and the effects of failures. In this review you will find definitions and case studies in which the AMEF tool has been applied, in which the achievements obtained after its application will be highlighted.

KEYWORDS:*Lean Manufacturing, Quality, FEMA*

I. INTRODUCCIÓN

El inicio del concepto y aplicabilidad de mejora continua surge en las organizaciones y/o empresas que decidieron modificar sus procesos en los cuales se les permitiera mejorar sus competencias relacionadas con la producción. Esto se puede observar en los tiempos de entrega reducidos, optimización de los recursos como talento humano, materia prima, maquinaria y financieros; y así evitar reprocesos y tiempo de parada forzados por alguna falla; de esta misma manera les permitiera a las organizaciones obtener una alta capacidad de desarrollo a nivel industrial. Con mercados que son tan fluctuantes es imperioso una estructuración idónea que permita optimizar sus recursos y a su vez satisfacer los consumidores del producto o servicio que se ofrecen. Es en este entonces donde surge el AMEF y por tanto nuestro estudio investigativo en donde se desea resaltar la importancia de esta herramienta y conocer los estudios de casos en los cuales se han reconocido las bondades del AMEF y los logros que conlleva su aplicación, por lo anterior es que se realiza el siguiente estudio bibliográfico en donde se citaran a distintos autores y organizaciones a nivel del mundo.

II. METODOLOGÍA

- Realizar una revisión literaria en la cual se explique de manera general que es el Lean Manufacturing y de manera particular la herramienta AMEF (Análisis de Métodos y Efectos de las Fallas).
- Mencionar estudios de caso en donde se haya aplicado la herramienta del AMEF y el alcance que esta obtuvo luego de su aplicación.

CONTEXTO

El concepto de mejora continua tiene sus primeros pasos o surgimientos en las empresas u organizaciones que decidieron modificar sus procesos los cuales les permitiera mejorar sus competencias y permitir una alta capacidad desarrollo a nivel industrial [1]. Con mercados que son tan fluctuantes es imperioso una estructuración idónea para la satisfacción del cliente interno y externo, siendo eficientes y eficaces en su proceso. Para mencionar casos en concreto, se menciona a la empresa NCR (Soluciones para la venta al por menor y la industria financiera) [2] esta empresa se ubica en los estados unidos y es en este país s donde surge las primeras herramientas para el mejoramiento continuo. Tanto así que en 1888 logra su expansión y atender el mercado internacional.

La compañía mencionada comenzó a operar como NationalManufacturing Company en Dayton, Ohio. Se especializó en producir y vender la primera caja registradora, inventada en 1879 por James Ritty. En 1884 la compañía y sus patentes fueron compradas por John Henry Patterson y se cambió el nombre a National Cash Register Company. [3] En este caso se evalúa la gran influencia de John H. Patterson en el desarrollo de gestión de ventas y la comprensión moderna de la habilidad comercial. Patterson creó un intrincado sistema de gestión para monitorear y entrenar a los vendedores de la compañía. Les dio guiones para memorizar y les asignó un territorio para cubrir además buscó crear un método de gestión de ventas que abarcara todos los aspectos de la venta, desde el cálculo de las cuotas y las tasas de comisión hasta la motivación de los vendedores desalentados.

El concepto de mejoramiento se mantuvo y se mejoró especialmente en las guerras mundiales. Después de la Primera Guerra Mundial Henry Ford y Alfred Sloan (General Motors) cambiaron la manufactura artesanal –utilizada por siglos y dirigida por las empresas europeas- por manufactura en masa. En gran parte como resultado de ello, Estados Unidos pronto dominó la economía mundial.

A mediados del siglo XX, en pleno apogeo de la segunda guerra mundial desarrollada por 6 años (1939-1945) entre naciones mundiales incluyendo a todas las grandes potencias, en Japón se implanta la mejora continua a principios de los años 50' donde 'El padre de la tercera revolución industrial' o William

Edwards Deming Contribuye en impartir charlas en la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) y tiene tanta acogida en su reconstrucción que hoy en día existe el Premio Deming que se considera como el número uno entre los premios de calidad [4]. Luego de la Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyota y Taiichi Ohno, de la fábrica de automóviles Toyota, empezaron a utilizar y generar la cultura de producción esbelta o Lean Manufacturing. [5] Después de estudiar cuidadosamente cada centímetro de la planta Rouge, que era la más grande y eficiente del mundo, Eiji indicó a la sede que había encontrado algunas posibilidades para mejorar el sistema de producción. Se encontró que copiar y mejorar lo que había visto en Rouge sería muy difícil, por lo que Eiji Toyota y Taiichi Ohno concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar en Japón. De esta conclusión, nació lo que llamaron “Sistema de Producción Toyota”, a lo que actualmente se le conoce como Manufactura Ágil (Lean Manufacturing).

La manufactura esbelta (LM) o sistema de producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés Toyota Production System) es iniciada por una compañía automotriz japonesa. [6] En 1989, el término LM fue acuñado por los investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). James P. Womack y Daniel T. Jones y lo describieron como hacer "más y más con menos y con menos esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo y menos espacio, mientras se acerca cada vez más a proporcionar a los clientes exactamente a lo que se desea.

Es puramente una estrategia basada en el cliente que se centra en la optimización de técnicas LEAN [7]. Los principios de la manufactura esbelta indican que el uso de recursos que no entrega valor al consumidor es un objetivo para el cambio o la eliminación. Se practica con el fin de mejorar la eficiencia y la producción de la empresa.

La práctica 5S es una técnica utilizada para establecer y mantener un ambiente de calidad en una organización (Khamis et al., 2009). [8] La aplicación de la metodología 5S en un negocio como un proceso, kaizen fue implementado por primera vez en 1980 por Takashi Osada (1989, 1991). Osada planteó la necesidad de la filosofía de mejora continua comportamiento profesional a través de la

integración de seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke en el lugar de trabajo. La producción de Toyota sistema (TPS) es un claro ejemplo de la aplicación del 5S principios (Monden, 2012).

[6]La práctica Lean explica siete tipos de desechos, a saber, la sobreproducción, la espera, el procesamiento excesivo, el movimiento innecesario de piezas, el exceso de inventario y los defectos. El desperdicio en cualquier industria se puede eliminar de manera efectiva utilizando estrategias como el flujo de trabajo de una pieza, el tiempo Takt y el sistema Pull. Hay varias herramientas y técnicas que son utilizados por diferentes empresas para implementar conceptos Lean. [9]

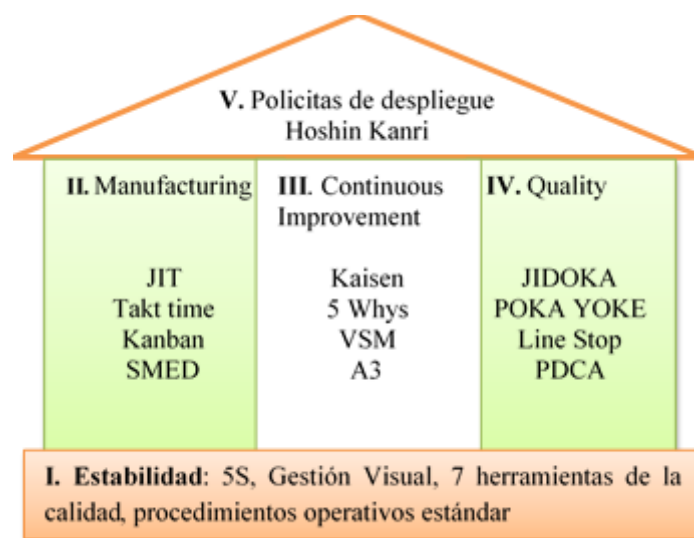


Figura 1. House of Lean (adaptado por [10])

Es necesario destacar que la transformación Lean se trata de toda la organización, [10] y no solo de la producción. Todos los departamentos individuales y sus operaciones dentro de la organización deben optimizarse de forma coordinada. Esta coordinación es responsabilidad de la administración superior.

En una organización se identifican 2 tipos de factores, los cuales son necesarios para realizar un diagnóstico general que nos sirva como base en la toma de decisiones. Estos tipos son factores internos y factores externos; los componentes de estos tipos de factores pueden variar según la constitución de la empresa u organización.

Por mencionar algunos factores internos se mencionan, "gestión interna", "capacitación y educación", "desarrollo intelectual", "empleados", "cultura organizacional", "Clima organizacional", "Comunicación", "recursos" y "planificación comercial".

Entre los factores externos se pueden mencionar algunos tales como “político”, “cultural”, “económico”, “social”, “ambiental”, “mercado”, entre otras. Después de mencionar algunos conceptos básicos para una mejor comprensión del artículo, se procede a profundizar en la temática de investigación, por ello se va a comenzar con la definición de la herramienta AMEF.

¿Qué es el AMEF (Análisis de Métodos y Efectos de Fallas)?

Debemos entonces hacer una breve explicación sobre las temáticas que intervienen en la herramienta del AMEF, tales como calidad, control de calidad para posteriormente hablar sobre el AMEF[11].

- **Calidad:** En la vida cotidiana, a menudo oímos hablar sobre temas de calidad. La calidad es una preocupación primordial para cualquier organización. Un producto de calidad debe satisfacer las necesidades del cliente y cumplir con las especificaciones. El concepto de calidad en sí se considera a menudo como una medida de la bondad relativa de los productos y Servicios consistentes en calidad de diseño y cumplimiento de calidad. La calidad del diseño es una función de especificaciones del producto, mientras que la calidad de la conformidad es una medida de cuánto un producto cumple con los Requerimientos o especificaciones de una calidad predeterminada. Sin embargo, este aspecto no es el único aspecto. de calidad. TQM (Total Quality Management) es un concepto mucho más amplio que no solo enfatiza el Aspectos de los resultados, pero también las cualidades humanas y la calidad del proceso
- **Control de calidad:** Para poder mantener siempre una buena calidad de manera constante, se requiere una actividad llamada control de calidad. Eso define el control de calidad en general como un sistema que se utiliza para preservar o mantener el nivel deseado de Calidad en un producto o servicio. El control de calidad también tiene una idea del uso de técnicas y actividades

para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio. Control de calidad se puede dividir en dos

1) El control de calidad en línea es un control de calidad durante la producción el proceso se está ejecutando, como el proceso de diagnóstico y ajuste, el control del proceso y los resultados de la inspección del proceso;

2) Control de calidad fuera de línea. Son los esfuerzos que apuntan a optimizar el diseño de productos y procesos como soporte empresarial de On-Line Quality Control. Se realiza el control de calidad fuera de línea. Antes y después del proceso. Según, el control de calidad consta de tres aspectos, conocidos como El concepto de calidad de la trilogía, a saber, Planificación de la calidad, Control de calidad y Mejora de la calidad.

AMEF O FMEA

AMEF O FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) por sus siglas en inglés, es un procedimiento estructurado para identificar y prevenir tanto como sea posible los modos de falla (falla modo). AMEF se utiliza para identificar las fuentes y las causas de los problemas de calidad. Un modo de falla Es lo que se incluye en el defecto / falla en el diseño, condiciones más allá de los límites establecidos. Especificaciones, o cambios en el producto que causan la interrupción de la función del producto. AMEF Se puede hacer por:

- a. Identificar y evaluar la falla potencial de un producto y sus efectos. segundo.
- b. Identifique las acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra una falla potencial. do.
- c. Proceso de grabación (documentar el proceso)

El propósito puede ser alcanzado por la compañía con la implementación de AMEF:

- a. Identificar el modo de fallo y la severidad del efecto.
- b. Identificar características críticas y características significativas.

- c. Para ordenar el diseño potencial y el proceso de deficiencia.
- d. Para ayudar al ingeniero de enfoque a reducir la atención a los productos y procesos,
- e. y ayuda a prevenir problemas.

TIPOS DE AMEF

[12] Básicamente, se utilizan dos tipos de AMEF en las industrias manufactureras: Uno es **EL DISEÑO AMEF** y el segundo es **EL PROCESO AMEF**. EL DISEÑO AMEF se utiliza para analizar los productos antes de su lanzamiento a producción y se enfoca en los modos de falla potencial de los productos, causados por deficiencias de diseño. Los AMEF de diseño se realizan normalmente en tres niveles: niveles de sistema, subsistema y componentes. El PROCESO AMEF se usa normalmente para analizar los procesos de fabricación y ensamblaje a nivel de sistema, subsistema o componente. Este tipo de AMEF se centra en los modos de falla potencial del proceso que son causados por deficiencias en el proceso de fabricación o ensamblaje. Se puede obtener un análisis de la robustez a partir de matrices de interfaz, diagramas de límites y diagramas de parámetros. Muchas fallas se deben a factores de ruido e interfaces compartidas con otras partes y / o sistemas. Para empezar, es necesario describir el sistema y su función. Una buena comprensión de AMEF simplifica el análisis adicional.

PASOS DE IMPLEMENTACIÓN UTILIZANDO AMEF

Los pasos básicos en el proceso de Modo de Falla y Análisis de Efecto (AMEF):

1. Identificar las funciones del proceso de negocio en estudio.
2. Identificar los modos de falla potencial en el proceso de negocio que se está estudiando.
3. Identificar los posibles efectos del fracaso en el proceso de negocio que se estudia.
4. Identifique las causas de la falla del proceso de negocio que se está estudiando.
5. Identificar modos de detección en el proceso de negocio en estudio.

6. Determine la clasificación de gravedad, ocurrencia, detección y número de prioridad de riesgo (RPN) en procesos de negocio que se están estudiando.

7. Mejoras propuestas.

LA MEDICIÓN DEL VALOR DE GRAVEDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN

- a.** Valor de severidad: La gravedad es el primer paso para analizar los riesgos, que calcula la cantidad de impacto o intensidad del incidente afecta el resultado final del proceso porque un modo de falla en una actividad puede llevara un modo de fallo en otras actividades. El impacto en la escala de calificación que va desde 1 a 10 enLa tabla 1. Estos números conducirán a un experto para priorizar los modos de falla. Una severidadLa calificación de 1 significa que no hay peligro o ningún efecto en la calidad. De lo contrario, una calificación de severidad de 9o 10 está hecho para aquellos efectos que podrían causar un mal efecto o lesiones al usuario. Si es que sucedeSe consideran las acciones para eliminar el modo de falla, como cambiar el diseño.

Tabla 1. Valores de la severidad.

CLASIFICACIÓN	ESCALA	EJEMPLO
No resulta/ Ninguno	1	No hay efecto en la calidad
Muy Menor	2	Calidad con características que no perturban
Menor	3	Pequeños consecuencias a la calidad
Muy Bajo	4	Pequeños daños
Bajo	5	Fallos que resultan en algunas insatisfacciones
Moderado	6	Fallos que ocasionan inconvenientes
Alto	7	Calidad insatisfactoria
Muy Alto	8	Calidad muy insatisfactoria
Peligroso con Advertencias	9	Causas que potencian malos efectos
Peligroso sin Advertencias	10	Modos de fallas y efectos que son fatales para la calidad

- b.** Valor de ocurrencia: Si la calificación es predeterminada en la gravedad, el siguiente paso es determinar la calificación del valor de ocurrencia. La ocurrencia es una posibilidad de que la causa de la falla ocurra y resulte en la Fallo durante el periodo de ejecución de los procesos de negocio. Determinando el valor de ocurrencia puede verse en la tabla 2. Si la incidencia es alta, significa más de 4 o más de 1 cuando La clasificación de severidad es 9 o 10, las acciones necesarias. Este paso es también significa el detallado Sección de desarrollo del proceso FMEA. La calificación de ocurrencia

1 significa que no hay falla. Entonces la clasificación de ocurrencia de 2 a 10 muestra un nivel elevado de la ocurrencia de la falla.

Tabla 2. Rangos de ocurrencia.

CLASIFICACIÓN	ESCALA	CRITERIO
Nunca	1	Historial de no fracaso
Ocasionalmente	2	Posibles fallas muy raras
Muy poco	3	La posibilidad de falla es muy poco
Poco de todo	4	La calidad sufre molestias menores
Bajo	5	Algunas posibles fallas
Medio	6	Se da la posibilidad de fallo
Poco alto	7	La posibilidad de fracaso es suficientemente alta
Alto	8	Numero de fallas alto
Muy alto	9	El número de las posibilidades de fallo es extremadamente alto
Casi seguro	10	El fracaso es casi seguro

- c. Valor de detección: Una vez obtenido el valor de ocurrencia, es hora de determinar el valor de detección. Se está investigando la función de detección para prevenir posibles procesos de negocios y se reduce el nivel de falla en los procesos de negocios. La detección de la determinación de la tasa se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 3. Rangos de detección.

CLASIFICACIÓN	ESCALA	CRITERIO
Casi seguro	1	Controles definitivamente detectados
Muy alto	2	Control casi detectado
Alto	3	Controles con mayor posibilidad de detectar
Moderadamente alto	4	Detección de los controles suficientemente altos
Moderado	5	Detección de los controles moderadamente altos
Bajo	6	Detección de los controles bajo
Muy bajo	7	Detección de los controles son muy bajas
Remoto	8	Detección de los controles son muy pocas
Muy remoto	9	Los controles pueden no detectar
Imposible	10	Los controles ciertamente no detectan

RPN - Numero de Prioridad de Riesgo

Después de obtener el valor de severidad, ocurrencia y detección, obtendrá el valor del Número de Prioridad de Riesgo (RPN), multiplicando el valor de severidad, ocurrencia y detección ($RPN = S \times O \times D$). Luego, realice la clasificación según el valor del Número de prioridad de riesgo (RPN) más alto al más

bajo. Después de eso, las actividades que tienen un gran valor Número de Prioridad de Riesgo (RPN) y tienen un papel importante en las actividades de proceso de negocio estudiadas, realizaron las mejoras propuestas para reducir la tasa de fracaso de los procesos de negocio.

[13] Las técnicas de análisis de riesgo ayudan a identificar las amenazas, problemas y anomalías de los procesos que puedan afectar la salud y seguridad de los empleados, el medio ambiente y la calidad del producto.

[14] Una nueva evaluación difusa (Fuzzy) para los factores de riesgo. Tradicionalmente, los factores de riesgo se evalúan mediante números nítidos en AMEF. Sin embargo, con la creciente complejidad de los sistemas, más modos de falla potencial necesitan evaluación de riesgos. Además, teniendo en cuenta la influencia subyacente entre los componentes que interactúan, las personas necesitan conocimientos, datos y tiempo más especializados para realizar evaluaciones más adecuadas. Por ello, para superar las deficiencias de la FMEA tradicional y las mejores incertidumbres de modelos y procesos, proponemos un modelo de FMEA basado en un nuevo método de evidencia difusa (FUZZY). Los riesgos de los factores de riesgo son evaluados por el grado de membresía difusa.

en un caso práctico donde se aplicó el AMEF, e primero de varios que se va a mencionar, nos indica la importancia en los resultados que se obtuvo **[15]** luego de la aplicación de la herramienta. La función principal de algunos módulos fotovoltaicos es generar electricidad a través de la radiación solar. El análisis que se obtuvo luego del AMEF estuvo orientado a entender cuáles son las fallas críticas y sus consecuencias para mejorar el diseño de las líneas de base en la manufactura. El logro consistió en que el AMEF es esencial para considerar el nivel de detalle necesario para una verdadera representación de los estudios sin las complicaciones en los análisis.

ESTUDIOS DE CASO DONDE SE APLICA LA HERRAMIENTA AMEF

De igual manera, El AMEF fue utilizado en la industria científica para el siguiente caso: **[16]** UNA REVISIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA DE FMEA/ INCLUYENDO PATENTES. En el cual

presenta una revisión crítica de los modos de fallos y análisis de efectos (AMEF - IMPORTANCE OF FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS), con el objetivo de analizar artículos científicos y patentes desde 1994 hasta 2010 extrayendo los problemas y las respuestas proporcionadas por los investigadores académicos y empresas de la literatura científica y de patentes, todo esto con el fin de tener una visión general de la evolución del método y tratar de entender si los esfuerzos pasados para mejorar de manera efectiva responden a varias críticas encontradas en la literatura científica y de patentes, usado específicamente el diseño del producto y la fabricación. Las sugerencias de mejora para el AMEF de acuerdo con la investigación son: mejorar la comprensión de la metodología tradicional y su aplicación en varios campos, manteniendo la estructura original, cambio en la secuencia de pasos incluyendo métodos modificados y la estructura tradicional de AMEF, automatizar, reducir o excluir la intervención humana. La gestión de la información ha sido mejorada mediante la introducción de plantillas más estructuradas, se mejoraron las causas y efectos de representación, la resolución de problemas.

El AMEF tiene un campo de acción bastante amplio, se puede casi asegurar que esta herramienta puede ser utilizada en cualquier industria que lo requiera para obtener cambios de mejora en su proceso para obtener satisfacción en sus clientes o una comunidad en general, por ello exponemos el siguiente caso en el cual se implementa la herramienta con el objetivo de adquirir el [17]ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLO EN LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PROCEDENTES DEL SACRIFICIO ANIMAL. Los mataderos tienen efectos negativos sobre el medio ambiente, el mayor problema es que en los procesos hacen falta equipos modernos para promover la eliminación de gases malolientes y efluentes tóxicos. El objetivo de este estudio fue elaborar los formularios de solicitud de análisis de modos y efectos de fallas (AMEF para detectar problemas y eliminar la forma sistemática y compleja en un matadero de tamaño medio en la región de Wells Caldas (MG), que realiza el ganado vacuno y cerdo masacre, todo esto con el fin de diagnosticar las posibilidades de riesgo causado y los controles del medio ambiente ejercidos en relación con la línea de masacre y establecimiento de fusión. Se observó que la industria de la carne representa un gran potencial de

contaminación de los efluentes naturales. Los resultados que se obtuvieron fueron: la salida “consumo de agua” consiguió severidad moderada, lo que corresponde a la utilización de los recursos naturales, por lo tanto, es un factor de preocupación. La ocurrencia de este evento obtuvo fijación clasificada alta, lo que implica un uso diario del recurso por lo que la producción es más agravante. La unidad de refrigeración debe mejorar su proceso para minimizar el uso diario del recurso natural si pérdida de eficiencia productiva.

De igual forma el AMEF es utilizado en la industria química en diferentes casos: primeramente, en la [18]EVALUACIÓN DEL RIEGO POR AMEF DE SISTEMA FIJACIÓN GAS Y AGUA SUPERCRÍTICA USANDO EVALUACIÓN DISTRIBUCIÓN LINGÜÍSTICA MULTIGRANULAR, donde se busca la eliminación y recuperación de la contaminación producida por tratamiento de lodos evaluando el riesgo por tipo de AMEF con el fin de garantizar la fiabilidad y la seguridad de los sistemas SCWG. Un modelo de evaluación de riesgos híbrido por AMEF se explota con las evaluaciones de distribución lingüística granulares múltiples para adaptarse caso práctico. Maximizando métodos de derivación y son adoptados para determinar los pesos combinados subjetivos y objetivos para distinguir la importancia de los factores de riesgo. En segundo lugar, se implementó en la [19]EVALUACIÓN DE RIEGOS DE LA TURBINA EÓLICA FLOTANTE BASADA EN LA CORRELACIÓN FMEA Se llevó a cabo una evaluación de riesgos denominado correlación-FMEA, para estudiar la conexión entre los modos de falla y su efecto sobre la probabilidad de falla de todo el sistema. Se determinó una serie de modos de falla con alta prioridad mediante el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) convencional, y se analizaron las conexiones correspondientes para obtener los coeficientes de correlación utilizando el método del vector de índice de confiabilidad. Los datos utilizados en esta investigación provienen de la operación de campo en China. La técnica de evaluación de redes de probabilidad (PNET, por sus siglas en inglés) se utilizó para obtener los modos de fallas más débiles del sistema basados en esos coeficientes. Con los resultados, se dieron sugerencias para el diseño de turbinas eólicas flotantes con respecto seguridad y confiabilidad. En tercer lugar, se utilizó para encontrar el [20] MODO DE FALLO Y EL

EFFECTOS BASADO EN FUZZY (FMEA) DE UN HÍBRIDO PILA DE COMBUSTIBLE DE CARBONATO FUNDIDO (MCFC) Y EL SISTEMA DE TURBINA DE GAS PARA LA PROPULSIÓN DE BARCOS. Este estudio propone un modo de fallas y análisis de efectos (AMEF) basado en FUZZY para un sistema de pila de combustible de carbonato y de la turbina de gas fundido híbrido para licuado de buques y tanque de hidrógeno. Utilizan el FMEA para analizar el sistema de propulsiones no convencionales y para entender la imagen riesgo del sistema. Dado que los participantes de la AMFE se basan en sus experiencias subjetivas y cualitativas, el AMEF convencional utilizado para la identificación de los fallos que afectan el rendimiento del sistema, inevitablemente implica incertidumbres inherentes. El sistema híbrido tiene 35 componentes y tiene 70 posibles modos de fallo, respectivamente, que se producen en la pila de combustibles y en la maquina rotativa. Además, el modo de falla y análisis de efectos AMEF proporciona un acceso flexible al sistema.

Esta metodología va dirigida a la comprensión de problemas complejos que existen dentro de la industria e incrementar la confiabilidad de esta. En este caso el AMEF fue utilizado para [21] UN MÉTODO Y TÉCNICA DE FMEA MOORA DIFUSA INTEGRADO PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES SOSTENIBLE TENIENDO EN CUENTA LOS DESCUENTOS POR VOLUMEN Y RIESGO DEL PROVEEDOR. En esta industria aplico el modo de fallo y análisis de efectos (FMEA) para evaluar los riesgos del proveedor desarrollando un modelo matemático multi-objetivo para considerar la sostenibilidad y el orden de asignación del proveedor al mismo tiempo. Ya que la selección estratégica de los proveedores proporciona precio, calidad y cantidad adecuada en el momento de la compra de los materiales para la producción y así mismo satisfacer las necesidades de los clientes.

En la industria de la salud este método ha sido integrado para poder logra una mejor atención a pacientes en centros hospitalarios y en este proceso AMEF desarrollo una [22] APLICACIÓN DIFUSA PARA MEJORAR EL PROCESADO DE TOMA DE DECISIONES EN UN DEPARTAMENTO DE EMERGENCIA, se propone para la priorización y evaluación de fallos que probablemente se pueden producir en el proceso de trabajo en el servicio de urgencias, además de ello tomar las acciones correctivas

para reducir incidentes que puedan poner en riesgo la salud de los pacientes. La implementación de este método ayudo a incrementar el nivel de confianza en los hospitales.

Una de las industrias más importantes es la de alimentos, es por ello que también ha sido de gran importancia la implementación de AMEF para identificar, analizar y reducir los riesgos que se presenten en los procesos, en este caso se utilizó para **[23]**EL ANÁLISIS DE RIESGO DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS AVÍCOLAS. Debido al crecimiento del consumo de pollo en Indonesia los productores de piensos para aves tratan de cumplir con el aumento de la demanda. La industria implementa la metodología de modo de fallas y análisis de efectos (AMEF) para disminuir o eliminar las amenazas en la estabilidad y la continuidad de los procesos para el éxito de la empresa. Esta metodología solida la utilizan para identificar, clasificar y analizar el riego potencial y las amenazas existentes en la producción. Por eso para ellos es importante tener un análisis de riesgos que les permita la mitigación y priorización de fallas e identificar los mejores correctivos que les permita asegurar su proceso de producción para cumplir con la demanda.

Se propuso **[24]** UTILIZAR EL MÉTODO STAAY Y EL MÉTODO FMEA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS RESTRICCIONES EN LA CADENA LOGÍSTICA, Con el fin de garantizar el funcionamiento eficiente de las cadenas logísticas se hace necesario identificar y eliminar las restricciones que pueden tener el mayor impacto en las eficiencias resultantes de los transportes realizados. Para una evaluación completa de las posibles limitaciones en términos de operadores logísticos, transitorios, transportistas y otras entidades involucradas en la ejecución de la cadena de suministro, debido a las demandas de nuestros clientes es esencial para analizar a fondo la cadena logística y luego identificar y evaluar toda la información pertinente. La evaluación de las restricciones ha de basarse en criterios predeterminados. Basado en la investigación realizada en la UNIVERSIDAD DE ZILINA, Departamento de transporte ferroviario, es eficaz para evaluar estas limitaciones mediante el uso de una combinación de diferentes métodos de análisis de criterios. STAAY combinado con el uso de técnicas de evaluación de riesgos

AMEF. Estos métodos aplican para el problema de elegir la variante optima de realización de la cadena logística por la comparación del nivel de las limitaciones en variantes de las cadenas logísticas propuestas.

El analizar las causas potenciales y disminuir o eliminar el riesgo fue el principal motivo de esta industria al implementar el [25]MODO DE FALLO Y ANÁLISIS DE EFECTOS (AMEF) EN COSECHA MECANIZADA DE PALANQUILLAS DE CAÑA DE AZÚCAR. El control de calidad se utiliza para la evaluación de los procesos y productos, y es importante para detectar y reducir la variabilidad y en las operaciones de gestión puede aplicarse en la cosecha mecanizada de palanquillas de caña de azúcar. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo identificar los indicadores críticos de calidad y, si es necesario, para desarrollar un plan de mejora continua para la cosecha de caña de azúcar palanquillas. Para el estudio y definición de indicadores de calidad críticos se aplicó el FMEA, después de la formación del equipo técnico de calidad. Las evaluaciones de las variables recogidas fueron a través de los gráficos de control de los valores individuales y los índices de capacidad de proceso. Hay 8 indicadores críticos de calidad en el proceso de palanquillas cosecha; la altura de corte, el índice de daño, el porcentaje de yemas no viables y velocidad de operación tiene mayor importancia para el análisis debido a que el índice de prioridad de riesgo y la facilidad de obtención de datos para su análisis. El desarrollo del plan de mejora tiene como objetivo reducir la variabilidad debida a palanquillas de cultivo, por lo tanto, por lo que es capaz de realizar la operación dentro de los estándares de calidad requeridos

En la industria metalúrgica fue implementada en el siguiente caso: [26]EFECTOS DE FALLA Y RESOLUCIÓN DE MODOS, UNA NUEVA PRÁCTICA DE FMEA PARA FINALIZAR LOS DISEÑOS DE MOLDES EN FUNDICIONES. Este documento propone una estrategia novedosa para finalizar el diseño del molde de un componente fundido específico a través del estudio de caso el análisis de fallos utilizando los datos de la fundición. Modo de fallo tradicional y Análisis de Efectos (AMEF) es una de las herramientas eficaces para la priorización de los posibles modos de fallo mediante el cálculo del número de prioridad de riesgo (RPN) del proceso / diseño. Pero en las fundiciones, dando prioridad a los fallos a través de la tradicional AMEF produce resultados sin igual Cuando los valores son idénticos RPN

Durante los ensayos de preproducción. Por lo tanto, es muy difícil diseñar moldes de acabado del componente fundido utilizando el enfoque tradicional específica AMEF. Este trabajo de investigación se dirige a un AMEF enfoque alternativo llamado FEAROM (fallo Efectos modos y de la Resolución) para resolver la dificultad en la finalización de los diseños de moldes. AnalyticalHierarchyProcess – AHP (Proceso de jerarquía analítica) se utiliza para la validación de los resultados obtenidos utilizando el método FEAROM. Los resultados presentados se basan en un estudio experimental llevado a cabo para el componente específico en el método de colada de fundición usando la arena. Se ha encontrado que FEAROM modelo propuesto se adapta muy bien en la práctica y produce piezas fundidas de calidad.

[27]. MODO DE FALLA Y ANÁLISIS DE EFECTOS BASADOS EN UN NOVEDOSO MÉTODO PROBATORIO DIFUSO.

El artículo expone una mejora a la herramienta AMEF, ya que encuentra en ella irracionalidades, para salir del modelo tradicional y mejorar aspecto como la incertidumbre; se propone de un método probatorio difuso la cual es una teoría matemática propuesta por Zadeh y busca tratar las diversas incertidumbres existentes.

El artículo resalta que este método es razonable y efectivo para aplicaciones reales.

En su redacción se trae a colación que para obtener un RPN más completo y objetivo se fusionan dos teorías, la cual es la tradicional y la que se basa en la teoría de la evidencia D-S con el propósito de que se capaz de determinar la prioridad de riesgo más completo y objetivo.

El artículo ilustra la viabilidad y la razón del modelo de la fusión que se propuso mediante un estudio de caso en un sistema electromecánico (MEMS). Los MEMS son dispositivos en escala milimétrica y está integrado de elementos mecánicos, actuadores, componentes electrónicos y sensores y son aplicados en industrias como la automotriz y la medicina debido a su fácil integración, sin embargo, la construcción de los MEMS no es muy útil debido a la relación superficie volumen. Mediante el análisis se logra determinar que mediante el RPN tradicional no se logra diferenciar la prioridad de los modos de falla 4 y

7, ya que los dos dan 144, mientras que con el método propuesto se evidencia que la falla 7 es mayor que la falla 4. Como se puede evidenciar en la Figura 2.



Figura. 2 comparación de 2 modelos de RPN's

[28]. OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO FOTOVOLTAICO POR MEDIO DE UN ENFOQUE FMEA BASADO EN DATOS REALES.

Debido al gran aumento de plantas de energías renovables ha habido muchos avances científicos en la mejora de estos sistemas. Los niveles de fiabilidad y rendimiento optimizan los sistemas fotovoltaicos. Con la aplicación de modos de fallas y análisis de efectos (FMEA) se proporciona una evaluación y un mantenimiento completo centrado en la confiabilidad utilizando un gran volumen de datos derivados de una base de datos de actividades de mantenimiento reales llevados a cabo por una empresa multinacional. Estos datos fueron interpretados por las opiniones de los expertos con experiencia especializada en la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de energía fotovoltaica, de tamaño pequeño a varios megavatios. El presente trabajo aquí tiene ventajas sobre muchos estudios anteriores ya que la información se deriva de las experiencias reales de los sistemas fotovoltaicos que permitieron un análisis de riesgo más realista.

[29]. PRIORIZACIÓN DE RIESGO HSE (SALUD, SEGURIDAD Y E SISTEMA DE GESTION DE MEDIO AMBIENTE) UTILIZANDO UN ENFOQUE ROBUSTO DEA-FMEA CON RESULTADOS NO DESEADO: UN ESTUDIO DE LA INDUSTRIA DE PIEZAS DE AUTOMÓVILES EN IRÁN.

Con el fin de lograr una gestión integrada de HSE, se implementa el modo de fallo y análisis de efectos (FMEA) para la identificación y evaluación de los riesgos potenciales para su control, lo que puede aumentar el nivel de protección de los empleados y la eficiencia de entorno de trabajo. Modos de fallo y análisis de efectos (FMEA) es uno de los métodos más utilizados en la evaluación de riesgos. El objetivo de este estudio es presentar una integración robusta de análisis envolvente de datos enfocado en -FMEA para evaluar y priorizar los riesgos de HSE en varias industrias y para cubrir desventajas de sistema de puntuación tradicional de RPN en el método FMEA.

[30]. UNA BASE DE CONOCIMIENTOS FMEA PARA APOYAR LA IDENTIFICACIÓN Y GESTIÓN DE PROBLEMAS DE VEHÍCULO COMPONENTE FLEXIBLE.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un enfoque basado en el conocimiento de la realización de los modos de fallo y análisis de efectos (AMFE) en componentes de vehículos flexibles. Un proceso de minería de descubrimiento de conocimiento de tres pasos y los datos se utiliza para desarrollar un conjunto de reglas. Este conjunto ofrece apoyo a las decisiones de los ingenieros mientras realizan AMFE en componentes de vehículos flexibles. En el primer paso se realizan FMEA tradicionales en los componentes flexibles. En el segundo paso, se hace un algoritmo de árbol de decisión para extraer reglas de los datos recogidos. La tercera etapa implica el post-procesamiento manual de las reglas extraídas por el algoritmo de árbol de decisión. Por último, el conjunto de reglas se implementa en el FMEA basada en el conocimiento que se puede utilizar para proporcionar apoyo a las decisiones de los ingenieros componentes flexibles. La herramienta se utiliza para identificar los problemas de calidad y revisión dentro de un vehículo completo.

[31]. LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA IMPORTANCIA DEL ELEMENTO DE LA INSTALACIÓN DEL EJE BASADO QFD Y AMFE.

QualityFunctionDeployment (QFD) y el modo de fallo y análisis de efectos (FMEA) adoptan diferentes formas de pensar, remedian sus respectivas limitaciones uno para el otro, y pueden guiar con eficacia el

control de calidad. Este documento se combina de HudongZhonghua construcción naval (grupo) con LTD. Es un proceso de instalación, a partir de los requerimientos del cliente QFD para la búsqueda de la importancia de los elementos del proceso de producción y corrección de FMEA, para el desarrollo de la construcción naval en la economía de hoy en día es la transformación del crecimiento cuantitativo al crecimiento de calidad.

[32]. MODOS DE FALLAS Y ANÁLISIS DE EFECTOS (AMEF) PARA AEROGENERADORES.

En este artículo se utilizó para estudiar la fiabilidad de muchos sistemas de generación de energía aplicando el método de modo de fallas y análisis de efectos (AMEF) para enrollar los sistemas de turbina analizando la fiabilidad del software de propietario. La comparación se hizo entre los resultados cuantitativos de un conjunto de datos FMEA y el campo de fiabilidad de los sistemas de turbina de viento reales y sus conjuntos. Estos resultados se discuten a establecer relaciones que son útiles para el futuro diseño de la turbina eólica. El principal sistema estudiado es una turbina eólica de diseño 2MW existente con un generador inducción doblemente (DFIG), que luego se compara con un sistema de turbina de viento hipotético usando el doblemente alimentado, Generador sin escobillas (BDFG) de la misma calificación.

[33]. APLICACIÓN DE MODO DE FALLO Y ANÁLISIS DE EFECTOS (AMFE) PARA AUDITORIA DL SISTEMA HACCP.

El objetivo del estudio fue diseñar el método de auditoría del sistema HACCP que permite la evaluación precisa del sistema que funciona en la práctica. El método se basa en especialmente en elaborar un cuestionario de auditoría, que cubre todos los pasos y los principios de HACCP, asociados con el análisis de los hallazgos de auditoría de FMEA. Las auditorías externas de terceras partes se llevaron a cabo en dos panaderías de tamaño medio que se encuentra en Polonia. El método permitió precisa identificación de los riesgos altos y críticos en áreas HACCP de la verificación y mantenimiento de registros. En vista de la obligatoriedad del sistema HACCP en la industria alimentaria y emergente, periódicamente por los

escándalos de seguridad alimentaria en la UE y otros países, parece aconsejable control de la fuerza y utilizar métodos que permitan identificación precisa del riesgo. Por lo tanto, la incorporación del análisis FMEA dentro del procedimiento de fiscalización de sistema HACCP puede ser una herramienta conveniente para la mejor garantía de la seguridad alimentaria. El método diseñado está listo para usar en todas las empresas tipos de alimentos.

[34]. ANÁLISIS DE RIESGO DE VALIDACIONES ANALÍTICAS POR MODIFICACIÓN PROBABILÍSTICA DE FMEA.

Se utilizó para la validación de un proceso de química analítica permitiéndola detección de los riesgos técnicos relacionados con los seres humanos. De tal manera el modo de fallo y análisis de efectos (FMEA) se pueden aplicar, usando una puntuación de riesgo categórica de la aparición, la detección y la gravedad de los modos de fallo, y calculando el número de prioridad de riesgo (RPN) para seleccionar los modos de fallo para la corrección. Proponemos una probabilística modificación de FMEA, reemplazando el marcador categórico de ocurrencia y detección por su frecuencia relativa estimada y mantener el marcador categórico de gravedad.

[35]. UN ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL PARA LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE INFORMACIÓN UTILIZANDO FMEA Y LA TEORÍA DIFUSA.

Debido a la evolución y el uso generalizado de Internet, las organizaciones son cada vez más susceptibles a los ataques contra los sistemas de tecnología de la información. Estos ataques suponen pérdidas de datos y alteraciones, y servicios de impacto y las operaciones comerciales. Por lo tanto, para minimizar estos posibles fallos, este trabajo presenta una aproximación a la gestión de riesgos de seguridad de la información, que abarca Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y la teoría difusa. Este enfoque analiza cinco dimensiones de la seguridad de la información: el acceso a la información y sistemas, seguridad de las comunicaciones, la infraestructura, la gestión de la seguridad y el desarrollo de sistemas de información segura. Para ilustrar el modelo propuesto, se aplica a un proyecto de la Universidad

ResearchGroup. Los resultados muestran que los aspectos más importantes de riesgo para la seguridad de la información son seguridad de las comunicaciones.

[36]. UN ESTUDIO UTILIZANDO E ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA ESTABLECER MEJORAS DE SEGURIDAD BASADO EN FMEA.

Este artículo presenta un enfoque basado en el análisis envolvente de datos (Análisis Envolvente de Datos-DEA) para establecer las direcciones para la mejora de los modos de fallos identificados en el análisis de los modos efectos de fallas (FMEA). el enfoque tradicional FMEA se basa en una serie de priorización de riesgos que ha sido objeto de muchas críticas informado en varios artículos científico. En este estudio el número de priorización de riesgos de la DEA, teniendo en cuenta el concepto de la frontera eficiente, mejorar las directrices serán identificados por los modos de fallo en base a relaciones de riesgo establecidos por el equipo FMEA.

[37]. ANÁLISIS DE RIESGO DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO AVÍCOLA UTILIZANDO FUZZY FMEA

Análisis de riesgo de la producción de piensos de aves de corral usando AMEF

En indonesia aumenta el consumo de aves de corral, generando oportunidad a que nuevos empresarios se posesionen en el mercado donde hacen que la competencia sea mayor, por lo cual requieren que los procesos de producción y operación en la planta sean eficientes, mitigando riesgos de contaminación en la producción, para poder identificar los riegos se implementa AMEF para identificar los riesgos potenciales en el proceso de producción de aves de corral para que a futuro se utilice esta herramienta para la prevención de problemas de producto y de proceso antes de que ocurran. En la investigación e implementación del MEF encontró 3889 riesgos de riesgo total se clasifican como riesgos correctivos. Sobre la base de estos riesgos 38, se proponen los esfuerzos de mitigación. La evaluación de la condición existente, esta investigación propone que en realidad hay 59 maneras de reducir el impacto y la probabilidad, 47 formas de evitar el riesgo, 13 formas de transferir el riesgo, y 11 maneras de aceptar el

riesgo. que se propondrán algunos esfuerzos de mitigación están fijando programa de mantenimiento regular de las máquinas de producción, empleado para llevar acabo reforzar basa en SOP, la formación de los nuevos empleados.

[38]. UN MODELO DE ANÁLISIS DE RIESGO EN INGENIERÍA CONCURRENTE.

Un modelo de análisis de riesgos en el Desarrollo Concurrente Ingeniería de Producto. La Ingeniería concurrente ha sido ampliamente aceptada como una estrategia viable para las empresas a reducir el tiempo de salida al mercado y lograr un ahorro de costes globales. Este artículo analiza diversos riesgos y desafíos en el desarrollo de productos bajo el entorno de ingeniería concurrente. La innovación tiene siempre incertidumbres y riesgos. De acuerdo a los riesgos propuestos en el artículo, por medio de la investigación realizada se tienen tres contribuciones principales. En primer lugar, se establece un marco conceptual para clasificar diversos riesgos en la EP CE. En segundo lugar, se propone el uso de enfoques existentes cuantitativos para fines de análisis de riesgo PD: evaluación gráfica y técnica de revisión (GERT), el modo de fallo y análisis de efectos (AMFE), y data base management producto (PDM). Sobre la base de las herramientas cuantitativas, creamos nuestro enfoque para la gestión de riesgo de la CE PD y se discuten las soluciones de los modelos. Este innovador enfoque se centra en el análisis de riesgos de los tres indicadores clave de riesgo: scheduling, riesgo, el riesgo de costos y riesgos de calidad mediante un enfoque integrado basado en GERT y FMEA, donde FMEA tiene como objetivo identificar posibles fallos en el proceso de producción; descubrir las medidas para hacer frente a posibles fallos; y estandarizar el proceso de manipulación de los posibles fallos.

[39]. UN ENFOQUE INTEGRADO PARA EL MODO DE FALLA Y EL ANÁLISIS DE EFECTOS EN INTERVALVALUED.

Un enfoque integrado para el modo de fallo y correo de análisis, bajo ambiente fuzzyintuitionisticintervalvalued. El objetivo del artículo es desarrollar un enfoque integrado priorización de riesgos para mejorar el rendimiento de FMEA mediante el uso de conjuntos de intervalos de valor

intuicionistas difusos (IVIFSs) y el método multi-atributivo y la comparación del área de aproximación frontera (MABAC). Donde se emplea un ejemplo en el sector salud, empleando en un departamento de radiación para demostrar el proceso de implementación del enfoque propuesto FMEA. La terapia de radiación en el ajuste de la oncología de radiación es un proceso crítico y de alto riesgo, donde los fallos del sistema son más probables que ocurra debido a la creciente aplicación y la complejidad de los equipos y procesos relacionados. Debido a su complejidad, todo el proceso de administración de radioterapia fue dividido además en cuatro fases: consultar al tratamiento, tratamiento, control de calidad, y misceláneos. Todas estas fases fueron analizadas donde se demostró un total de 108 modos de fallo potenciales. Después se realiza una pre-evaluación y para facilitar la ilustración resultaron once modos de fallo con sus puntuaciones RPN mayores que o iguales a 24 fueron designados para una evaluación adicional.

Para demostrar la racionalidad y la fiabilidad de la clasificación de riesgos obtenida por el FMEA propuesto, el mismo problema de la evaluación del riesgo se resuelve mediante algunos métodos de evaluación de riesgo comparables, incluyendo la RPN convencional, el Vikorfuzzy Y la TOPSIS fuzzyintuitionistic donde nos dan filas de riesgo consistentes de los modos de fallo once. Se realizó una comparación estadística de la clasificación de prioridad de riesgo a partir de los métodos enumerados y el enfoque propuesto revela que el FMEA propuesto se correlaciona altamente con el método RPN permitiendo que la información incompleta de peso con respecto a los factores de riesgo es más realista en muchos problemas prácticos en FMEA, especialmente en entornos complejos e inciertos. Con este fin, un modelo óptimo en base a la máxima entropía cruzada está construido para resolver el vector de peso óptimo de factores de riesgo.

[40]. SOBRE LA NECESIDAD DE REVISAR EL MODO DE FALLA DE ATENCIÓN MÉDICA Y EL ANÁLISIS DEL EFECTO.

En la necesidad de revisar el modo de fallo de la salud y el análisis para evaluar el efecto potencial de daño al paciente en los procesos asistenciales. El servicio médico de emergencia helicóptero (HEMS) es otro ejemplo de un complejo de alto riesgo, es un sistema de trabajo socio técnico particularmente son

procesos vulnerables a los efectos adversos y con obstáculos de rendimiento inherentes en los que se puede aplicar HFMEA. Las posibles aplicaciones de HFMEA en el entorno HEMS podría ser la de evaluar de forma proactiva los riesgos de las transiciones de atención y para identificar y evaluar las posibles vulnerabilidades que podrían ser introducidos con la adquisición e implementación de nuevas tecnologías.

Un análisis HFMEA no existe de forma aislada y debe combinarse con otros métodos, como el aprendizaje incidente y estructurado. Una forma de hacerlo es mediante la aplicación de la perspectiva de riesgo. Se realizaron varios análisis y la implementación del HFMEA tradicional donde se pudo percibir que la descripción del riesgo en el enfoque tradicional no es lo suficientemente amplio, ya que la incertidumbre no se tiene debidamente en cuenta. Donde se estima que el procedimiento debe ser en dos etapas para la evaluación de riesgo, que toma tanto la probabilidad y gravedad de los efectos en consideración.

[41]. INTEGRAR INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y LEAN MANUFACTURING PARA EVALUAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN. ESTUDIOS DE CASOS DE APLICACIÓN EN BRAZIL.

(HFMEA) es un método de evaluación del riesgo sistémico derivado de industrias de alto riesgo para examinar de forma prospectiva los procesos asistenciales. Como la mayoría de los métodos, HFMEA tiene fortalezas y debilidades. En el presente trabajo se realiza una revisión de las limitaciones del HFMEA y se introduce una versión ampliada de HFMEA tradicional, con la adición de dos técnicas de gestión de la seguridad: sistemático Reducción de errores humanos y Análisis de Predicción (SHERPA) y los sistemas de Modelo Teórico de Accidentes y Procesos - Proceso de Sistemas-teórico Análisis (STAMP-STPA). La combinación de las tres metodologías aborda limitaciones que no puede desarrollarse únicamente con HFMEA. Para probar la viabilidad de la técnica híbrida propuesta, lo aplicamos para evaluar los posibles fallos en el proceso de administración de medicamentos en el hogar. Nuestros hallazgos sugieren que es tanto una herramienta eficaz y viable para complementar el análisis de fallos y sus causas. También se

encontró que la técnica híbrida era eficaz en la identificación de acciones correctivas para hacer frente a los errores humanos y detectar los fallos de las limitaciones necesarias para mantener la seguridad de cuidado en el hogar. En el artículo nos relaciona una versión ampliada de la HFMEA tradicional. HFMEA es un método recomendado que anteriormente se ha aplicado a analizar numerosos procesos asistenciales. La metodología tiene varias ventajas; uno del más pertinente es el multidisciplinaria la naturaleza del equipo que lleva a los participantes a hacerse una idea de diario prácticas y mejorar su trabajo en equipo, incluyendo su compartida comprensión de los temas en cuestión. Las críticas HFMEA (reportados en tabla 1) fueron abordado en este estudio mediante la implementación de soluciones se propone en literatura y mediante el uso de SHERPA y STAMP-STPA.

[42]. LEAN LEAD TO GREEN: EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS RADIALES UTILIZANDO MODELOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS.

Los productos tecnológicos modernos son cada vez más avanzados, complejos y costosos pero que a su vez requieren la implementación del AMEF para estabilizar la producción y mejorar la competitividad en el mercado. FMEA tradicional adopta el número de prioridad de riesgo (RPN) para estabilizar la producción y vigilar los riesgos de fracaso. El RPN tiene 3 parámetros - severidad (S), ocurrencia (O), y la detección (RE) - que se utilizan para evaluar y priorizar los riesgos potenciales en la producción. Aunque el tradicional RPN es eficiente, tiene varias deficiencias. Por ejemplo, se supone que los factores de ponderación tienen igual peso, falla para examinar la naturaleza de los problemas de paso a paso y estructuralmente, la información disponible puede perderse fácilmente, y las órdenes de prioridad se evalúan de forma idéntica con alta frecuencia. Por lo tanto, para mejorar la RPN, proponemos un método integrado, combinando análisis de atributos múltiples modo de fallo (MAFMA) y representación 2-tupla, llamado generalizada análisis modo de fallo multi-atributo (GMAFMA). Este estudio utiliza un producto TFT-LCD de una empresa de tecnología en Taiwán como un estudio de caso real y compara la RPN, MAFMA, y por GMAFMA verificación numérica fi catiónico, lo que demuestra que las desventajas anteriores se mejoran y la obtención de una evaluación más razonable de prioridades riesgo. Este método

proporciona referencias que mejoran la estabilidad del proceso y reducir el riesgo de fracaso para los administradores.

[43]. MODO DE FALLA, EFECTOS Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD (FMECA) PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS.

Modo de fallo, efectos y análisis de criticidad (FMECA) para dispositivos médicos:

¿Tiene mejoras en la estandarización de acogida ¿práctica? El objetivo de este estudio es doble. En primer lugar, están evaluando el estado del arte de la difusión de normas para la evaluación de riesgos de los productos sanitarios (con un enfoque en FMECA). En segundo lugar, se evalúa el impacto de las técnicas de evaluación de riesgos en la práctica. Para perseguir el primer objetivo, se realiza una revisión de la literatura a través de la investigación de las bases de datos médicas y no médicas. Para alcanzar el segundo objetivo, seleccionamos una empresa líder en el desarrollo de dispositivos médicos y de investigación que hemos realizado el proceso promulgada para evaluar el riesgo relacionado con el diseño de nuevos dispositivos.

La investigación empírica mostró que la empresa gasta una sorprendente cantidad de tiempo y recursos para configurar y desplegar el FMEA rigurosamente, y sigue los pasos previstos por la literatura con cuidado. A pesar de la utilidad incuestionable y difusión del FMEA en la práctica de la empresa, surgen algunas limitaciones. En concierto con los hallazgos de la literatura, los problemas de fiabilidad y de la subjetividad de las puntuaciones salieron bastante evidente, por tanto, se acordó entre los profesionales y académicos estas dos explicaciones posibles. En primer lugar, los académicos no están abordando las implicaciones prácticas de gestión y de sus contribuciones; al hacerlo, profundizan la teoría frente a la práctica. En segundo lugar, la presencia de normas en la realidad desincentiva a los practicantes a empujar una y encontrar nuevas soluciones: de hecho, la calidad del proceso de Evaluación del riesgo aplicada por Medtronic es coherente con los requerimientos de la norma ISO 14971 y no hay ninguna razón por la cual la empresa debe modificar un proceso bien arraigada.

[44]. ANÁLISIS DE RIESGO FMEA CLÁSICO Y BORROSO EN UNA UNIDAD DE ESTERILIZACIÓN.

Análisis de riesgos FMEA Clásica y difusa en una unidad de esterilización. En los sistemas globales hospitalarios se deben considerar los factores de riesgo del sistema sanitario. La unidad de esterilización es un punto focal del sistema de salud en lo que respecta a los factores de riesgo, y estas unidades deben ser gestionadas adecuadamente. Por lo tanto, para estudiar los factores de riesgo en las unidades de esterilización, se utilizó el modo de fallo y análisis de efectos (FMEA), que es un método de evaluación de riesgos proactiva para el examen de todos los modos de fallo y eliminar o reducir los fracasos de más alta prioridad riesgo. En este estudio, una matriz y ambos enfoques clásicos y difusos de FMEA se desarrollaron para una unidad de esterilización para evaluar e identificar los riesgos discutidos en estudios anteriores y nuevos peligros descubiertos durante este estudio. El método propuesto en este estudio proporciona evaluaciones de riesgos tanto precisas y respuestas eficaces a esos riesgos.

[45]. UN FMEA BASADO EN EL CONOCIMIENTO PARA RESPALDAR LA IDENTIFICACIÓN Y LA GESTIÓN DE PROBLEMAS DE COMPONENTES FLEXIBLES DE VEHÍCULOS.

Una base de conocimientos FMEA para apoyar la identificación y gestión de Problemas de vehículos componente flexible. El contexto en el cual desarrollan el AMEF es un enfoque basado en el conocimiento de la realización en componentes de vehículos flexibles. Un proceso de minería de descubrimiento de conocimiento de tres pasos y los datos se utiliza para desarrollar un conjunto de reglas. Este conjunto ofrece apoyo a las decisiones de los ingenieros mientras realizan AMFE en componentes de vehículos flexibles. Para la implementación de AMEF se toman en conjunto de reglas, basada en el conocimiento que se puede utilizar para proporcionar apoyo a las decisiones de los ingenieros mientras realizan FMEAs en los componentes flexibles. La herramienta se utiliza para identificar los problemas de calidad y revisión dentro de un vehículo completo. Los diez principales problemas identificados en el FMEA se someten a diseñar e ingenieros de fabricación para las evaluaciones detalladas. El método presentado puede ser útil

para los ingenieros de producción en una planta de fabricación de vehículos para detectar, analizar y resolver problemas de calidad relacionados con partes flexibles de vehículos en el diseño, la producción de pre-serie o producción de ensamblaje. El sistema basado en reglas se utiliza para apoyar la ingeniería inversa y el desmontaje de un vehículo completo con el foco en los bajos del vehículo y la transmisión.

III. CONCLUSIONES

- La herramienta AMEF no se puede realizar de forma aislada y es posible la conjugación con otras herramientas que permitan mayor precisión para obtener datos y resultados, es decir conformar un híbrido, ya que la aplicación de AMEF tradicional no es lo suficientemente amplio para abarcar todas las incertidumbres u/o detalles de los errores del proceso para después corregirlos, por lo cual el procedimiento debe ser evaluado en etapas y con diferentes procesos para ser objetivos en la evaluación de los riesgos propuestos para cada proceso permitiendo ser eficaz para las acciones correctivas frente a los errores humanos.
- AMEF permite que los participantes de cada proceso intervengan y que tengan un amplio conocimiento de las actividades que se ejecutan a diario en una labor, de acuerdo a esto permite evaluar a sí mismos sus procedimientos, permitiendo que se cree una preocupación por la mejora continua en los procesos tanto individual como grupal, de igual forma AMEF permite distinguir nuevos riesgos que aún no se prevén dentro del proceso, permite identificar una ingeniería inversa en los procesos productivos para la prevención del riesgo operativo.
- El AMEF es una herramienta útil para aquellas industrias que pretendan identificar fallos potenciales y los efectos que le pueden causar a sus procesos o productos y así pueden disminuirlas o eliminarlas. De esta manera se optimizan los recursos y los procesos aumentando la calidad de sus productos o servicios logrando la satisfacción del cliente.
- Es necesario que todas las industrias sin importar el campo de acción tengan planes de acción que prevenga, corrija o evite cualquier tipo de falla ya que si estas industrias tienen analizado

su proceso a fondo se pueden dar cuenta fácilmente de los posibles fallos que se puedan presentar, teniendo las acciones correctas que van a reducir estas acciones.

- Con el fin de mejorar los procesos de producción muchas industrias han aplicado el AMEF como herramienta sistemática para la mejora continua de sus procesos y lograr ser más competitivos. Realizan la documentación de su proceso identificando los requerimientos necesarios para hacerlo y de esta manera determinar las fallas, evaluarlas y eliminarlas.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PADILLA, L. (enero 2010, diciembre 2018). Lean Manufacturing. Revista Ingenieria Primero. (15), pp.64-69.
- [2] SUNDAR, R & NALAJI, A. (2014, Diciembre). A Review On Lean Manufacturing Implementation Techniques. (págs. 1875 - 1885). 12 th congress global presentada en vellore india: sciencedirect.
- [3] MOHAMMED, A & KONSTANTINOS, S. (2017, Mayo). Lean Implementation Frameworks: The Challenges For Smess. (págs. 750 - 755). 50th cirp conference presentada en taichung city taiwan: sciencedirect.
- [4] SHIBANI, Z & AHMED, A. (04/12/2014, 2018). Critical Success Factors For Lean Manufacturing: A Systematic Literature Review An International Comparison Between Developing And Developed Countries. Scientific. (845), pp.668-681.
- [5] OLEGHE, O & KONSTANTINOS, S. (2017, The Implementation Of 5s Lean Tool Using System Dynamics Approach. (págs. 380 - 385). cirp presentada en bedforshire: sciencedirect.
- [6] XINXIA, L & GUOXIAN, H. (2015, Safety Climate, Safety Behavior, And Worker Injuries In The Chinese Manufacturing Industry. Elsevier. (78), pp.173-178.
- [7] NATALIE, J & SAYER, W (2007). Lean For Dummies. Hoboken: Wiley Publishing.
- [8] JIMENEZ, M & ROMERO, L. (14/05/2015, 5s Methodology Implementation In The Laboratories Of An Industrial Engineering University School. Elsevier. (78), pp.163-172.
- [9] DOS SANTOS, Z & VIEIRA, L. (2015, Lean Manufacturing And Ergonomic Working Conditions In The Automotive Industry. (págs. 5947 - 5954). conferencia presentada en ahfe 2015: elsevier.
- [10] MUDHAFAR, A & YUCHUN, Y. (2017, The Role Of Leadership In Implementing Lean Manufacturing. (págs. 756 - 761). conferencia presentada en cranfield: elsevier.
- [11] HELIA, V & WIJAYA, W. (2017, Failure Mode And Effect Analysis (fmea) Applications To Identify Iron Sand Reject And Losses In Cement Industry : A Case Study. Iop Publishing.
- [12] SWAPNIL, B & AJINKYA, E. (febrero 2013, A Review: Implementation Of Fail Effect Analysis. Ijeit. (2),
- [13] MARTINS, E & LIMA, G. (2017, Análisis De Riesgo Estocástico: Simula (análisis De Efecto Y Modo De Falla). Espacios. (38), pp.26
- [14] JIANG, W & CHUNHE, X. (2017, Failure Mode And Effects Analysis Based On A Novel Fuzzy Evidential Method. Applied Soft Computing. (57), pp.672-683.
- [15] DELGADO, J & SANCHEZ, E. (2017, Failure Mode And Effect Analysis Of A Large Scale Thin-film Cigs Photovoltaic Module. Engineering Failure Analysis. (76), pp.55-60.
- [16] SPREAFICO, C & RUSSO, D. (2017, Una Revisión Del Estado De La Técnica De Fmea / Fmeca Incluyendo Paten. Computer Science Review. (25), pp.19-28.

- [17] SANCES, M & KEVEN, S. (2012, Análisis De Modos Y Efectos De Fallo En La Evaluación De Los Impactos Ambientales Procedentes Del Sacrificio Animal. Universidad Federal De Lavras (ufla).
- [18] XIN RU, N & ZHANG-PENG, T. (december 2018, Risk Evaluation By Fmea Of Supercritical Water Gasification System Using Multi-granular Linguistic Distribution Assessment. Knowledge Based Systems. (162), pp.185-201. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.05.030>
- [19] KANG, J & LIPING, S. (january 2017, Risk Assessment Of Floating Offshore Wind Turbine Based On Correlation-fmea. Ocean Engineering. (129), pp.382-388.
- [20] JUNKEON, A & YEELYONG, N. (2017, Fuzzy-based failure mode and effect analysis (FMEA) of a hybrid molten carbonate fuel cell (MCFC) and gas turbine system for marine propulsion. Journal Of Power Sources. (364), pp.226-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.08.028>
- [21] ARABSHEYBANI, A & MOHAMMAD, M. (2018, An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk. Journal Of Cleaner Production. (190), pp.577-591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.167>
- [22] NALINEE, C & THANAKORN, N. (2016, Fuzzy Fmea Application To Improve Decision-making Process In An Emergency Department. Applied Soft Computing. (43), pp.441-453. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.01.007>
- [23] WESSIANI, N & OKTAUFANUS, S. (2015, Risk Analysis Of Poultry Feed Production Using Fuzzy Fmea. Procedia Manufacturing. (4), pp.270-281.
- [24] KUDLAC, S & STEFANCOVA, V. (2017, Using The Saaty Method And The Fmea Method For Evaluation Of Constraints In Logistics Chain. Procedia Engineering. (187), pp.749-755.
- [25] VOLTARELLI, M & PAIXAO, C. (feb 2018, Failure Mode And Effect Analysis (fmea) In Mechanized Harvest Of Sugarcane Billets. Engenharia Agrícola. (38), pp.88-96. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n1p88-96/2018>.
- [26] SELVAN, T & JEGADHEESAN, P. (08/2013, Efectos De Falla Y Resolución De Modos: Una Nueva Práctica De Fmea Para Finalizar Los Diseños De Moldes En Fundiciones. South African Journal Of Industrial Engineering. (24(2)), pp.181-195.
- [27] JIANG, W & XIE, C. (2017, Failure Mode And Effects Analysis Based On A Novel Fuzzy Evidential Method. Applied Soft Computing. (57), pp.672-683.
- [28] VILLARINI, M & VITTORIO, C. (november 2017, Optimization Of Photovoltaic Maintenance Plan By Means Of A Fmea Approach Based On Real Data. Energy Conversion Management. (152), pp.1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2017.08.090>
- [29] YOUSE, S & ALIZADEH, A. (february 2018, Hse Risk Prioritization Using Robust Dea-fmea Approach With Undesirable Outputs: A Study Of Automotive Parts Industry In Iran. Safety Science. (102), pp.144-158. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.015>
- [30] RAHUL, R & DARIAN, V. (2016, A Knowledge Based Fmea To Support Identification And Management Of Vehicle Flexible Component Issues. (págs. 157 - 162). conferencia presentada en carolina del sur: procedia cirp. doi: 10.1016 / j.procir.2016.02.112

- [31] GUO, Q & SHENG, K. (2017, Research On Element Importance Of Shafting Installation Based On Qfd And Fmea. *Procedia Engineering*. (174), pp.677-685. doi: 10.1016 / j.proeng.2017.01.205
- [32] ARABIAN, H & ORAEE, H. (2009). Modos De Falla Y Análisis De Efectos (amfe) Para Aerogeneradores: (Tesis inédita de Doctorado). universidad sharif, teheran, iran.
- [33] TRA FI ALEK, J & KOLANOWSKI, W. (october 2014, Application Of Failure Mode And Effect Analysis (fmea) For Audit Of Haccp System. *Food Control*. (44), pp.35-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.03.036>
- [34] BARENDT, D & OLDENHOF, M (2012, Risk Analysis Of Analytical Validations By Probabilistic Modification Of Fmea.. *Jornal Of Pharmaceutical Y Biomedical Analysis*. Pp.64-86. DOI:10.1016/j.jpba.2012.02.009
- [35] MAISA MENCOD, S & HENRIQUEZ, A. (december 2014, A Multidimensional Approach To Information Security Risk Management Using Fmea And Fuzzy Theory. *Interenational Journal Of Information Management*. (34), pp.733-740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.07.005>
- [36] GARCIA AKMADA, P. (2013, Un Estudio Utilizando El Análisis Envolverte De Datos Para Establecer Mejoras De Seguridad Basado En Fmea. *Gest Prod.* (20), pp.87-97.
- [37] NANING ARANTI, W & SATRIA OKTAUFANUS, S. (2015, Risk Analysis Of Poultry Feed Production Using Fuzzy Fmea. *Procedia Manufacturing*. (4), pp.270-281. doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.041
- [38] DESHENG DASK, W & XIE , K. (2010, A Risk Analysis Model In Concurrent Engineering Product Development. *Society For Risk Analysis*. (30) DOI: 10.1111/j.1539-6924.2010.01432.x
- [39] HU-CHEN, L & JIAN-XIN, Y. (january 2019, An Integrated Approach For Failure Mode And Effect Analysis Under Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Environment. *Int. J. Prodcutbion Economics*. (207), pp.163-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.008>
- [40] HAKON BJORHEIM, A & EIRIK BJORHEIM, A. (2016, On The Need For Revising Healthcare Failure Mode And Effect Analysi For Assessing Potential For Patient Harm In Healthcare Processes. *Reliability Engineering And Sistem Safety*. (155), pp.160-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2016.06.011>
- [41] HELLENO, A & ISAIS DE MORAES, A. (2017, Integrating Sustainability Indicators And Lean Manufacturing To Assess Manufacturing Processes: Application Case Studies In Brazilian Industry. *Journal Of Cleaner Production*. (153), pp.405-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.072>
- [42] GUPTA, V & GOPALAKRISNAN, N. (2018, Can Lean Lead To Green? Assessment Of Radial Tyre Manufacturing Processes Using System Dynamics Modelling. *Computers And Operations Research*. (89), pp.284-306. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2017.03.015>
- [43] ONOFRIO, R & PICCAGLI, F. (2015, Failure Mode, Effects And Criticality Analysis (fmeca) For Medical Devices: Does Standardization Foster Improvements In The Practice?. *Procedia Manufacturing*. (3), pp.43-50.

[44] CANSU DAGSUYU, & ELIFCAN, G. (2016, Classical And Fuzzy Fmea Risk Analysis In A Sterilization Unit. Computers & Industrial Engineering. (101), pp.286-294. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.09.015>

[45] RENU, R & VISOTSKY, D. (2016, A Knowledge Based Fmea To Support Identification And Management Of Vehicle Flexible Component Issues. Procedia Cirp. (44), pp.157-162. doi: 10.1016/j.procir.2016.02.112