



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN

Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Alumno: JORGE PÉREZ CÁTEDRA

Tutor: Prof. D. IGNACIO PÉREZ GUERRERO
Dpto: Ingeniería Eléctrica

Junio, 2019



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don IGNACIO PÉREZ GUERRERO , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN, que presenta JORGE PÉREZ CÁTEDRA, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, JUNIO de 2019

El alumno:

El tutor:

JORGE PÉREZ CÁTEDRA

IGNACIO PÉREZ GUERRERO



AGRADECIMIENTOS

A MI TUTOR, POR FACILITARME LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO, AYUDÁNDOME
EN TODO LO QUE ESTABA EN SU MANO.

A TODA MI FAMILIA, POR APOYARME, COMPRENDERME Y DARME LOS ÁNIMOS
NECESARIOS PARA LA SUPERACIÓN DE TODAS MIS METAS.

A LOS AUSENTES, POR SEGUIR AYUDÁNDOME DESDE ALGÚN LUGAR.



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	6
2.- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	8
3.- INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	13
3.1 INTRODUCCIÓN	13
3.2 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	18
3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO [11]	19
3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22
3.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	25
3.6 MANTENIMIENTO PROACTIVO [20]	28
4.- ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS	32
4.1 INTRODUCCIÓN AL AMFE	32
4.2 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE UN AMFE	35
4.3.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	47
4.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES QUE APORTA EL AMFE	49
5.- APLICACIÓN DEL AMFE AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA	52
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA	52
5.2 ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	53
-Etapa 1: Recepción, limpieza y almacenamiento de materia prima.	54
-Etapa 2: Molturación y almacenaje	59
-Etapa 3: Eliminación y aprovechamiento de residuos	63
5.3 FASES INICIALES	65
5.4 DISEÑO DE LA HOJA DE CONTROL	67
5.5 RESULTADOS	72
5.6 MEDIDAS PROPUESTAS Y OBJETIVOS A ALCANZAR	86



6.- CONCLUSIONES	96
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
8.- PLANOS	103
8.1 UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	103
8.2 ZONAS Y SUPERFICIE PLANTA GENERAL.....	103
8.3 PLANTA GENERAL Y MAQUINARIA.....	103
8.4 LÍNEAS Y EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS.....	103
9.- ANEXOS	105
9.1 ANEXO 1: HOJA RECOGIDA DE DATOS AMFE.....	105



INTRODUCCIÓN



1.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el sector industrial, un pequeño porcentaje se basa en la instalación y creación de nuevas industrias. Un gran porcentaje del sector de la Ingeniería Industrial se centra en el mantenimiento y gestión de las industrias existentes. Es por ello la importancia de la especialización en el sector del mantenimiento y su gestión.

Como punto base, considerando estas pautas a la hora de realizar este trabajo, hemos considerado la importancia del mantenimiento industrial, así como el análisis de una de las herramientas para su trabajo, el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE). Esto surge a raíz de la necesidad de tener una mayor organización en la empresa y una optimización de recursos y costes por medio de un mantenimiento preventivo exhaustivo, que propicia una disminución en el tiempo de parada de las instalaciones, haciendo así que la producción esté detenida lo menos posible.[1]

Si bien, los análisis AMFE tienen muchas variantes según los sectores de que se trate, en todos ellos su desarrollo e implantación se basa en cuantificar y calificar los efectos inducidos por los fallos, priorizando las acciones según los niveles de riesgo que tienen sus repercusiones.

La implantación y estudios de fallos, causas y medidas correctoras preventivas en AMFE no pueden llevarse a cabo desde un Departamento de Ingeniería de Mantenimiento ajeno a la realidad de la propia planta, de su entorno, del contexto y de la manera en que Producción opera y explota los sistemas mantenidos. Es necesaria la introducción de un método de trabajo basado en grupos de estudio que involucren a las diferentes áreas de la empresa, de forma que, tras su debida formación previa, trabajen metodológicamente, y estructuren con detalle los problemas, el análisis de las funciones y secuencias y la deducción de las medidas correctoras y preventivas. [2]



OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El resolver problemas es hoy en día una de las principales actividades de todas las empresas. Se estima que en las empresas los esfuerzos para resolver los problemas ocupan en torno al 80% del trabajo, mientras que la planificación y prevención tan sólo un 10%, y la toma de decisiones otro 10%. Ante esta actitud reactiva, las empresas deberían ser proactivas y realizar mejoras en el producto para disminuir el número de problemas que puedan aparecer posteriormente.

Con ayuda de la palanca de la calidad, podemos ver gráficamente los resultados de los esfuerzos de mejora realizados en el proceso productivo en función del momento en que se llevan a cabo. Si el esfuerzo de mejora se realiza en el diseño del producto se logrará una mejora de 100:1 frente a una mejora de 1:1 si se lleva a cabo en producción.

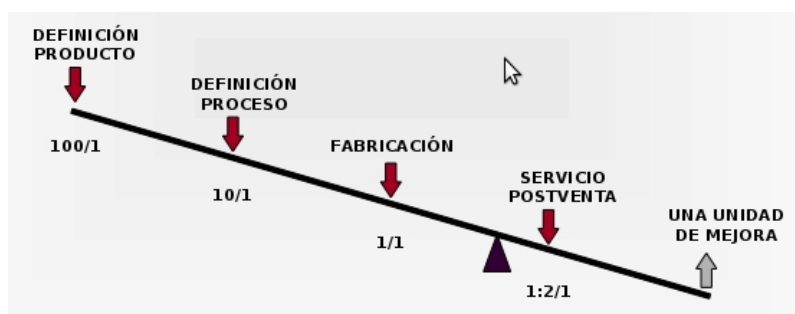


Figura 1: Palanca de la calidad

Cuanto más tarde corriamos los fallos, más caro nos resultará resolverlos. Un fallo que llega a un cliente es más perjudicial para la empresa que un fallo que se detecta en las pruebas realizadas en la cadena productiva.

Por todo ello, es muy beneficioso el prevenir los fallos en la fase de diseño y emplear herramientas proactivas. Esta decisión nos conduce al concepto de Calidad por su diseño y producción, esto es, conseguir que los productos y procesos sean buenos desde sus primeras etapas de desarrollo.

[1]



El AMFE es una herramienta que ayuda a planificar y prevenir, introduciendo la calidad en la fase de Diseño. [2]

Como objetivos fundamentales a lograr destacaríamos:

- El objeto prioritario es la satisfacción del cliente, mediante la mejora de la calidad del proceso o del diseño del producto.
- Introducir a las empresas en la filosofía de la prevención.
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto o de las fases de producción.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso, de forma que quede constancia y sirva de guía para futuras acciones similares.

En este trabajo, se busca aplicar una herramienta de mejora de la calidad (denominada AMFE) a una empresa del sector secundario, en la agricultura, concretamente una almazara de producción de aceite de oliva. Partiendo del análisis de los posibles modos de fallo que pudieran darse, e intentar adelantarlos y evitarlos, mediante la aplicación de una serie de medidas correctoras sobre aquellos procesos detectados como potenciales de fallo.



Por tanto, el objetivo principal será ofrecer la mejor calidad en el servicio prestado al cliente con la menor tasa de fallos posible en cualquiera de estos procesos productivos.

Las principales ventajas de la implantación del AMFE en una empresa de servicios son:

- ✓ Identificar los fallos o defectos antes de que estos ocurran.
- ✓ Reducir los costes de mantenimiento.
- ✓ Es un documento vivo, que refleja las últimas acciones del proceso o del producto.
- ✓ A la larga, ayuda a prevenir y no reaccionar ante problemas.
- ✓ Determina el efecto y la gravedad de estos fallos.
- ✓ Determina las causas y la probabilidad de ocurrencia de estos fallos.
- ✓ Incrementar la confiabilidad de los procesos (reduciendo en gran medida los tiempos de parada y de re-trabajos).
- ✓ Procesos de desarrollo más cortos.
- ✓ Documenta los conocimientos sobre todos los procesos.
- ✓ Incrementa la calidad en el proceso de producción.
- ✓ Mejora la imagen y competitividad de la compañía.



Como hemos descrito anteriormente, el AMFE es una herramienta esencial para lograr bucles de calidad, tanto a nivel de ingeniería de mantenimiento como de la propia ejecución o producción de mantenimiento, aprendiendo de fallos anteriores tras el análisis constructivo de los mismos, sin ánimo de búsqueda de culpables sino de causas de fallos, definiendo medidas correctoras y preventivas para que no se repitan.

Con todas estas pautas de inicio, pasaremos a desarrollar el contenido del trabajo. En las siguientes partes, detallaremos los diversos tipos de mantenimiento, donde enmarcaremos el desarrollo del AMFE y su aplicación a nuestra industria productora de aceite de oliva. Analizaremos los diferentes procesos de producción y los equipos que los componen, donde estudiaremos los componentes de cada proceso y aplicaremos el AMFE a los mismos.



INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



3.- INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial vivido desde finales del siglo XIX, hizo que la función del mantenimiento haya pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de equipos, pero cuando las máquinas fueron evolucionando a un nivel más complejo y el tiempo empleado en la reparación aumentaba, se empezaron a crear los primeros departamentos de mantenimiento, diferenciando la actividad de los operarios de producción. Durante estas dos épocas dichas tareas eran correctivas principalmente, centrando toda la atención en solucionar los fallos que surgían en los equipos. [1]

A partir de la grave crisis energética del 73, se concibe el concepto de fiabilidad, con la industria automovilística y aviación como pioneras. Empiezan a desarrollarse nuevos métodos de trabajo que hacen progresar las técnicas de mantenimiento en varias vertientes:

- Un diseño más robusto, a prueba de fallos y que minimice las actuaciones de mantenimiento.
- Convertir el mantenimiento de forma sistemática a un mantenimiento por condición (mantenimiento predictivo).
- En el análisis de fallos, tanto los que ya han ocurrido como los que es probable que se desarrollen. Se desarrolla un mantenimiento basado en la Fiabilidad, o Reliability-Centers Maintenance RMC, que se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.



La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones:

- ✓ **Primera Generación:** Mantenimiento correctivo total: Se espera a que se produzca la avería para reparar. Este periodo comprende, aproximadamente entre 1930 y 1950 o la Segunda Guerra Mundial, en la que las actividades de mantenimiento se ceñían a reparar lo que se averiaba, y a periódicos reengrases, lubricaciones y limpiezas. [3]

- ✓ **Segunda Generación:** Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada. Se define asimismo como objetivo el que los equipos duren lo máximo posible en condiciones operativas idóneas y todo ello con los costes más bajos posibles. La enorme competencia industrial que hubo entre 1950 y finales de los años 70, con la incorporación de los fabricantes orientales al mundo competitivo occidental, es uno de los desencadenantes de una continua búsqueda de mejores resultados. La optimización de este mantenimiento de Segunda Generación, basado por tanto en mantenimientos preventivos rutinarios y mantenimiento correctivo, se fundamenta en avanzados sistemas de planificación de actividades y de control de los trabajos realizados; entendiendo por control tanto el lanzamiento de órdenes de trabajo como la retroalimentación y verificación de los datos habidos en esas órdenes de trabajo.

- ✓ **Tercera Generación:** Se implanta el mantenimiento a condición, es decir, se realizaran monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.



A medida que a partir de los años 70 se generalizó el uso de herramientas informáticas, todos los sistemas de planificación y todas las actividades de control se han ido implementando en bases de datos informatizadas, cuyo tratamiento ha optimizado los sistemas de toma de decisiones. Asimismo, asociado a este auge de la informática, aparecieron en el mercado herramientas de software para facilitar a los responsables de Mantenimiento todos estos trabajos de planificación y control. El Mantenimiento de Tercera Generación fundamenta sus objetivos en disponibilidad, fiabilidad y costes, pero aborda complementariamente otros aspectos relativamente poco analizados y perseguidos en etapas anteriores; la seguridad en los últimos veinte años del siglo XX pasó a ser prioritaria, con una gran tendencia a la emisión de normativa, reglamentaciones, leyes, órdenes, etc. La calidad de los servicios de mantenimiento también empezó a tomar auge. Ya no era solo importante que el sistema, instalación o equipo fuera fiable y mantenible, era necesario que su coste total de ciclo de vida, entendiendo como tal la primera inversión, los costes financieros y los costes de operación, mantenimiento y reemplazo, fueran los menores posibles, o contenidos cuando menos. [4]

Por último, en este mantenimiento de Tercera Generación, la observación de la normativa adquiere una importante primordial. Son muchas las Administraciones estatales, autonómicas y locales que abordan reglamentaciones específicas de mantenimiento; así pues, aparecen reglamentos de aparatos de presión, equipos de manutención y transporte, ascensores y escaleras mecánicas, etc. Este aspecto toma también relevancia y define lo que se ha convenido en llamar, dentro de los mantenimientos preventivos, mantenimientos legales o reglamentarios.



- ✓ **Cuarta Generación:** Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones. Sistemas de tipo TPM (Total Productive Maintenance). Se refleja la necesidad de integrar todos los nuevos conceptos de mantenimiento que en los últimos decenios del siglo XX se han planteado de forma excesivamente aislada. Así pues, los nuevos conceptos de RMC (Reliability- Centered Maintenance) o los de TPM son mantecnologías organizativas que pueden ser y son válidas, pero sólo para un determinado aspecto de nuestro mantenimiento.

Las razones por las que una instalación industrial debe plantearse cuál es el mantenimiento óptimo, es decir, el que evite que los técnicos de mantenimiento tengan que realizar intervenciones no programadas, son las siguientes:

- El alto coste que puede llegar a suponer la pérdida de producción. Esto puede ser en ocasiones muy superior al coste de reparación o reposición de lo dañado.
- La fiabilidad que deben tener la mayoría de las instalaciones. Supone que deben realizarse previsiones sobre la producción y que estas deben ser cumplidas, ya que si no podría llegar a desembocar en penalizaciones y sobrecostes.
- La seguridad y las interrelaciones con el medio ambiente. Estos dos aspectos han tomado una gran importancia en la gestión industrial, por lo que hay que deben ser incluidos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.



Por estas razones es necesario definir objetivos y valorar su cumplimiento, e identificar oportunidades de mejora. En definitiva, es necesario gestionar el mantenimiento, dirigir el departamento con políticas que permitan pensar que se tiene el control de la instalación, y que no es la propia instalación la que impone los resultados, sino que estos se ajustan a unos valores previamente definidos por la dirección de la empresa y de la instalación. [5]

Es preciso disponer de un sistema de mejora continua para tratar de distanciarse de los competidores y así mejorar nuestra posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos, como a reducir los costes de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

Los medidores fundamentales de la gestión de mantenimiento son la disponibilidad y la eficacia, que van a indicarnos la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción. [6]

Por todo esto, podemos decir que una buena definición general del mantenimiento es la siguiente:

“Conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”



3.2 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Las estrategias de mantenimiento son los diferentes tipos de mantenimiento que se utilizan para realizar los diferentes tipos de tareas según la naturaleza de dichas tareas. En esta empresa en concreto se realiza Mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo.

Cada equipo de la planta cuenta con características importantes a la hora de valorar su estrategia de mantenimiento óptima, la cual estará orientada a obtener la mejor disponibilidad, calidad y seguridad operativa del proceso y deberá considerar los siguientes factores:

- Criticidad en el Proceso.
- Características constructivas.
- Condiciones operativas.

En función de estos factores se aplica una determinada estrategia de mantenimiento a cada máquina y equipos de la planta:

✓ Mantenimiento correctivo:

Es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Se realiza luego que ocurra un fallo o avería en el equipo por su naturaleza no pueden planificarse con tiempo, pues implica el cambio de algunas piezas de los equipos. [7]

✓ Mantenimiento preventivo o planificado:

Se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento. Su primer objetivo es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo. Logrando prevenir las incidencias antes de que ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites, lubricantes, etc. [8]



- ✓ Mantenimiento predictivo o basado en la condición:

Está basado en la determinación del estado de la máquina de operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones o decisiones antes de que ocurra el fallo. [9]

- ✓ Mantenimiento proactivo o de precisión:

Es un proceso de gestión de riesgos que permite mejorar continuamente estrategias de mantenimiento y rendimiento de maquinaria y su objetivo es eliminar los fallos repetitivos o posibles problemas recurrentes. Una buena implantación y ejecución del proceso de Mantenimiento Proactivo puede asegurar una mejor amortización de los activos al gestionar claramente el riesgo potencial sobre ellos. La gestión total incluye los equipos (hardware) y los programas (software) y todos los recursos técnicos requeridos. [10]

3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO [11]

Definición:

En este tipo de mantenimiento, también llamado Mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actividad pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

Características:

1.- Es el único tipo de Mantenimiento que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturalezas auxiliares y no directamente relacionadas a la producción.



2.- Las recuperaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de la capacidad productiva cuando el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción. En estos casos, el coste derivado de la aparición de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.

3.- Existe generalmente un porcentaje de equipos en los que se realiza exclusivamente este tipo de mantenimiento, incluso en aquellas instalaciones industriales que disponen de sofisticados planes de mantenimiento, debido a que, según la experiencia, es el más adecuado tanto a nivel de costes, como de complejidad de ejecución.

Ventajas:

Algunas de las ventajas que este tipo de mantenimiento produce, son las siguientes:

- No se generan gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Solo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.



Esta filosofía de mantenimiento no requiere de ninguna planificación sistemática, por tanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede conjugarse con un entrenamiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados.

Inconvenientes:

- Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado.
- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- Las averías son siempre –en mayor o menor medida– inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo de lo previsto, ya sea por la ausencia de personal necesario para su reparación, o por la falta de los repuestos necesarios.
- Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan el fallo, pues se ignora si falló por el mal trato, por el abandono, por el desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. Por ello, la avería puede repetirse una y otra vez.
- Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos muy cualificados, con un stock de repuestos importante, con medios técnicos muy variados, etc. [12]



3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Definición:

Este mantenimiento también denominado “mantenimiento planificado” tiene lugar antes de que ocurra un fallo o avería. Se efectúa bajo condiciones controladas sin existencia de algún error del sistema y se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento exacto para llevar a cabo dicho procedimiento. El fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Características:

1.- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a mano.

2.- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de fin preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

3.- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente, aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

4.- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además de brindar la posibilidad de actualizar la información técnica de éstos.

5.- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza... que deben llevarse a cabo de forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario, es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).



Su propósito es prever los fallos manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar los fallos en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un correcto Mantenimiento Preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de los fallos repetitivos o del tiempo de operación de un equipo, así como definir los puntos débiles de las instalaciones.

Ventajas:

- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Disminuye los pagos por tiempos extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumentando la vida útil de los existentes.
- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.



- Cumplimiento de cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costes de mantenimiento.
- Conocer los índices de productividad por sector. [13]
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción. [14]

Inconvenientes [15]:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Tiene un costo muy elevado, debido a que se necesita mayor mano de obra y por los repuestos que deben instalarse, para lo que se requiere disponer de las piezas al momento de parar la máquina.



3.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Definición:

En este tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar. Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el sistemático, entendiéndose ambos según la normativa UNE-EN 13306:2011 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en la periodicidad concreta, un número de Kilómetros, unas horas de funcionamiento, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.[23]

Características:

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- 1.- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condición normal de operación (en marcha).
- 2.- El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas o también en índices adimensionales correlacionados.
- 3.- La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.



4.- La variable predictiva puede ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que: [16,17]

1.- La medida de las variables se realice de forma periódica como rutina.

2.- El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.

3.- La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación) esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.

Las siguientes técnicas predictivas más habituales en instalaciones industriales son las siguientes:

- Análisis de vibraciones.
- Termografías
- Boroscopias.
- Análisis de aceites.
- Análisis de ultrasonidos.
- Análisis de humos de combustión.
- Etc.



Ventajas:

- Nos permite calcular o prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará, con ayuda de la tendencia de los valores calculados en el seguimiento de los equipos.
- Frente al mantenimiento sistemático por horas de funcionamiento o por tiempo transcurrido desde la última revisión, el mantenimiento predictivo tiene la ventaja indudable de que en la mayoría de las ocasiones no es necesario realizar grandes desmontajes, y en muchos casos ni siquiera es necesario parar la máquina.
- Generalmente son técnicas poco invasivas. Si tras la inspección se aprecia algo irregular se propone o se programa una intervención.
- Además de prever el fallo catastrófico de una pieza, y por tanto, anticiparse a éste, las técnicas de mantenimiento predictivo ofrecen una ventaja adicional, la compra de repuestos se realiza cuando se necesita, eliminando pues stocks.
- La aplicación de los sistemas de adquisición y proceso de datos en continuo representa una serie de ventajas frente a la tradicional recogida de datos manual.

Inconvenientes [18]:

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si el dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.



- Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.
- Es importante contar con personal cualificado. Éste debe contar con conocimientos más cualificados, lo que eleva a su vez el costo y dependiendo del área, disminuyan las opciones.
- Por todo ello, la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas o donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos. [19]

3.6 MANTENIMIENTO PROACTIVO [20]

Definición:

El Mantenimiento Proactivo es una filosofía de mantenimiento dirigida a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen al fallo de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño se verán reducidos.

El Mantenimiento Proactivo engloba las acciones encaminadas a mejoras, como son la mantenibilidad, eficiencia, seguridad, impacto medioambiental, fiabilidad y disposición de la máquina, a la vez que tiene en cuenta también la carga de trabajo temporal y el rediseño o reprogramación de la máquina.



Características:

1.- Utilizando la práctica de “detección y corrección” de las desviaciones, se mantienen las causas de fallo dentro de unos límites aceptables, lo que hace que los componentes del sistema tengan mayor longevidad. Límites aceptables significa que dichos parámetros de causas de fallo estén dentro del rango de severidad operacional que conduce a una vida aceptable del componente de servicio.

2.- En sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, controlar cinco causas de fallo plenamente reconocidas, lleva a la prolongación de la vida de los componentes hasta de 10 veces con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas a controlar son:

- Partículas.
- Agua.
- Temperatura.
- Aire.
- Combustible o compuestos químicos.

3.- El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas especializadas para monitorear la condición de los equipos basándose fundamentalmente en el análisis de aceite para establecer el control de los parámetros de causa de fallo, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por más tiempo.

4.- Es una técnica enfocada a la identificación y corrección de las causas que originan los fallos en equipos, componentes e instalaciones industriales. Esta técnica implementa soluciones que atacan la causa de los problemas, no los efectos.



Ventajas [21]:

- Mejora los procedimientos antes de que causen fallos.
- Evita paradas del equipo para mantenimiento correctivo.
- Aumenta el intervalo entre intervalos para mantenimiento preventivo.
- La productividad aumentará en la medida que los fallos en las máquinas disminuyan de una forma sustentable en el tiempo.
- Mejora continua.

Inconvenientes [22]:

- Se requiere un cambio en la estructura general, para que tenga éxito no puede ser introducido como imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.
- Carga de trabajo mayor a los empleados.



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS



4.- ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

4.1 INTRODUCCIÓN AL AMFE

[1] El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles.

El AMFE permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente.

La definición exacta por lo tanto, es la siguiente:

“El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemáticos, contribuye a identificar y prevenirlos modos de fallo, tanto en un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el índice de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo”

Muchos de los fallos e ineficiencias observados en los productos (bienes y servicios) y en los procesos, son debidos a causas que podían haber sido previstas y corregidas durante las fases tempranas de su desarrollo, evitando su aparición en una etapa posterior, con sus correspondientes implicaciones de idoneidad y afectando en el coste del producto final.

El coste de los fallos surgidos en las diferentes etapas de la obtención del producto, ya sea desde su desarrollo hasta su uso por parte del cliente, aumenta exponencialmente.



Por ello, lo más conveniente sería realizar todos los esfuerzos necesarios para la identificación y posterior corrección de las causas potenciales de fallos durante la etapa de creación y concepción del producto o proceso.

La herramienta AMFE es una metodología de prevención, dirigida hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta su diseño, a ser posible desde el primer momento, basándonos en:

- E análisis de los posibles modos de fallo que puedan aparecer en un producto o proceso.
- El análisis de las consecuencias derivadas de los diferentes modos de fallo, teniendo en cuenta:
 - o La probabilidad de que pueda ocurrir el fallo.
 - o La gravedad del fallo.
 - o La probabilidad de que cuando ocurra no sea detectado.
- La asignación de prioridades a los diferentes modos de fallo, buscando la ayuda en la toma de decisiones sobre las acciones correctoras a aplicar en cada situación o caso, según la importancia del modo de fallo y sus efectos derivados.

- Evolución histórica:

AMFE, FMEA o FMECA tiene su origen en las fuerzas armadas de Estados Unidos, en el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado “procedimientos para realizar un modo de fallo, los efectos y análisis de la criticidad”, con fecha de noviembre de 1949. Fue utilizada inicialmente como técnica de la confiabilidad para determinar el efecto de los incidentes del sistema y del equipo. Los incidentes fueron clasificados según su impacto en el éxito de la misión y en la seguridad del personal del equipo.



Posteriormente, fue desarrollado y aplicado más a fondo por la NASA en la década de los años sesenta en la costosa industria aeroespacial, con todo el boom que supuso la llegada del hombre a la luna, fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes, por tanto, se hizo de la seguridad y de la obtención de la mayor calidad un valor innegociable.

Tuvo su mayor auge y expansión en la década de los setenta en las empresas del sector automovilístico, de la cual FORD fue pionero en emplear este método, debido al fracaso obtenido en el modelo “Ford Pinto”, una vez que ya estaba en el mercado, lo cual supuso una gran decepción para sus clientes, provocando una devaluación de la marca, viéndose obligados a reaccionar de manera contundente, aplicando, entre otras soluciones, el AMFE para obtener mejoras en producción y diseño. Rápidamente su metodología de trabajo fue copiada por el resto de competidores dentro de la industria del automóvil.

El avance actual del AMFE ha venido del sector automotriz, ya que los AMFE's son requeridos para todos los Diseños y Procesos a fin de asegurar la prevención de problemas. Integrado dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), el AMFE en los formatos de Diseño y Proceso provee principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención. Cada causa potencial debe ser considerada por su efecto sobre el producto o proceso y de acuerdo al riesgo, las acciones deben ser determinadas y el riesgo recalculado después de que las acciones se han terminado.

La compañía automovilística Toyota desarrolló el proceso Revisión del Diseño Basada en Modos de Fallo (RDBMF) lleva al usuario a través del proceso del AMFE considerando todos los cambios intencionales e incidentales y sus efectos en el desempeño de un producto o proceso. Estos cambios enfocados en causas potenciales requieren acciones de seguimiento para resolver el riesgo. Las revisiones al Diseño son el principal lugar para verificar el progreso y anotar esos riesgos.



En el campo de los servicios presenta igualmente grandes posibilidades de aplicación, siendo recientemente aplicado en sistemas sanitarios.

4.2 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE UN AMFE

La elaboración de un AMFE concierne a un equipo multidisciplinar, formado por todos los departamentos involucrados en el diseño de un producto o proceso, extendiendo el concepto de proceso a todos los relacionados con el producto de fabricación o de servicios que acompañan al mismo.

En el desarrollo de un AMFE partimos del producto o proceso de diseño, con la elaboración de un diagrama donde aparecen todos los elementos posibles y a través de un método sistemático. En la siguiente figura presentamos esquemáticamente el procedimiento a seguir a la hora de elaborar un AMFE [2].

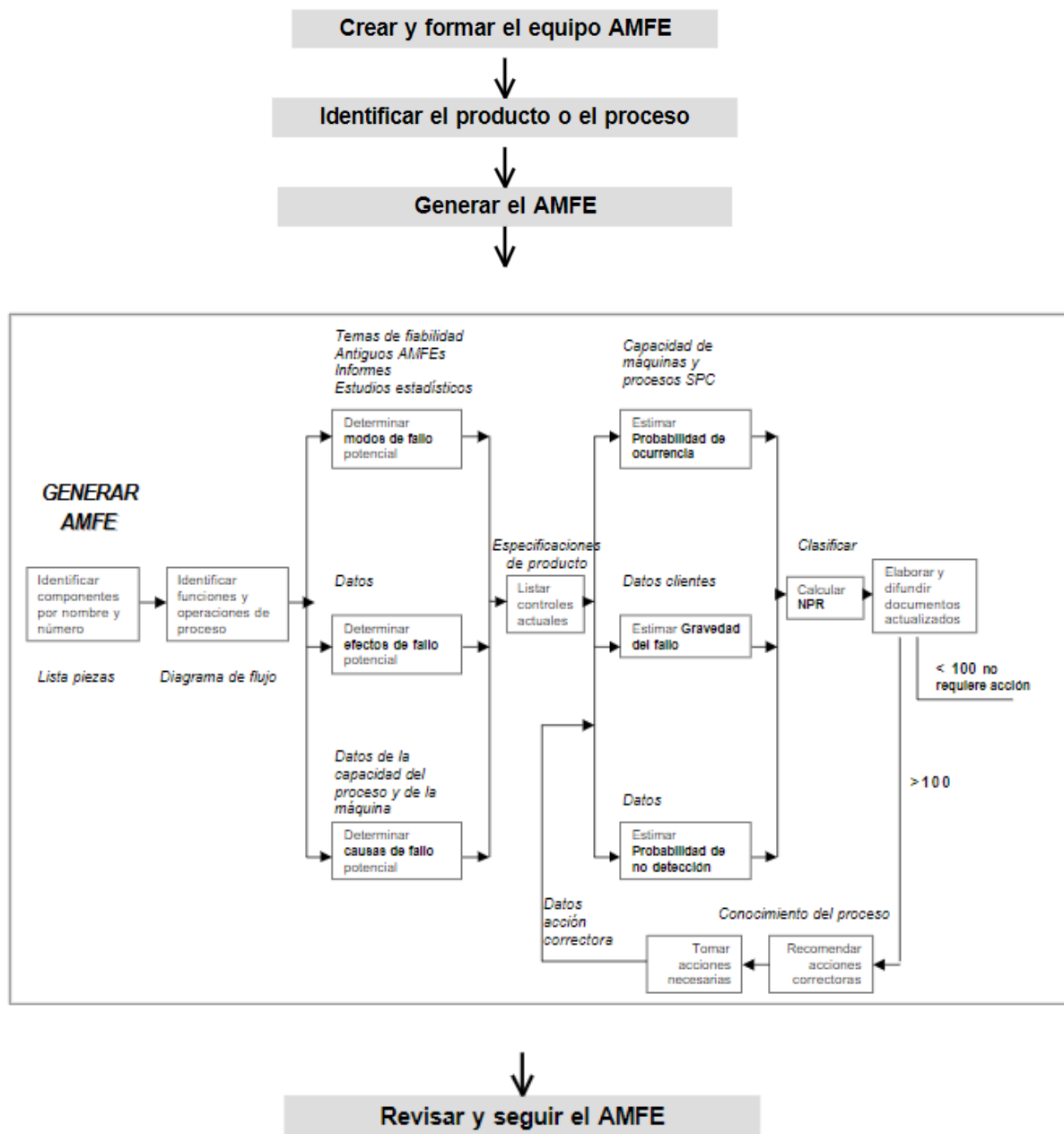


Figura 2: Proceso de elaboración de un AMFE



1.- Determinar el proceso o producto a analizar. Tipos de AMFE:

- AMFE de diseño (FMAD): Enumerar qué es lo que se espera del diseño del producto, que es lo que quiere y necesita el cliente, y cuáles son los requerimientos de producción. Así mismo listar el flujo que seguirá el producto a diseñar, comenzando desde el abastecimiento de materia prima, el/los procesos de producción hasta la utilización del producto por el usuario final. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallos.

En éste AMFE es posible detectar un problema de fabricación que no tenga nada que ver con el diseño en sí, sino con fases siguientes como la producción.

Ya que a continuación del AMFE de diseño se llevará a cabo el AMFE de proceso, toda la información relativa a problemas de producción detectados en éste paso, serán de gran utilidad e incluidos en el posterior AMFE de proceso. De igual forma se trabajará en el AMFE de proceso, los fallos de diseño detectados se comunicarán al departamento de diseño para que se incluyan en el AMFE de diseño.

- AMFE de procesos (FMEAP): Listar el flujo que se esté desarrollando, comenzando desde el abastecimiento de la materia prima, el proceso de transformación hasta la entrega al cliente (proceso siguiente). Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallos. En el caso de empresas de servicios no hay materias primas, para estos casos se toman en cuenta las entradas del proceso.

Este paso se debe realizar antes de que comience el proceso en sí. En definitiva el AMFE de proceso se centra en el proceso de fabricación del producto o realización del servicio.



- AMFE de medios: En la actualidad las empresas están muy interesadas en obtener la mayor disponibilidad de sus medios de producción. Para lograrlo es fundamental trabajar en pro de la fiabilidad con el objetivo principal de reducir la tasa de fallo de maquinaria, herramientas, motores, etc, que se emplean para llevar a cabo el diseño, desarrollo, producción, mantenimiento, y otras actividades diferentes.

Por tanto, el AMFE de medios se convierte en una herramienta esencial en el análisis y prevención de fallos en los medios de producción que se emplean para obtener el producto o servicio, asegurando una adecuada disponibilidad y mantenimiento.

La aplicación del AMFE de medios hade ser rápida y eficaz y se debe realizar para todos los elementos o sistemas que sean susceptibles de producir fallos. Este AMFE abarca todos los departamentos y áreas involucradas en los medios de producción, diseño, desarrollo, mantenimiento, etc, tanto en su elaboración como en su utilización.

2.-Establecer los modos potenciales de fallo

Para cada una de las áreas sensibles a fallos determinadas en el punto anterior se deben establecer los modos de fallo posibles. Modo de fallo es la manera que podría presentarse un fallo o defecto, sin ser necesario que el modo de fallo haya ocurrido realmente.

Para determinarlos nos cuestionamos ¿De qué forma podría fallar el proceso?

Para el AMFE de diseño, se reflejan los Modos de Fallo de los componentes (por ejemplo: Rotura, desgaste, fatiga, vibraciones, corrosión fugas, pandeo, desalineación, mal funcionamiento).

Para el AMFE de proceso, se reflejan los Modos de Fallo del proceso en cada etapa del mismo (por ejemplo: Materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operarios no especializados).



También hay que tener en cuenta las condiciones extremas de funcionamiento para encontrar modos potenciales de fallo, que en condiciones normales de trabajo no aparecerían.

3.- Determinar el efecto del fallo.

Se determina para cada Modo de Fallo analizado, el o los efectos que el fallo produce en el producto para el usuario final, éstos efectos han tenido lugar precisamente como consecuencia de los fallos cuando se han dado, de hecho, los efectos es lo que realmente se percibe como resultado del fallo y a partir de ellos debe identificarse el modo de fallo. Es conveniente que se identifiquen los efectos de forma que estén en consonancia con las observaciones y experiencias del cliente usuario del producto.

De acuerdo con la percepción del cliente pueden darse las siguientes categorías de fallos:

- Sin consecuencias
- Ligeras molestias
- Descontento
- Gran descontento
- Problemas de seguridad

4.-Determinar la causa del fallo.

Se determina para cada Modo de Fallo analizado, las posibles causas que lo pueden ocasionar.

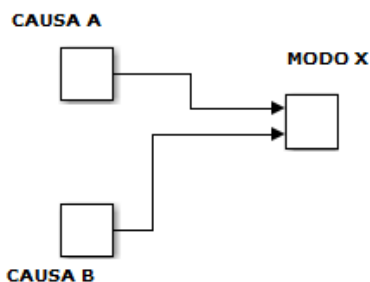
Este es uno de los elementos críticos del AMFE, ya que su conocimiento permite el establecimiento de acciones correctoras a priori para evitar la aparición de fallos, eliminando las causas que los provocan, como podrían ser:



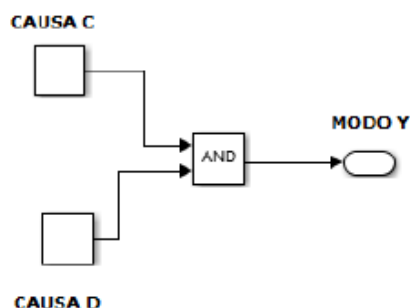
- Causas relacionadas con el diseño (características de la parte):
 - o Selección de Material
 - o Tolerancias / valores objetivo
 - o Configuración
 - o Componente de Modos de Fallo a nivel de Componente
- Causas que no puede ser Entradas de Diseño, tales como:
 - o Ambiente, Vibración, Aspecto Térmico
- Mecanismos de Fallo:
 - o Rendimiento, Fatiga, Corrosión, Desgaste

Pueden existir una o varias causas para un único modo de fallo. Cuando son varias las causas que afectan a un modo de fallo pueden ser independientes entre sí, pero es más frecuente que exista una relación de dependencia entre ellas.

A) Causas independientes entre sí:



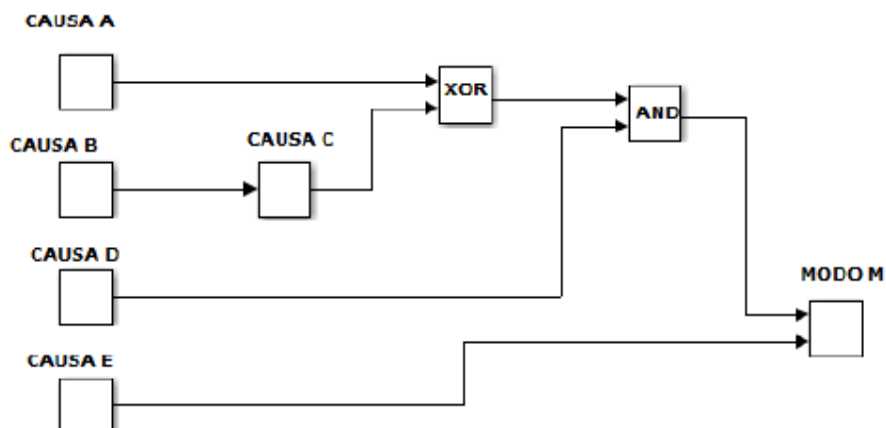
B) Causas dependientes, para que exista el modo de fallo es necesario que se produzcan ambas:



C) Causas encadenadas que dan lugar a un modo de fallo:



D) Relación múltiple de distintas causas que producen un único modo de fallo:



Finalmente, podríamos decir que en todo proceso, sistema o producto, podrán darse distintos modos de fallo, que a su vez podrán estar producidos por diversas causas y podrán tener además asociados a ellos diferentes efectos.

5.- Describir las condiciones actuales: Anotar los controles actuales que estén dirigidos a prevenir o detectar la causa del fallo.

Se identifican los diferentes controles existentes o previstos, con objeto de evitar que se produzcan los diversos fallos y detectarlos en el caso de que aparezcan.



Los controles actuales son aquellos que han sido diseñados en proyectos similares y que deban servir a la prevención o detección de los modos o causas específicas de fallo. Estos controles han de llevarse a la práctica si están incluidos en las especificaciones de ingeniería, o bien sean normas industriales de obligado cumplimiento o acostumbradas en sistemas análogos. Cualquier otro tipo de control que sea considerado como necesario deberá estar de acuerdo con las acciones recomendadas y ser añadido a las especificaciones de ingeniería.

En un diseño complementario nuevo puede suceder que los controles actuales sean muy limitados para el mismo e incluso carezcan de ellos, pero es recomendable usar controles generales ya especificados, adaptándolos a las características de nuestro diseño, siempre con la aceptación de los responsables del proyecto.

6.- Determinar el grado de ocurrencia o Coeficiente de Frecuencia (F):

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y de lugar al modo de fallo. El índice de ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se dispongan de datos históricos de fiabilidad o se hayan modelizado y previsto éstos. Es esta tabla se colocará un valor de probabilidad de ocurrencia de cada causa específica.

Es necesario estimar el Coeficiente de Frecuencia de la causa del fallo potencial. Para ello se utiliza una escala de evaluación que va del 1 al 10, donde “1” indica remota probabilidad de ocurrencia y el “10” indica que el fallo es ya inevitable.



OCURRENCIA	RANGO	CRITERIOS	PROBABILIDAD DE FALLO
Remota	1	Fallo improbable. No existen fallos asociados con este proceso o con un producto casi idéntico	<1 en 10,000
Muy Poca	2	Sólo fallos aislados asociadas con este proceso o con proceso casi idéntico	1 en 5,000
Poca	3	Fallos aislados asociados con procesos similares	1 en 2,00
Moderada	4	Este proceso o no similar ha tenido fallos ocasionales	1 en 1,000
	5		1 en 500
	6		1 en 200
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo	1 en 100
	8		1 en 50
Muy Alta	9	El fallo es casi inevitable	1 en 20
	10		>1 en 10

Tabla 1: Escala de evaluación del Coeficiente de Frecuencia

7.- Determinar el grado de severidad o Coeficiente de Gravedad (G):

Este coeficiente está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El coeficiente de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- La instalación del cliente. Si se produce un gran descontento, el cliente no comprará más.
- La degradación de las prestaciones. La rapidez de aparición de avería.
- El coste de la reparación.



El coeficiente de gravedad o también llamado de “severidad” es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se determine de forma objetiva la asignación de valores G.

Para evaluar este coeficiente se utiliza una escala con rango de 1 a 10, donde el “1” indica una consecuencia sin efecto y el “10” indica una consecuencia grave.

EFEECTO	RANGO	CRITERIOS
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Fallo parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable.
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo del fallo. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Problema de seguridad, fallo repentino. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Tabla 2: Escala de evaluación del Coeficiente de Gravedad.



8.- Determinar el grado de detección o Coeficiente de Detección (D):

Este coeficiente indica la probabilidad de que una causa y /o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente, sin ser detectado previamente.

Se está definiendo la “no-detección”, para que el coeficiente de prioridad crezca de forma análoga al resto de coeficientes a medida que aumente el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa.

Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si las no conformidades no son resueltas antes de que lleguen al cliente.

Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un aumento de coste, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad. Algunos cambios en el diseño también pueden favorecer la probabilidad de detección.

Se estimará la probabilidad de que el modo de fallo potencial sea detectado antes de que llegue al cliente, tomando como “1” alta probabilidad de que el fallo se pueda detectar y “10” como que es improbable que sea detectado.



OCURRENCIA	RANGO	CRITERIOS	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DEL FALLO
ALTA	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente Alta	2-5	Es muy probable detectar el fallo. El defecto es una característica obvia	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable	98%
Muy Baja	9	No es fácil detectar el fallo por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede chuequear fácilmente en el proceso	Menor a 90%

Tabla 3: Escala de evaluación del Coeficiente de Detección.

9.- Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR) ó índice de prioridad de riesgo (IPR):

Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación de los coeficientes de frecuencia, gravedad y detección. Este índice provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de fallo, identificado ítems críticos.

$$\text{IPR (ó NPR)} = F \times G \times D$$

Prioridad de IPR:

500 - 1000	ALTO RIESGO DE FALLO, REALIZAR CAMBIOS SIGNIFICATIVOS DEL SISTEMA.
125 - 499	RIESGO DE FALLO MEDIO, EVALUACIÓN SELECTIVA PARA IMPLANTAR MEJORAS ESPECÍFICAS.
70 - 124	RIESGO DE FALLO BAJO, ALGUNA ACCIÓN SE DEBE TOMAR.
0 - 69	NO EXISTE NINGÚN RIESGO DE FALLO, NO SE TOMA NINGUNA ACCIÓN



10.- ACCIONES RECOMENDADAS:

Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo los responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación.

Una vez aplicadas las acciones correctivas o preventivas, se recalculan los coeficientes de frecuencia, gravedad y detección de cada uno de los modos de fallo, y por último se recalcula también el IPR, buscando que éste coeficiente se encuentre dentro de los intervalos para considerarlo como válido.

Como ya hemos mencionado anteriormente, ha que tener claro que cada vez que se realice una modificación el proceso o producto, se debe actualizar el AMFE.

4.3.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El AMFE es una herramienta útil para la priorización de los problemas potenciales, marcándonos mediante el IPR, la pauta a seguir en la búsqueda de acciones que optimicen el diseño de un producto / servicio o el proceso planificado para su obtención.

- ✓ Los puntos prioritarios de actuación serán:
 - Aquellos ítems con IPR elevado.
 - Aquellos ítems con Coeficientes de Gravedad muy elevado, aunque el IPR se mantenga dentro de los límites considerados como aceptables.
- ✓ Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del AMFE pueden ser orientadas a:



- Reducir la gravedad de los efectos del modo de fallo: Es un objetivo de carácter preventivo que requiere la supervisión del producto / servicio. Es una solución más deseable pero, en general, la más complicada. Cualquier punto donde G sea elevado, debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario.
- Reducir la probabilidad de ocurrencia de un fallo: ES un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto / servicio o bien en el proceso de producción o prestación. En el caso de que se produzca el fallo, aunque éste no llegue al cliente o su gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.
- Aumentar la probabilidad de detección de un fallo: Es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema. Requiere la mejora del proceso de control existente.

Obtener conclusiones del AMFE deficientes o erróneas puede provenir de:

- a) No haber identificado todas las funciones o prestaciones del objeto de estudio, o bien, no corresponden éstas a las verdaderas necesidades y expectativas del cliente o usuario.
- b) No considerar todos los modos de fallo potenciales por estar latente la idea de que alguno no podrá darse cuenta nunca.
- c) Realizar una identificación de causas posibles superficialmente o sin utilizar correctamente las herramientas que proporcionan relaciones de casualidad.



- d) Un cálculo de los coeficientes de frecuencia y detección basados en probabilidades no suficientemente contrastadas con los catos históricos de productos / servicios o procesos similares.

4.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES QUE APORTA EL AMFE

Ventajas:

- ✓ Reducción considerable del tiempo de lanzamiento y del coste, al no producirse fallos, no ser necesarios los rediseños y las modificaciones, eliminando gran parte de los ensayos y pruebas.
- ✓ Mejora continua de la calidad, aprovechando el potencial humano, la recopilación metódica de la información, la posibilidad de participación del personal, teniendo en cuenta que, por medio del AMFE, se obtiene una visión global del proceso.
- ✓ Aumentar la fiabilidad de los productos y servicios y, en consecuencia, conseguir satisfacer al cliente.
- ✓ Potencia la atención al cliente.
- ✓ Potencia la comunicación entre los departamentos.
- ✓ Facilita el análisis de los productos y los procesos.
- ✓ Mejora la calidad de los productos y los procesos.
- ✓ Reduce los costes operativos.



- ✓ Ayuda a cumplir con requisitos de la norma ISO 9001 (“Acción Preventiva: La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales”) y directivas de responsabilidad de productos. [3]

Inconvenientes:

- ✓ El AMFE debería ser realizado conjuntamente con el análisis funcional del sistema. El AMFE para ser útil y efectivo debe ser llevado a cabo oportunamente en cuanto a preparación, implantación y ejecución.
- ✓ Para los sistemas redundantes, diseñados de manera que ningún fallo único provoque el fracaso del sistema, este método resulta insuficiente aplicado por sí solo, ya que no permite la consideración de fallos múltiples y, por tanto, se debe completar con otros métodos complementarios, como por ejemplo el árbol de fallos.



APLICACIÓN DEL AMFE AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA



5.- APLICACIÓN DEL AMFE AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA

El sector del aceite de oliva, ocupa un gran sector dentro del mismo donde participan los profesionales que trabajan en todas las etapas del proceso de elaboración y comercialización de los aceites de oliva. Con un montante de 400.000 olivicultores, 1.755 almazaras, 1.500 envasadoras y 22 refinerías.

Gracias a su trabajo, España se configura como el país líder en la producción, comercialización y exportación de aceites de oliva con unas ventas medias de 1.400.000 toneladas al año en las últimas campañas de las cuales, un 62% se destinan al mercado de exportación. El sector es uno de los más dinámicos del sistema agroalimentario español y actúa como motor fundamental de nuestra economía. De hecho, los aceites de oliva son el tercer producto agroalimentario más exportado por nuestro país, con un 10% de las ventas totales de la agroindustria.

Esto es sólo posible gracias a la tradición olivarera y los vastos campos dedicados a tal fin: 2.500.000 hectáreas del olivar más diverso y productivo del mundo, 340 millones de olivos, que supone la superficie de oliva más extensa del planeta. Se trata de un patrimonio paisajístico y medioambiental que forma parte de nuestra cultura, tradición e historia. Este olivar se apoya en una industria tecnológicamente muy avanzada y profesional capaz de obtener aceites de la máxima calidad y comercializarlos en todo el mundo. Aceites capaces de satisfacer las demandas de los consumidores más exigentes.

Centrándonos en nuestra industria particular, trabajamos con una almazara situada en la localidad de Torres de Albánchez, en el Parque natural de la Sierra de Segura, en la provincia de Jaén. Nuestra Almazara se encuentra en plena sierra, atendiendo un cultivo de alta montaña. La misma cuenta con una línea de recepción y molturación. Su rango de pesada, dependiendo de la cosecha media, se encuentra entre los 5 y 9 millones de kilogramos por campaña. Es una almazara pequeña, en comparación con las de nueva construcción de la provincia.

5.2 ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Para poder analizar la metodología de mantenimiento, primero tenemos que conocer qué etapas conforman el proceso, donde se ubican y que componentes la forman. Todos estos elementos los iremos desarrollando en este apartado, para de forma específica, conocer las etapas y componentes.

Para empezar, y consultando el plano N°2 de “Zonas y Superficie Planta General”, podemos ver la planta general de la industria, y así pasaremos a describir las diferentes zonas, así como los elementos que las componen dentro del proceso de producción.

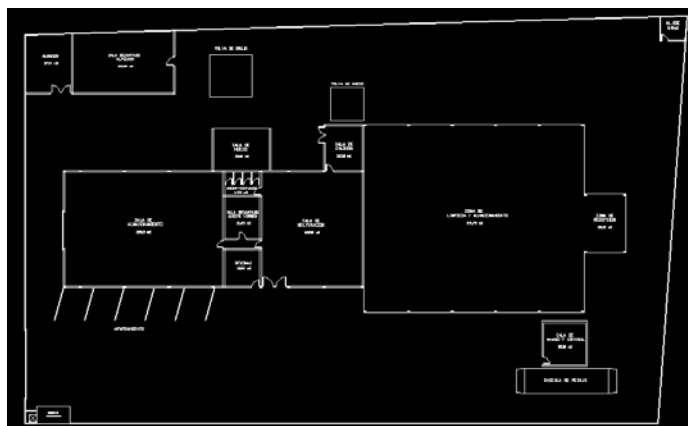


FIGURA 4: PLANTA GENERAL DE LA INDUSTRIA

Una vez presentada la planta general, descompondremos la misma en las diversas etapas del proceso.

Etapa 1: Recepción, limpieza y almacenamiento de materia prima.

En la primera fase del proceso de producción de aceite de oliva, recepcionamos el fruto en la zona de limpieza y recepción. En la siguiente imagen podemos ubicar el emplazamiento de la misma dentro de nuestras instalaciones.

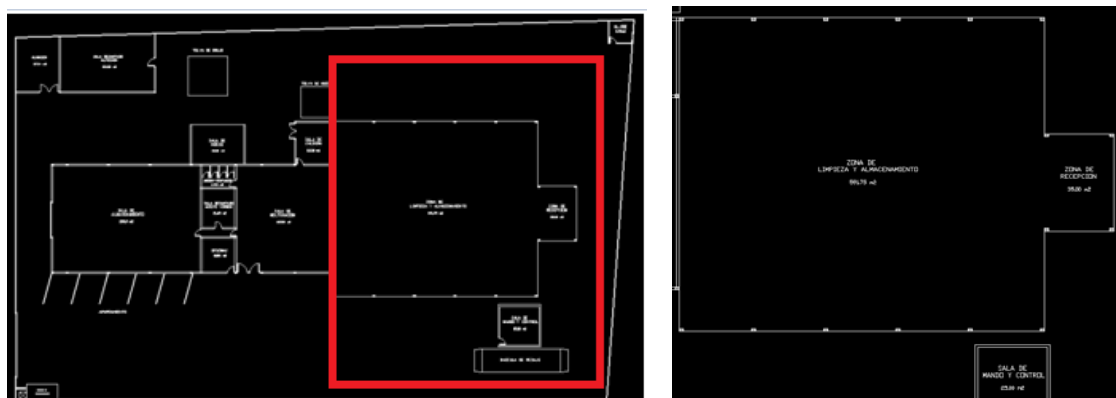


FIGURA 5: UBICACIÓN ZONA DE RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO.

Como podemos ver, una gran parte de la industria la ocupa esta etapa. En la misma se encuentran diversas máquinas y equipos que iremos describiendo en el desarrollo del apartado. A modo de esquema general, la siguiente imagen nos hace una idea de la composición de esta etapa del proceso.

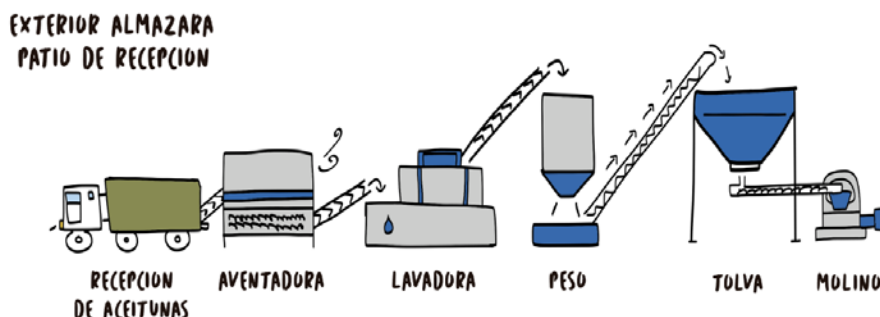


FIGURA 6: ESQUEMA PROCESO RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO

Como podemos intuir, en esta etapa del proceso, se recepciona la aceituna, mediante diversos ciclos, es separada de la hoja, tallos y pequeñas piedras. De esta manera la aceituna pasa a una segunda fase donde es lavada, para retirar cualquier resto de tierra, polvo, o cualquier otra materia que tenga adosada a la misma.

Una vez la aceituna se encuentra en perfecto estado de limpieza, es pesada y transportada a las tolvas de almacenaje del patio. En la siguiente lista pasaremos a detallar la composición de la maquinaria y equipos, en el orden de aparición en el proceso.

Fase 1: Recepción de aceituna

La aceituna es recepcionada en la tolva inicial, donde los agricultores descargan su fruto recolectado a lo largo del día. La tolva, no tiene ningún componente de mantenimiento, pero sí la cinta transportadora que sale desde ella hacia la fase 2 para su segundo tratamiento.



FIGURA 7: TOLVA DE RECEPCIÓN

Fase 2: Limpieza de hojas, tallos y piedras

En esta fase la aceituna es conducida desde su recepción a la limpiadora, un equipo compuesto de varios ventiladores, motores y equipos encargados de eliminar las posibles hojas, ramas y piedras que trae la aceituna del campo. En ella sale limpia y sin elementos adjuntos.



FIGURA 8: EQUIPO DE LIMPIEZA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS.

Fase 3: Lavadora

En esta etapa, la aceituna pasa por una lavadora con agua, para limpiar cualquier resto que pueda contener. El equipo está formado de varios motores eléctricos y bomba de agua.



FIGURA 9: LAVADORA

Fase 4: Pesado

En esta etapa la aceituna limpia y en condiciones optimas, es pesada para su valoración. Se compone de dos tolvas con apertura neumática para su calibración.



FIGURA 10: BASCULA DE PESADO

Fase 5: Almacenamiento

En esta fase la aceituna es almacenada limpia, para su posterior molturación. Por trazabilidad y acidez, no pueden pasar más de 48 horas de su recolección a su molturación.



FIGURA 11: TOLVAS DE ALMACENAMIENTO.

Destacar que la aceituna es transportada mediante cintas transportadoras, que poseen motores para su movimiento y otros adjuntos para la limpieza de las mismas.



FIGURA 12: CINTAS TRANSPORTADORAS

En la siguiente imagen podemos ver una panorámica de la zona de recepción, limpieza y almacenamiento, donde podemos ver con detalle la unión de los diferentes equipos, así como su ubicación en las instalaciones.



FIGURA 13: PANORÁMICA GENERAL DE LA ZONA DE LIMPIEZA.

Etapa 2: Molturación y almacenaje

En esta etapa, la aceituna anteriormente almacenada en las tolvas de almacenamiento, pasa a entrar en el proceso de molturación. En la siguiente imagen podemos ver la ubicación de estos procesos en la planta general. Este proceso es un proceso continuo por donde la aceituna “molida” pasa por diversos procesos físicos para producir la extracción del aceite.

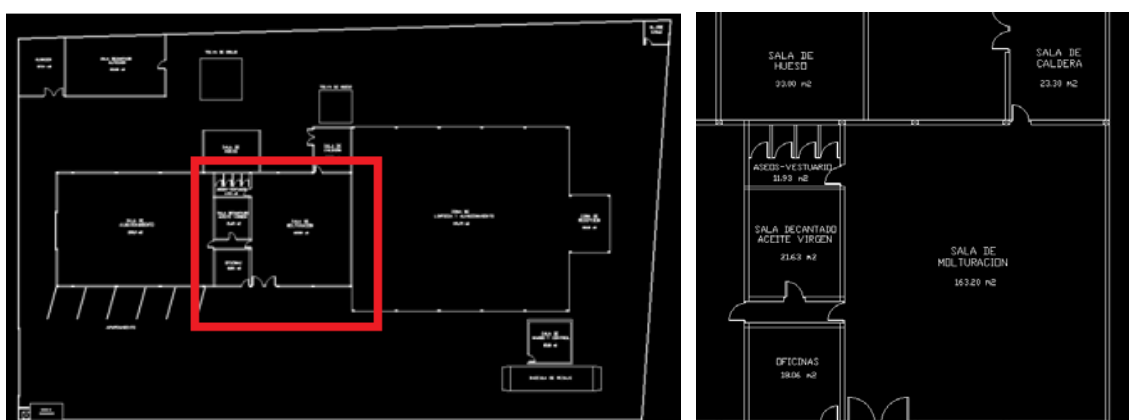


FIGURA 14: UBICACIÓN DE LA ZONA DE MOLTURACIÓN EN LA PLANTA.

Fase 1: Molturación de la aceituna almacenada

La aceituna es conducida a través de un sinfín mecánico al molino de molturación. Este está compuesto por un motor de gran potencia encargado de triturar la aceituna y crear una masa con ella.



FIGURA 15: DETALLES DE SINFIN Y MOLINO DE MOLTURACIÓN.

Fase 2: Amasadora

La aceituna es conducida a través de un sinfín mecánico a la amasadora, la aceituna ya forma parte de una masa en la que lleva todos sus elementos mezclados (hueso, pulpa, aceite, residuos) provenientes del molino. Este equipo está compuesto por varios motores, encargados de amasar y darle consistencia y heterogeneidad a la mezcla, esta masa es calentada para facilitar la extracción del aceite en las siguientes fases del proceso.



FIGURA 16: DETALLE DE LAS AMASADORAS.

Fase 3: Centrífuga horizontal (Decanter)

La masa es conducida hacia la centrífuga horizontal, en este proceso y mediante la aceleración centrífuga se separa el primer residuo sólido de la masa, el aceite de oliva. En este proceso sacamos el líquido que contiene el aceite de oliva, de la parte sólida compuesta del hueso, la pulpa y el resto de residuos, los cuales trataremos en la etapa 3.



FIGURA 17: CENTRÍFUGA HORIZONTAL.

Fase 4: Centrífuga Vertical

En este proceso, por aceleración centrífuga, al igual que en el proceso anterior, terminamos de separar el aceite de oliva de residuos líquidos como puede ser restos de agua. En este proceso se obtiene el aceite de oliva sin ningún residuo. En este proceso se genera otro residuo conocido como jámilas, el cual trataremos en el apartado de residuos. Desde aquí el aceite es conducido al proceso de decantación.



FIGURA 18: CENTRÍFUGA VERTICAL.

Fase 5: Proceso de Decantación.

En este proceso, el aceite es pasado por varias tolvas conectadas entre sí, para purificar el mismo y sacar del aceite cualquier tipo de poso o residuo que pudiese contener, este es un proceso lento que transcurre por unas 6 tolvas, decantando todos los posibles posos. Desde este proceso, el aceite como es conocido, es transportado a la bodega para su almacenaje y envío a las embotelladoras para su consumo.



FIGURA 19: DETALLE TOLVAS DE DECANTACIÓN.

Fase 6: Almacenamiento.

Esta fase es la etapa final, donde el aceite de oliva se almacena en unas condiciones de humedad y temperatura idóneas para su conservación, y desde donde se trasladará para su embotellamiento.



FIGURA 20: BODEGA DE ALMACENAMIENTO.

A modo resumen, la siguiente imagen muestra de manera esquemática como serían las diferentes etapas de la molturación, nos transmite la idea de la unión del proceso y del progreso de las diferentes fases del mismo.

INTERIOR ALMAZARA. PRODUCCION DEL ACEITE

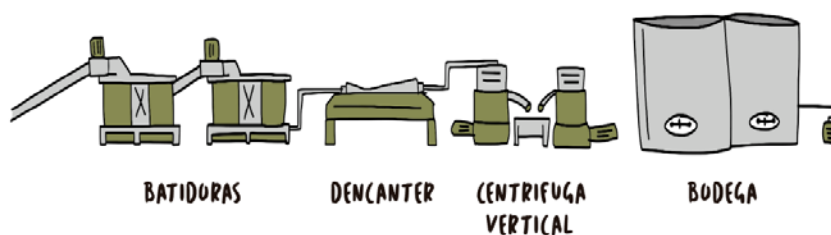


FIGURA 21: ESQUEMA DEL PROCESO DE MOLTURACIÓN.

Etapa 3: Eliminación y aprovechamiento de residuos.

Esta etapa final, donde de los residuos generados, se utiliza los provechosos y se desechan los que no. Como hemos descrito anteriormente, se generan 2 residuos principales, el conocido como alpechín, donde se encuentra la parte solida de piel y hueso y las jamilas, restos líquidos del proceso. Estos dos componentes se tratan por separado, donde analizaremos las utilidades de los mismos. En la siguiente imagen podemos observar las zonas donde se delimitan estas etapas dentro de nuestra planta.

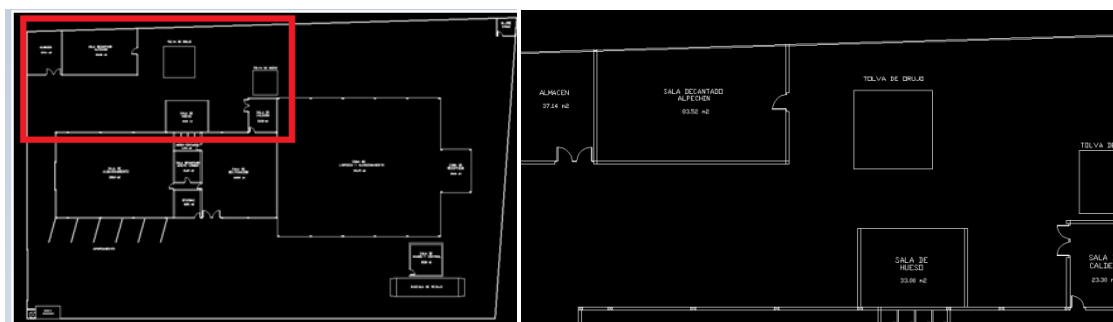


FIGURA 22: UBICACIÓN DE LA ETAPA 3 DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

Fase 1: Separación del hueso.

Esta fase es muy interesante, ya que de lo que se considera un residuo, podemos extraer un elemento que es el hueso de la aceituna. Este es un gran combustible por su poder calorífico, es usado en la propia Almazara, así como su venta para materia prima en utilización como combustible en calderas y estufas. Para su utilización es necesaria la separación del alpechín, donde obtenemos el hueso y el orujo. Este último es transportado a refinerías para extraer el conocido aceite de oliva de orujo.



FIGURA 23: EQUIPO DE SEPARACIÓN DEL HUESO DEL ORUJO.

Una vez separados ambos componentes, el orujo es almacenado para su transporte a las refinerías y el hueso también es almacenado para su utilización como combustible en la propia almazara y su venta a particulares y socios.



FIGURA 24: DETALLE DEL ALMACENAMIENTO DEL ORUJO Y EL HUESO.

Fase 2: Decantación de las jamlas.

En esta fase se tratan todos los elementos líquidos del residuo, el mismo producido durante el proceso, es decantado para evitar transportar materias solidas. Los líquidos compuestos por su mayoría de agua, son transportados a las famosas balsas de jamlas, para su eliminación por evaporación del agua.



FIGURA 25: DETALLE DE LAS BALSAS DE JAMILA.



5.3 FASES INICIALES

Para poder iniciarnos en la toma de decisiones en la realización del AMFE, hemos tenido que realizar varias visitas a las instalaciones, conocer los componentes de las diferentes etapas así como, sus elementos. Para ello hemos mantenido diversas conversaciones con los operarios de mantenimiento de las instalaciones, así como con el encargado.

Para poder realizar el AMFE, tras las diversas reuniones, hemos consultado una variada bibliografía acerca del funcionamiento de los equipos y maquinarias. En primer lugar, se decidió clasificar los equipos en las diversas etapas del proceso como hemos descrito anteriormente. En la siguiente tabla recogemos las ubicaciones, composición y maquinaria de los diferentes procesos.

Con esta primera tabla, queremos hacer un pequeño resumen de las diversas maquinarias compuestas en cada proceso, y a grandes rasgos una pequeña descripción de sus elementos más destacables de cara al mantenimiento, y los cuales nos servirán de guías para poder ampliar dicha información cuanto realicemos la toma de datos y la hoja del AMFE a cada equipo.

Destacar que analizaremos y aplicaremos una hoja AMFE a cada equipo, ya que tras las diversas reuniones mantenidas con los operarios, conocemos los principales fallos de las mismas, así como asociarlos al proceso de producción. Desde donde partiremos para analizar los fallos existentes y cuantificarlos en nuestra hoja AMFE que en siguientes apartados analizaremos.



Nº	ETAPA PROCESO	MAQUINARIA EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
1	1	CINTAS TRANSPORTADORAS	EN ELLAS SE ENCUENTRA UN MOTOR DE GIRO Y UNO DE LIMPIEZA DE LA MISMA
2	1	LIMPIADORA	POSEE VARIOS VENTILADORES, MOTORES Y ELEMENTOS MÓVILES
3	1	LAVADORA	POSEE VARIAS BOMBAS, MOTORES Y ELEMENTOS MÓVILES
4	1	PESADORA	MOTORES Y ELEMENTOS NEUMÁTICOS
5	1	TOLVAS DE ALMACENAMIENTO	POSEEN TEJAS VIBRADORAS PARA EVITAR ATASCOS
6	2	MOLINO	COMPUESTO POR UN MOTOR Y ELEMENTOS MÓVILES
7	2	AMASADORA	COMPUESTO POR VARIOS MOTORES Y PARTES MÓVILES
8	2	CENTRÍFUGA HORIZONTAL	COMPUESTA DE VARIOS MOTORES Y PARTES MÓVILES
9	2	CENTRÍFUGA VERTICAL	COMPUESTA DE VARIOS MOTORES Y PARTES MÓVILES
10	2	TOLVAS DE DECANTACIÓN	VARIAS SONDAS Y BOMBAS
11	2	ALMACENAMIENTO	BOMBAS DE TRASIEGO
12	3	SEPARADORA DE HUESO	COMPUESTA DE MOTORES Y PARTES MÓVILES
13	3	BOMBAS IMPULSORAS	COMPUESTAS POR BOMBAS HIDRÁULICAS
14	3	TORNILLOS SINFIN	COMPUESTOS POR PARTES MÓVILES Y MOTORES.

Tabla 4: EQUIPOS Y COMPONENTES EN LAS DIVERSAS ETAPAS.

DONDE LAS ETAPAS SON:

- 1.- RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO.
- 2.- MOLTURACIÓN Y ALMACENAJE.
- 3- ELIMINACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS.



5.4 DISEÑO DE LA HOJA DE CONTROL

El seguimiento del AMFE se realizó mediante una hoja de recogida de datos, donde se incluyeron una serie de modos de fallo, previamente definidos tras diversas reuniones con el equipo multidisciplinar de la Almazara, encargado de llevar a cabo el seguimiento, revisando diariamente y de forma arbitraria varias de las máquinas y etapas del proceso.

Las hojas de control o también llamadas hojas de registro o recogida de datos son formas estructuradas y de fácil análisis, que facilitan la realización de un buen control de calidad y recopilación de información, previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos en sus etapas iniciales.

Los datos se anotan de forma tabular o en columnas, y una vez recogidos dichos datos, se utiliza una herramienta de análisis de los mismos, en nuestro caso la herramienta de mejora de la calidad AMFE.

Se puede afirmar, por lo tanto, que las hojas de control son las herramientas base para la recolección y análisis de datos, que permiten realizar seguimientos en el proceso de resolución de problemas.

Sus objetivos principales de manera general son:

- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.
- Son el punto de partida para la elaboración de otras herramientas posteriores más potentes.



Sus ventajas principales son:

- ✓ Es un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización
- ✓ Estas hojas reflejan rápidamente las tendencias y patrones derivados de los datos.
- ✓ Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.
- ✓ Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- ✓ Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos.

Estas poseen las siguientes características:

- **Sencillez:** Una hoja de Control permite registrar los datos de forma simple y directa.
- **Comunicación de información:** Permite ver si hay una tendencia en los datos conforme se va completando la hoja. Permite un análisis visual de dichas tendencias o comportamientos.
- **Flexibilidad:** La forma en la que presentan los datos, permite utilizar los mismos para múltiples análisis posteriores y contestar diferentes preguntas.
- **Disponibilidad:** Permiten tener los datos reunidos de forma ordenada y sencilla para su posterior utilización.

La hoja de recogida de datos que se diseñó, como podemos observar se ciñe en analizar los posibles modos de fallo, y tiene la siguiente estructura.

En la misma se ha realizado un seguimiento mensual, analizando los diferentes modos de fallos y analizando la frecuencia con la que se repetían los mismos de manera semanal y diferenciada en las 3 etapas del proceso.



Etapa 1: Recepción, limpieza y almacenamiento.

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO FRECUENCIA MENSUAL (Frecuencia de ocurrencia de fallo)			
EQUIPO	MODOS DE FALLOS	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
CINTAS TRANSPORTADORAS	LA CINTA DEJA DE GIRAR Y SE PARA	6	5	8	9
	LA CINTA AVANZA MUY DESPACIO	3	2	4	6
	LA CINTA ESTA MUY SUCIA	2	2	8	4
	LA CINTA SE SALE DE LA BANDA DE RODADURA	1	0	0	1
LIMPIADORA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON HOJAS	2	3	4	5
	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON TALLOS	3	3	4	6
	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON PIEDRAS	1	1	3	2
LAVADORA	EL TAMBOR NO GIRA, O GIRA DESPACIO	1	2	2	2
	LA ACEITUNA SALE MUY SUCIA	1	1	5	6
	LA LAVADORA NO DESAGUA CORRECTAMENTE	1	0	1	0
	LA ACEITUNA SALE CON MUCHA AGUA	1	2	3	1
PESADORA	LAS COMPUERTAS SE ATASCAN	1	0	0	1
	FALLO EN EL PESADO	0	0	1	0
	ATASCO A LA SALIDA DE LA PESADORA	1	1	0	0
TOLVAS DE ALMACENAMIENTO	EXCESO DE ACEITUNA EN LA TOLVA	1	2	1	1
	ATASCO DE LA ACEITUNA A LA SALIDA	2	3	4	3

Tabla 5: HOJA DE CONTROL ETAPA 1.



Etapa 2: Molturación y almacenaje

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO FRECUENCIA MENSUAL (Frecuencia de ocurrencia de fallo)			
EQUIPO	MODOS DE FALLOS	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
MOLINO DE MOLTURACIÓN	LA MASA SALE MUY ESPESA	6	5	8	9
	LA MASA SALE MUY DILUIDA	3	2	4	6
	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	2	2	8	4
	NO SALE MASA DEL MOLINO	1	0	0	1
AMASADORA	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	2	3	4	5
	LA TEMPERATURA DE AMASADO NO ES CORRECTA	5	7	8	6
	SALE DEMASIADA MASA DEL EQUIPO	2	1	1	2
	NO ENTRA LA SUFICIENTE MASA AL DECANTER	1	1	3	2
CENTRÍFUGA HORIZONTAL (DECANTER)	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	1	2	4	2
	LOS RESIDUOS SALEN CON EXCESO DE ACEITE	1	1	2	1
	EL ACEITE SALE CON EXCESO DE RESIDUOS	1	0	1	0
	NO SE SEPARAN CORRECTAMENTE LOS SÓLIDOS DE LOS LÍQUIDOS	1	1	2	1
	SALEN MUCHAS IMPUREZAS	1	2	2	1
CENTRÍFUGA VERTICAL	EL ACEITE CONTIENE AGUA	1	0	2	1
	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	1	2	3	1
	EL AGUA SALE CON EXCESO DE ACEITE	0	0	1	0
	EL ACEITE SALE DE MANERA TURBULENTA	1	2	2	1
	EL ACEITE NO SALE FLUIDO	1	1	0	0
TOLVAS DE DECANTACIÓN	EL ACEITE SALE CON IMPUREZAS	1	0	0	0
	ATASCO DEL ACEITE A LA SALIDA	2	3	2	1

Tabla 6: HOJA DE CONTROL ETAPA 2.



Etapa 3: Eliminación y aprovechamiento de residuos.

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO FRECUENCIA MENSUAL (Frecuencia de ocurrencia de fallo)			
EQUIPO	MODOS DE FALLOS	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
SEPARACIÓN DEL HUESO	LA MASA SALE MUY ESPESA	1	1	2	1
	NO FUNCIONA EL EQUIPO	2	1	4	1
	LA MASA SALE MUY DILUIDA	1	1	1	0
	RESTOS DE HUESO EN EL RESIDUO LÍQUIDO (JAMILAS)	1	2	2	1
	NO SUBE A LA TOLVA DE ALMACENAMIENTO	1	0	0	1
BOMBAS IMPULSORAS	NO BOMBEAN, NO FUNCIONAN	2	3	1	2
	EL LÍQUIDO SALE MUY DESPACIO	1	1	2	3
	EL LIQUIDO SALE DE FORMA TURBULENTO	1	1	1	2
TORNILLOS SIN FIN	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	1	1	1	2
	LOS RESIDUOS SALEN MUY DESPACIO	1	1	1	1
	EL FLUJO ES TURBULENTO	1	0	1	0
	EL TORNILLO NO GIRA	1	2	2	3

Tabla 7: HOJA DE CONTROL ETAPA 3.

Tras analizar estas tablas, en la toma de datos, hemos visto los diferentes modos de fallo de los equipos, donde se pueden apreciar las frecuencias de las ocurrencias de los mismos. Es por tanto que tenemos preparado por un lado los modos de fallo y por otra la frecuencia de los mismos, por tanto es un paso adelante en el desarrollo del la realización del AMFE en los siguientes apartados.



5.5 RESULTADOS

Una vez recogidos los valores de frecuencia de aparición de los diferentes modos de fallo mediante nuestra hoja de control, podremos rellenar la columna F de nuestro AMFE, en conjunto con los modos de fallos. Basándonos en las tablas 5, 6, 7, de asignación del valor del Coeficiente de frecuencia de aparición de fallos, y teniendo en cuenta que la totalidad de los equipos han sido analizados, en un periodo de funcionamiento y pleno rendimiento de la industria, la efectividad de este método resulta bastante elevada.

Como los valores de la frecuencia son mensuales, para sacar un valor estático, usaremos la media aritmética de las 4 semanas que hemos utilizado en la hoja de control.

Pasaremos a realizar el AMFE de cada equipo, en el mismo detallamos la etapa a la que pertenece, así como la zona de trabajo de la industria. El orden para el desarrollo AMFE, será el detallado en la tabla 4.



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: CINTAS TRANSPORTADORAS					ETAPA Nº: 1
ZONA: RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO					FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA					COD. REF: ET1/001
MODO DE FALLO		LA CINTA DEJA DE GIRAR Y SE PARA	LA CINTA AVANZA MUY DESPACIO	LA CINTA ESTA MUY SUCIA	LA CINTA SE SALE DE LA BANDA DE RODADURA
EFFECTO		PARADA LÍNEA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA LÍNEA
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	ROTURA CEPILLOS LIMPIEZA	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	2	TENSOR SUELTO	TENSOR FLOJO	FALLO MOTOR LIMPIEZA	FALLO MOTOR
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	RODAMIENTO ROTO
	4	RODAMIENTO ROTO	RODAMIENTO ROTO	RODAMIENTO ROTO	GUÍAS TORCIDAS ROTAS
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	AJUSTAR PERIODOS DE SUSTITUCIÓN EN EL MONTO. CORRECTIVO	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	COMPROBAR CON PERIODIZAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	SUSTITUCIÓN. AUMENTAR SUSTITUCIÓN EN MNT. PREVENTIVO
	4	SUSTITUCIÓN. AUMENTAR SUSTITUCIÓN EN MNT. PREVENTIVO	SUSTITUCIÓN. AUMENTAR SUSTITUCIÓN EN MNT. PREVENTIVO	SUSTITUCIÓN. AUMENTAR SUSTITUCIÓN EN MNT. PREVENTIVO	SUSTITUCIÓN. AUMENTAR SUSTITUCIÓN EN MNT. PREVENTIVO
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	8	7	9
	FRECUENCIA (F)	7	4	4	1
	DETECCIÓN (D)	3	2	5	2
	NPR	210	64	140	18

Tabla 8: HOJA AMFE ETAPA 1.



HOJA DE TRABAJO AMFE				
EQUIPO/MAQUINARIA: LIMPIADORA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS				ETAPA Nº: 1
ZONA: RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO				FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA				COD. REF: ET1/002
MODO DE FALLO		LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON HOJAS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON TALLOS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON PIEDRAS
EFECTO		FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA VENTILADORES	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA VENTILADORES	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA VENTILADORES
	2	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	2	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	8	8	8
	FRECUENCIA (F)	4	4	2
	DETECCIÓN (D)	6	5	4
	NPR	192	160	64

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: LAVADORA					ETAPA Nº: 1
ZONA: RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO					FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA					COD. REF: ET1/003
MODO DE FALLO	EL TAMBOR NO GIRA, O GIRA DESPACIO	LA ACEITUNA SALE MUY SUCIA	NO DESAGUA CORRECTAMENTE	LA ACEITUNA SALE CON MUCHA AGUA	
EFFECTO	PARADA LÍNEA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	ATASCO EN EL SIN FIN	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	2	REDUCTOR ROTO	BOMBA DE AGUA	FALLO MOTOR LIMPIEZA	FALLO MOTOR
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	VELOCIDAD EN EXCESO
	4	RODAMIENTO ROTO	RODAMIENTO ROTO	RODAMIENTO ROTO	FALLO EN EL EJE DE SALIDA
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN	AJUSTAR PERIODOS DE SUSTITUCIÓN Y LIMPIEZA EN EL MNT. CORRECTIVO Y PREVENTIVO	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR LOS PARÁMETROS DEL MOTOR Y RED DE ALIMENTACIÓN
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	9	9	8
	FRECUENCIA (F)	2	3	1	2
	DETECCIÓN (D)	4	8	8	2
	NPR	80	216	72	32

Tabla 10: HOJA AMFE ETAPA 1.



HOJA DE TRABAJO AMFE				
EQUIPO/MAQUINARIA: PESADORA			ETAPA Nº: 1	
ZONA: RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO			FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA			COD. REF: ET1/004	
MODO DE FALLO	LAS COMPUERTAS SE ATASCAN		FALLO EN EL PESADO	ATASCO A LA SALIDA DE LA PESADORA
EFEECTO	FALTA DE EFICACIA		FALTA DE EFICACIA	PARADA LÍNEA
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	2	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	ATASCO ACEITUNA	ATASCO ACEITUNA	ATASCO ACEITUNA
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	2	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	9	10	9
	FRECUENCIA (F)	2	1	1
	DETECCIÓN (D)	6	10	6
	NPR	108	100	54

Tabla 11: HOJA AMFE ETAPA 1.



HOJA DE TRABAJO AMFE			
EQUIPO/MAQUINARIA: TOLVAS DE ALMACENAMIENTO		ETAPA Nº: 1	
ZONA: RECEPCIÓN, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO		FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA		COD. REF: ET1/005	
MODO DE FALLO	EXCESO DE ACEITUNA EN LA ENTRADA DE LA TOLVA	ATASCO A LA SALIDA DE LA TOLVA	
EFEECTO	FALTA DE EFICACIA	PARADA LÍNEA	
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA MOTOR CINTA	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	2	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	FALLO MOTOR SELECTOR TOLVA	FALLO MOTOR
	4	ATASCO ACEITUNA	ATASCO ACEITUNA
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	2	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	INSTALACIÓN DE MARTILLOS VIBRADORES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	10
	FRECUENCIA (F)	2	3
	DETECCIÓN (D)	8	7
	NPR	160	210

Tabla 12: HOJA AMFE ETAPA 1.



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: MOLINO DE MOLTURACIÓN					ETAPA Nº: 2
ZONA: MOLTURACIÓN Y ALMACENAJE					FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA					COD. REF: ET2/001
MODO DE FALLO	SALIDA DE LA MASA MUY ESPESA	SALIDA DE LA MASA MUY DILUIDA	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	NO SALE MASA DEL MOLINO	
EFFECTO	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	2	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE AGUA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE AGUA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE AGUA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	9	9	10
	FRECUENCIA (F)	7	4	4	1
	DETECCIÓN (D)	6	6	5	4
	NPR	420	216	180	40

Tabla 13: HOJA AMFE ETAPA 2.



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: AMASADORA					ETAPA Nº: 2
ZONA: MOLTURACIÓN Y ALMACENAJE					FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA					COD. REF: ET2/002
MODO DE FALLO		LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	LA TEMPERATURA DE AMASADO NO ES CORRECTA	SALE DEMASIADA MASA DEL EQUIPO	NO SALE LA MASA NECESARIA DEL EQUIPO
EFECTO		FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	PARADA DE LÍNEA
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA	MALA REGULACIÓN DE ENTRADA DEL MOLINO	MALA REGULACIÓN DE ENTRADA DEL MOLINO
	2	REDUCTOR ROTO	FALTA DE TEMPERATURA DE LA CALDERA	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO
	3	FALLO MOTOR	FALLO BOMBAS RECIRCULACIÓN	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	FALLO INTERCAMBIADOR CON LA MASA	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE AGUA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE AGUA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE MASA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE MASA
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR ALARMAS SONORAS CUANDO LOS RANGOS DE TEMPERATURA NO SEAN LOS DESEADOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS BOMBAS	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	COMPROBAR LAS PRESIONES EN LOS DIFERENTES PUNTOS PARA UNA CORRECTA CIRCULACIÓN	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	10	9	10
	FRECUENCIA (F)	4	7	2	2
	DETECCIÓN (D)	6	8	4	4
	NPR	240	560	72	80

Tabla 14: HOJA AMFE ETAPA 2.



**ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA
DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

JORGE PÉREZ CÁTEDRA

HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: CENTRÍFUGA HORIZONTAL (DECANTER)				ETAPA Nº: 2	
ZONA: MOLTURACIÓN Y ALMACENAJE				FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA				COD. REF: ET2/003	
MODO DE FALLO	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	LOS RESIDUOS SALEN CON EXCESO DE ACEITE	EL ACEITE SALE CON EXCESO DE RESIDUOS	NO SE SEPARAN CORRECTAMENTE LOS COMPUESTOS	
EFEECTO	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD
	2	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	8	10	10	10
	FRECUENCIA (F)	2	2	1	2
	DETECCIÓN (D)	7	8	8	9
	NPR	112	160	80	180

Tabla 15: HOJA AMFE ETAPA 2.



**ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA
DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

JORGE PÉREZ CÁTEDRA

HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: CENTRÍFUGA VERTICAL					ETAPA Nº: 2
ZONA: MOLTURACIÓN Y ALMACENAJE					FECHA: 10/05/2019
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA					COD. REF: ET2/004
MODO DE FALLO	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	EL ACEITE CONTIENE AGUA	EL AGUA SALE CON ACEITE	EL ACEITE SALE DE MANERA TURBULENTO	
EFEECTO	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD
	2	REDUCTOR ROTO/ AVERIADO	REDUCTOR ROTO/ AVERIADO	REDUCTOR ROTO/ AVERIADO	REDUCTOR ROTO/ AVERIADO
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)	PLATOS ROTOS (CUCHILLAS INTERNAS)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	8	10	10	10
	FRECUENCIA (F)	1	2	2	2
	DETECCIÓN (D)	7	8	8	9
	NPR	112	160	80	180

Tabla 16: HOJA AMFE ETAPA 2.



HOJA DE TRABAJO AMFE			
EQUIPO/MAQUINARIA: TOLVAS DE DECANTACIÓN		ETAPA Nº: 2	
ZONA: MOLTURACIÓN Y ALMACENAMIENTO		FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA		COD. REF: ET2/005	
MODO DE FALLO	EL ACEITE SALE CON IMPUREZAS		ATASCO DEL ACEITE DE SALIDA
EFFECTO	FALTA DE EFICACIA		PARADA LÍNEA
CAUSAS	1	FALLO FILTROS DE LIMPIEZA	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA BOMBA IMPULSIÓN TANQUES
	2	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	EXCESO DE ENTRADA DE ACEITE, PROCESO MUY RÁPIDO	FALLO SONDAS MOTOR
	4	POCO TIEMPO EN EL PROCESO DE DECANTACIÓN	ATASCO ACEITE EN LA SALIDA, LLAVES DE PASO MAL SELECCIONADAS
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS FILTROS Y SU LIMPIEZA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	2	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	REGULAR CORRECTAMENTE LA ENTRADA, PROCESO LENTO DE DECANTACIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES Y NIVEL DE SONDAS
	4	REGULAR CORRECTAMENTE LA ENTRADA, PROCESO LENTO DE DECANTACIÓN	MAYOR CONTROL EN EL LLENADO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	10	10
	FRECUENCIA (F)	1	2
	DETECCIÓN (D)	8	10
	NPR	80	200

Tabla 17: HOJA AMFE ETAPA 2.



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: SEPARACIÓN DEL HUESO				ETAPA Nº: 3	
ZONA: ELIMINACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS				FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA				COD. REF: ET3/001	
MODO DE FALLO	SALIDA DE LA MASA MUY ESPESA	SALIDA DE LA MASA MUY DILUIDA	RESTOS DE HUESO EN LAS ORUJOS	ATASCOS A LAS SALIDA DEL EQUIPO	
EFEECTO	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE ORUJOS	MALA REGULACIÓN DEL CAUDAL DE ORUJOS	FALLO DE LOS FILTROS DEL EQUIPO	FALLO ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	2	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)	RODAMIENTO ROTO (CUCHILLAS)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE RESIDUO	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE RESIDUO	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CAUDALES DE ENTRADA DE RESIDUO	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	7	7	6	10
	FRECUENCIA (F)	2	1	2	1
	DETECCIÓN (D)	3	3	4	8
	NPR	42	21	48	80

Tabla 18: HOJA AMFE ETAPA 3.



HOJA DE TRABAJO AMFE				
EQUIPO/MAQUINARIA: BOMBAS IMPULSORAS			ETAPA Nº: 3	
ZONA: ELIMINACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS			FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA			COD. REF: ET3/002	
MODO DE FALLO		NO BOMBEA, O BOMBEA FUERA DE PRESIÓN	EL FLUIDO SALE MUY DESPACIO	EL FLUIDO SALE DE FORMA TURBULENTA
EFECTO		PARADA DE LÍNEA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA
CAUSAS	1	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA BOMBAS	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA BOMBAS	DISPARO PROTECCIÓN ELÉCTRICA BOMBAS
	2	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	FALLO EN LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	3	FALLO MOTOR DE LA BOMBA	FALLO MOTOR DE LA BOMBA	FALLO MOTOR DE LA BOMBA
	4	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR DE LA BOMBA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR DE LA BOMBA	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS CONSUMOS DEL MOTOR DE LA BOMBA
	2	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS PARÁMETROS DEL MOTOR
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES Y LOS FILTROS. ASÍ COMO LAS UNIONES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES Y LOS FILTROS. ASÍ COMO LAS UNIONES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES Y LOS FILTROS. ASÍ COMO LAS UNIONES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	8	8	8
	FRECUENCIA (F)	2	2	2
	DETECCIÓN(D)	5	6	6
	NPR	80	96	96

Tabla 19: HOJA AMFE ETAPA 3.



HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA: TORNILLOS SIN FÍN				ETAPA Nº: 3	
ZONA: ELIMINACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS				FECHA: 10/05/2019	
REALIZADO POR: J. PÉREZ CÁTEDRA				COD. REF: ET3/003	
MODO DE FALLO	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	LOS RESIDUOS SALEN MUY DESPACIO	EL FLUJO ES TURBULENTO	EL TORNILLO NO GIRA	
EFFECTO	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	FALTA DE EFICACIA	PARADA DE LÍNEA	
CAUSAS	1	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD	MALA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD
	2	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO	REDUCTOR ROTO
	3	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR	FALLO MOTOR
	4	PLATOS ROTOS (TORNILLO SIN FIN)	PLATOS ROTOS (TORNILLO SIN FIN)	PLATOS ROTOS (TORNILLO SIN FIN)	PLATOS ROTOS (TORNILLO SIN FIN)
	5	ATASCO	ATASCO	ATASCO	ATASCO
ACCIONES RECOMENDADAS	1	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES	COMPROBAR CON PERIODICIDAD LOS VARIADORES DE VELOCIDAD Y SUS MEDIDORES
	2	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO LOS REAPRIETES PERIÓDICOS Y LA FRECUENCIA DE SUSTITUCIÓN
	3	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES	INTRODUCIR EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIDAS MOTORES
	4	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO	LUBRICACIÓN RODAMIENTOS EN MNT. PREVENTIVO. SUSTITUCIÓN EN EL CORRECTIVO
	5	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LAS PARTES MÓVILES
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)	7	9	9	10
	FRECUENCIA (F)	1	1	1	2
	DETECCIÓN (D)	7	8	8	9
	NPR	49	72	72	180

Tabla 20: HOJA AMFE ETAPA 3.



5.6 MEDIDAS PROPUESTAS Y OBJETIVOS A ALCANZAR

Una vez conocida la causa del fallo, se convierte en una misión más sencilla definir las medidas correctoras que busquen su eliminación. Dichas medidas pueden resultar sencillas o muy complicadas, ya que quizás requiera la modificación de un procedimiento o la sustitución de un material, lo cual son tareas complicadas que requieren de un análisis más profundo.

Una modificación de este tipo puede llevar consigo un trabajo importante y lo que es aún más delicado, la alteración en la manera que determinados departamentos gestionan el trabajo de los operarios, como el propio proceso en sí. Por ello es un trabajo, siendo lo más adecuado encargar esta función a un responsable ajeno a la empresa. Dicho encargo debe hacerse con la aportación del mayor número de datos y explicaciones, indicando los recursos disponibles, señalando un plazo de ejecución y solicitando la evaluación de los resultados obtenidos.

Para ello pasaremos a realizar 4 tablas donde se detallaran los diferentes modos de fallo en base a su NPR, para poder agruparlos por gravedad, así como analizar donde estudiaremos y centraremos las modificaciones pertinentes.

Como tablas resumen, pasaremos a completar las siguientes tablas, donde asociaremos todas los modos de fallo y sus etapas, basándonos en el valor NPR obtenido en el AMFE, de tal manera, que basándonos en los rangos, podremos clasificar los resultados según los valores obtenidos en base a:

500 - 1000	ALTO RIESGO DE FALLO, REALIZAR CAMBIOS SIGNIFICATIVOS DEL SISTEMA.
125 - 499	RIESGO DE FALLO MEDIO, EVALUACIÓN SELECTIVA PARA IMPLANTAR MEJORAS ESPECÍFICAS.
70 - 124	RIESGO DE FALLO BAJO, ALGUNA ACCIÓN SE DEBE TOMAR.
0 - 69	NO EXISTE NINGÚN RIESGO DE FALLO, NO SE TOMA NINGUNA ACCIÓN



- Comenzaremos con los valores de 0 a 69, donde: **NO EXISTE NINGÚN RIESGO DE FALLO, NO SE TOMA NINGUNA ACCIÓN**

ETAPA	MÁQUINA EQUIPO	MODO DE FALLO	NPR OBTENIDO
1	CINTAS TRANSPORTADORAS	LA CINTA AVANZA MUY DESPACIO	64
1	CINTAS TRANSPORTADORAS	LA CINTA SE SALE DE LA BANDA DE RODADURA	18
1	LIMPIADORA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON PIEDRAS	64
1	LAVADORA	LA ACEITUNA SALE CON MUCHA AGUA	32
1	PESADORA	ATASCO A LA SALIDA DE LA PESADORA	54
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	NO SALE MASA DEL MOLINO	40
3	SEPARACIÓN DEL HUESO	SALIDA DE LA MASA MUY ESPESA	42
3	SEPARACIÓN DEL HUESO	SALIDA DE LA MASA MUY DILUIDA	21
3	SEPARACIÓN DEL HUESO	RESTOS DE HUESO EN LOS ORUJOS	48
3	TORNILLO SIN FIN	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	49



- Proseguimos con los valores de 70 a 124, donde: **RIESGO DE FALLO BAJO, ALGUNA ACCIÓN SE DEBE TOMAR.**

ETAPA	MÁQUINA EQUIPO	MODO DE FALLO	NPR OBTENIDO
1	LAVADORA	EL TAMBOR NO GIRA, O GIRA DESPACIO	80
1	LAVADORA	NO DESAGUA CORRECTAMENTE	72
1	PESADORA	LAS COMPUERTAS SE ATASCAN	108
1	PESADORA	FALLO EN EL PESADO	100
2	AMASADORA	SALE DEMASIADA MASA DEL EQUIPO	72
2	AMASADORA	NO SALE LA MASA NECESARIA DEL EQUIPO	80
2	CENTRÍFUGA HORIZONTAL	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	112
2	CENTRÍFUGA HORIZONTAL	EL ACEITE SALE CON EXCESO DE RESIDUOS	80
2	CENTRÍFUGA VERTICAL	LA VELOCIDAD NO ES CORRECTA	112
2	CENTRÍFUGA VERTICAL	EL AGUA (JAMILA) SALE CON ACEITE	80
2	TOLVAS DE DECANTACIÓN	EL ACEITE SALE CON IMPUREZAS	80
3	SEPARACIÓN DEL HUESO	ATASCOS A LAS SALIDA DEL EQUIPO	80
3	BOMBAS IMPULSORAS	NO BOMBEA, O BOMBEA FUERA DE PRESIÓN	80
3	BOMBAS IMPULSORAS	EL FLUIDO SALE MUY DESPACIO	96
3	BOMBAS IMPULSORAS	EL FLUIDO SALE DE FORMA TURBULENTO	96
3	TORNILLO SIN FIN	LOS RESIDUOS SALEN MUY DESPACIO	72
3	TORNILLO SIN FIN	EL FLUJO ES TURBULENTO	72



- Continuamos con los valores de 125 a 499, donde: **RIESGO DE FALLO MEDIO, EVALUACIÓN SELECTIVA PARA IMPLANTAR MEJORAS ESPECÍFICAS**

ETAPA	MÁQUINA EQUIPO	MODO DE FALLO	NPR OBTENIDO
1	CINTA TRANSPORTADORA	LA CINTA DEJA DE GIRAR Y SE PARA	210
1	CINTA TRANSPORTADORA	LA CINTA ESTA MUY SUCIA	140
1	LIMPIADORA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON HOJAS	192
1	LIMPIADORA DE HOJAS, TALLOS Y PIEDRAS	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON TALLOS	160
1	LAVADORA	LA ACEITUNA SALE MUY SUCIA	216
1	TOLVAS DE ALMACENAMIENTO	EXCESO DE ACEITUNA EN LA ENTRADA DE LA TOLVA	160
1	TOLVAS DE ALMACENAMIENTO	ATASCO A LA SALIDA DE LA TOLVA	210
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	SALIDA DE LA MASA MUY ESPESA	420
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	SALIDA DE LA MASA MUY DILUIDA	216
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	180
2	AMASADORA	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	240
2	CENTRÍFUGA HORIZONTAL	LOS RESIDUOS SALEN CON EXCESO DE ACEITE	160
2	CENTRÍFUGA HORIZONTAL	NO SE SEPARAN CORRECTAMENTE LOS COMPUESTOS	180
2	CENTRÍFUGA VERTICAL	EL ACEITE CONTIENE AGUA	160
2	CENTRÍFUGA VERTICAL	EL ACEITE SALE DE MANERA TURBULENTO	180
2	TOLVAS DE DECANTACIÓN	ATASCO DEL ACEITE DE SALIDA	200
3	TORNILLO SIN FIN	EL TORNILLO NO GIRA	180



- Finalizaremos con los valores de 500 a 1000, donde: **ALTO RIESGO DE FALLO, REALIZAR CAMBIOS SIGNIFICATIVOS DEL SISTEMA.**

ETAPA	MÁQUINA EQUIPO	MODO DE FALLO	NPR OBTENIDO
2	AMASADORA	LA TEMPERATURA DE AMASADO NO ES CORRECTA	560

Como podemos ver en las tablas resúmenes, las puntuaciones del NPR obtenidas según los rangos establecidos. Para solucionar y disminuir dichos valores, dentro de la hoja AMFE, hemos incluido una serie de acciones correctoras, donde se plantean posibles soluciones en las mismas, para poder rehacer la hoja AMFE y realimentar la misma disminuyendo los coeficientes resultantes.

Tras analizar los 45 ítems, compuestos de los diferentes equipos de producción y maquinaria, y basándonos en el Diagrama de Pareto:

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.



Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla. [4]

Continuando con esta teoría, concretamos la aplicación del mismo, es decir, si aplicamos medidas correctoras sobre el 20 % de los Modos de fallo que generan el NPR más elevado, y no solo basándonos en el más elevado, sino que contemplaremos los de mayor frecuencia de ocurrencia. Es por ello que de los 45 ítems remarcados en el total de 14 equipos analizados, trabajaremos sobre el 20 % (20 % de 45 ítems = 9). Estos, basándonos en ambas variables NPR y frecuencia, obtenemos la siguiente tabla resumen:

ETAPA	MÁQUINA EQUIPO	MODO DE FALLO	NPR OBTENIDO	FRECUENCIA (F)
2	AMASADORA	LA TEMPERATURA DE AMASADO NO ES CORRECTA	560	7
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	SALIDA DE LA MASA MUY ESPESA	420	7
2	AMASADORA	LA MASA NO SALE HETEROGÉNEA	240	4
2	MOLINO DE MOLTURACIÓN	SALIDA DE LA MASA MUY DILUIDA	216	6
1	LAVADORA	LA ACEITUNA SALE MUY SUCIA	216	8
1	TOLVA DE ALMACENAMIENTO	ATASCO A LA SALIDA DE LA TOLVA	210	3
1	CINTAS TRANSPORTADORA	LA CINTA DEJA DE GIRAR Y SE PARA	210	7
2	TOLVAS DECANTACIÓN	ATASCO DEL ACEITE DE SALIDA	200	2
1	LIMPIADORA	LA ACEITUNA SALE DEL EQUIPO CON HOJAS	192	4



Destacar el valor crítico en la etapa 2 de la amasadora, teniendo un valor NPR de 560:

- **Introducir alarmas sonoras cuando los rangos de temperatura no sean los deseados:** Esta etapa es muy importante a introducir, para reducir la frecuencia y gravedad del fallo. Para ello introduciremos alarmas sonoras para que inmediatamente se produzca un fallo en la variación de las temperaturas como en los caudales, solucionar en el menor plazo de tiempo la causa del fallo.
- **Introducir en el mantenimiento preventivo medidas bombas:** introduciendo en los mantenimientos preventivos, medidas de intensidad, así como de impedancias de los equipos. También se realizarán medidas de temperaturas, tensión, y otros parámetros para conocer el estado de funcionamiento del equipo y prevenir y prever el fallo.
- **Comprobar las presiones en los diferentes puntos para una correcta circulación:** Donde tendremos constancia en mantenimientos preventivos del estado de las medidas de caudales y presiones, para tener referencias analíticas donde poder comprobar y prevenir los posibles fallos en las mismas.

Algunas de las medidas correctoras a incluir en los procesos son las siguientes:

- **Comprobar con periodicidad los consumos y medidas de motores:** introduciendo en los mantenimientos preventivos, medidas de intensidad, así como de impedancias de los bobinados. También se realizarán medidas de temperaturas, para conocer el estado de funcionamiento del equipo y prevenir y prever el fallo.



- **Introducir en el mantenimiento preventivo los reaprietes periódicos:** dentro del mantenimiento correctivo y preventivo, se introducirán unos ítems donde los reaprietes de los elementos móviles y piezas que puedan producir un fallo de mayor nivel.
- **Sustitución. aumentar sustitución en mantenimiento. Preventivo:** Tras conocer elementos de fallo en diversas horas de funcionamiento, basándonos en el mantenimiento preventivo, conoceremos las necesidades de sustitución de elementos para evitar el fallo con mayores consecuencias.
- **Limpieza y lubricación de las partes móviles:** Establecer una revisión diaria o cada cierto número de horas la lubricación y revisión de partes móviles, para mejorar el rendimiento de las mismas. Por tanto evitaremos el fallo prematuro de los equipos.
- **Comprobar con periodicidad los parámetros de la red de alimentación:** introduciendo en los mantenimientos preventivos, medidas de intensidad, así como de impedancias de los equipos. También se realizaran medidas de temperaturas, tensión, y otros parámetros para conocer el estado de funcionamiento del equipo y prevenir y prever el fallo.
- **Comprobar con periodicidad los caudales de entrada de agua:** Donde tendremos constancia en mantenimientos preventivos del estado de las medidas de caudales y presiones, para tener referencias analíticas donde poder comprobar y prevenir los posibles fallos en las mismas.



- **Comprobar con periodicidad los variadores de velocidad y sus medidores:** introduciendo en los mantenimientos preventivos, medidas de intensidad, así como de impedancias de los equipos. También se realizarán medidas de temperaturas, tensión, y otros parámetros para conocer el estado de funcionamiento del equipo y prevenir y prever el fallo.

Una vez incorporadas las acciones correctoras correspondientes, se volverán a calificar los resultados, obteniendo los nuevos valores de los tres coeficientes, y actualizando así el NPR. De ahí que sea una herramienta con retroalimentación ya que una vez realizadas las medidas correctoras oportunas, se recalculen todos los valores, mejorando así el proceso de producción.

Esta tarea de aplicar las medidas propuestas quedarán a disposición de los mandos directivos, para que debatan si ponerlas en prácticas o no.

Si las calificaciones se encuentran ya por debajo del valor considerado como apto ($NPR < 70$), podríamos considerarlas superadas.

Se han alcanzado, por tanto, los objetivos señalados en la metodología AMFE, pero se ha conseguido además algo de muchos valores para la gestión eficaz y de calidad de la empresa. Un grupo de personas se han sentado alrededor de una mesa con el exclusivo objeto de resolver los problemas que puedan afectar la satisfacción del cliente, así como la mejora del sistema de producción. Puede garantizarse que el grupo adquirirá una fuerte mentalidad de mejora continua que deberá transmitir a sus subordinados y las demás personas del entorno.



CONCLUSIONES



6.- CONCLUSIONES

La realización de este proyecto ha permitido implementar una de las diversas herramientas de control de la calidad sobre el proceso de producción del aceite de oliva, denominado AMFE, al ser una herramienta sencilla de aplicar con coste cero, requirió de dedicación, comunicación de todo el personal implicado e interés para que los resultados finales resultaran satisfactorios.

Se ha utilizado una hoja de registro, en la cual se buscó recoger todos los posibles modos de fallo del proceso de producción del aceite de oliva, para su posterior seguimiento, realizando durante un mes por parte del equipo de mantenimiento y producción de la Almazara. Más tarde, tras diversas reuniones con el personal de trabajo, y haciendo uso de su dilatada experiencia, se completaron los datos requeridos de los coeficientes de gravedad y no detección.

Finalmente, los datos obtenidos fueron evaluados mediante la aplicación de la herramienta AMFE, averiguando dónde hacer hincapié y proponiendo una serie de medidas correctoras, puestas a disposición para ser aplicadas o no posteriormente por parte de las personas encargadas de la gestión de la almazara.

En lo referente al trabajo futuro, se podría ampliar el proyecto mediante la utilización de otra herramienta de mejora de la calidad, que pudiera actuar como complemento del AMFE, lo cual aportaría a esta herramienta una mayor efectividad en casos de fallos múltiples, ya que en este tipo de situaciones no es una herramienta que por sí sola sea recomendable llevarla a cabo.



Para concluir podemos decir lo siguiente:

Efectos tangibles del AMFE:

- Se tuvo éxito en el desarrollo del AMFE y en la implementación de la línea de producción
- Se minimizaron los costos por defectos en mantenimientos correctivos.
- Conocimientos de los modos de fallos a través de la hoja de control, así como su frecuencia y gravedad.

Efectos intangibles:

- Una estandarización mejorada.
- Mejora de la calidad de trabajo.
- Mejora en la información de retroalimentación.
- Se incrementa la conciencia de calidad y la conciencia de problemas.

Por todo ello concluimos la realización de este trabajo con todo lo anteriormente expuesto, para la finalidad predefinida en el inicio del desarrollo del mismo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-INTRODUCCIÓN

[1] Luis Cuatrecasas. “*Gestión Integral de la Calidad*”. Ed. Gestión 2000. 2ª Edición, 2001.

[2] Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Francisco Javier González Fernández. 5ª edición. 2015

- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

[1]

https://www.academia.edu/5942992/Manual_de_gestion_de_la_calidad_VW_Navarra_ESpa%C3%B1a

[2] Marta Sangüesa Sánchez, “*Manual de gestión de la calidad*”. Cátedra de Calidad Volkswagen Navarra, Edificio Biblioteca (Entrada Este), 31080 Pamplona (Navarra), 2004.

- INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

[1] Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013.

[2] Iván José Turmero Astros, monografías, Mantenimiento predictivo.

[3] Francisco Javier González Fernández. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid 2002

[4] Francisco Javier González Fernández. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid 2002

[5] Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013.

[6] Iván José Turmero Astros, www.monografias.com, Mantenimiento predictivo.



- [7] http://www.construmatica.com/construpedia/Mantenimiento_Correctivo.
- [8] http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm.
- [9] <http://www.slideshare.net/vmanriquez62/gestion-del-mantenimiento-predictivo>.
- [10]<http://www.mecanicaymantenimiento.com//QUE-ES-MANTENIMIENTO.html>
- [11, 12] Félix Cesáreo Gómez de León. Tecnología del mantenimiento industrial. Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones. 1998
- [13] http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf
- [14] <http://oscarbuap.blogspot.com.es/2008/08/mantenimiento-correctivo-y-preventivo.html>
- [15] <http://senaprevencorrect.blogspot.com.es/p/ventajas-y-desventajas-del.html>
- [16] Santiago García Garrido, Ingeniería del mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Editorial: Renovetec, 2013.
- [17] Iván José Turmero Astros, www.monografias.com , Mantenimiento predictivo.
- [18]http://www.kurodabombas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Aventajasysventajas-del-mantenimiento-redictivo&catid=2%3Anoticias&Itemid=15&lang
- [19,20]
<http://mantenimientoindustrial17.blogspot.com.es/2008/09/mantenimiento-predictivo-yproactivo.html>
- [21] <http://mantenimientoindustrial17.blogspot.com.es/2008/09/mantenimiento-predictivo-yproactivo.html>
- [22]<http://www.slideshare.net/dora-relax/mantenimiento-proactivo-8991027>
- [23] Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Francisco Javier González Fernández. 5º edición. 2015



- ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

[1, 2] <https://studyres.es/doc/3252191/amfe--an%C3%A1lisis-modal-de-fallos-y-efectos>

[3] Serie de normas ISO 9000.

[4] https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto

- CONCLUSIONES

[1] Página web dedicado a la gestión de la calidad:
(<http://diplogestioncalidad.wikispaces.com/file/view/Arbol+de+fallas.pdf>)

-Administración de operaciones, Schroeder, R. G, McGraw-hill. 2001.

-Administración de Producción y Operaciones, Chase, R.B, Aquilano, N.J, Jacobs F.R. McGraw-Hill.2001

-Dirección de Operaciones. Aspectos Tácticos y operativos en la producción y los servicios, Dominguez, J.A, Álvarez, M^a. J., García, S. Dominguez, M.A. McGraw-Hill.2001

-Organización y gestión integral del mantenimiento. García. S.G. 2003.

-NORMATIVA DE REFERENCIA

-Norma UNE 20654-1:1992 Guía de la mantenibilidad de equipos. Introducción, exigencias y programa de mantenibilidad.

-Norma UNE 20654-6:2000 Guía de mantenibilidad de equipos. Parte 6: Sección 9: Métodos estadísticos para la evaluación de la mantenibilidad.

-Norma UNE 20812:1995 Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE)

-Norma UNE-EN 13306:2002 Terminología del mantenimiento.

-Norma UNE-EN 15341:2008 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.



PLANOS



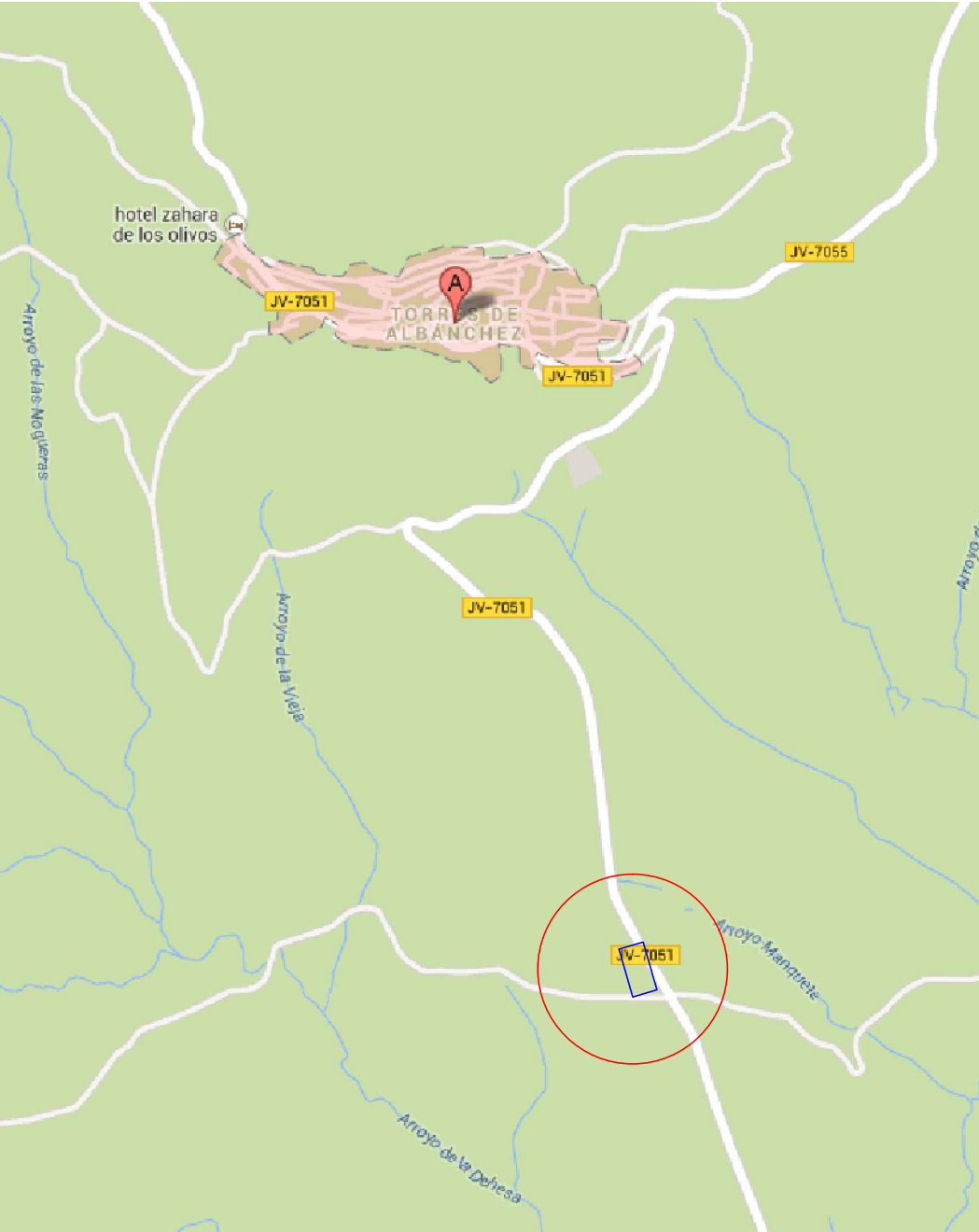
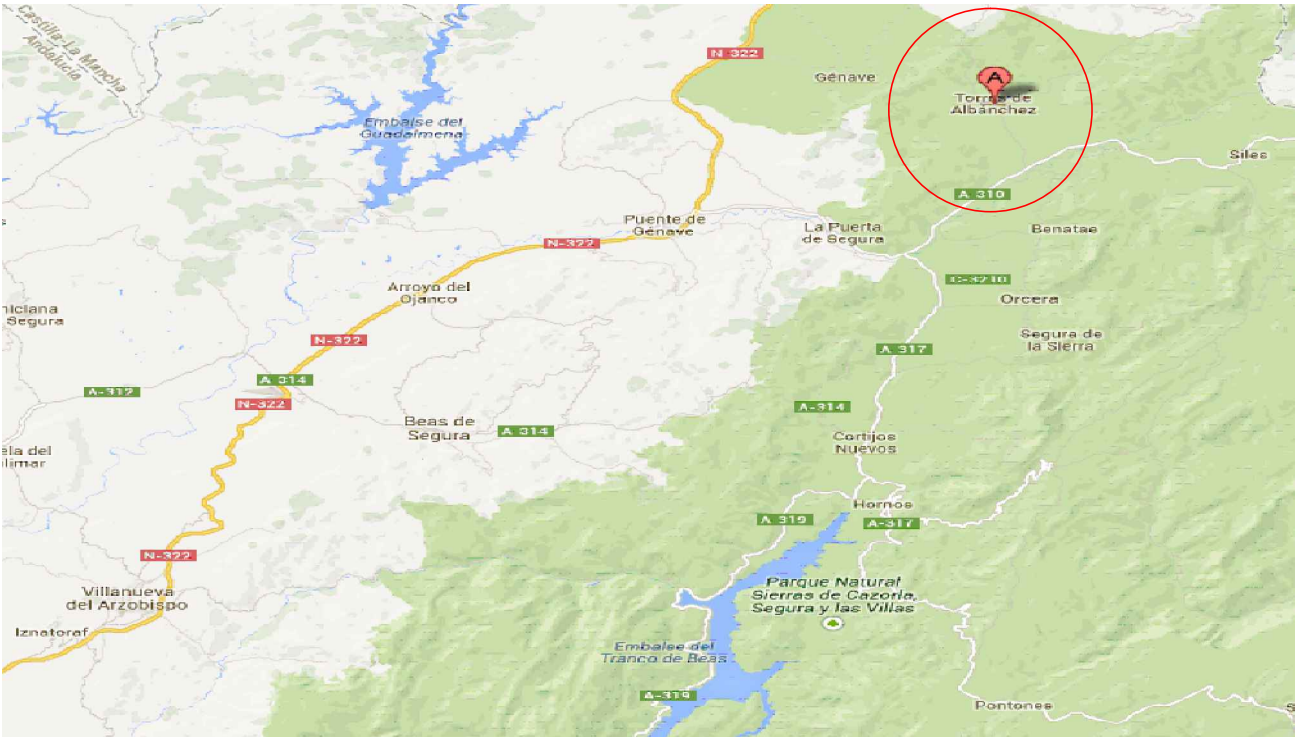
8.- PLANOS

8.1 UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

8.2 ZONAS Y SUPERFICIE PLANTA GENERAL

8.3 PLANTA GENERAL Y MAQUINARIA

8.4 LÍNEAS Y EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS



DESIGNACIÓN

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº

1

TÍTULO y SITUACIÓN

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN

PROMOTOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, UNIVERSIDAD DE JAÉN

FIRMA

FECHA

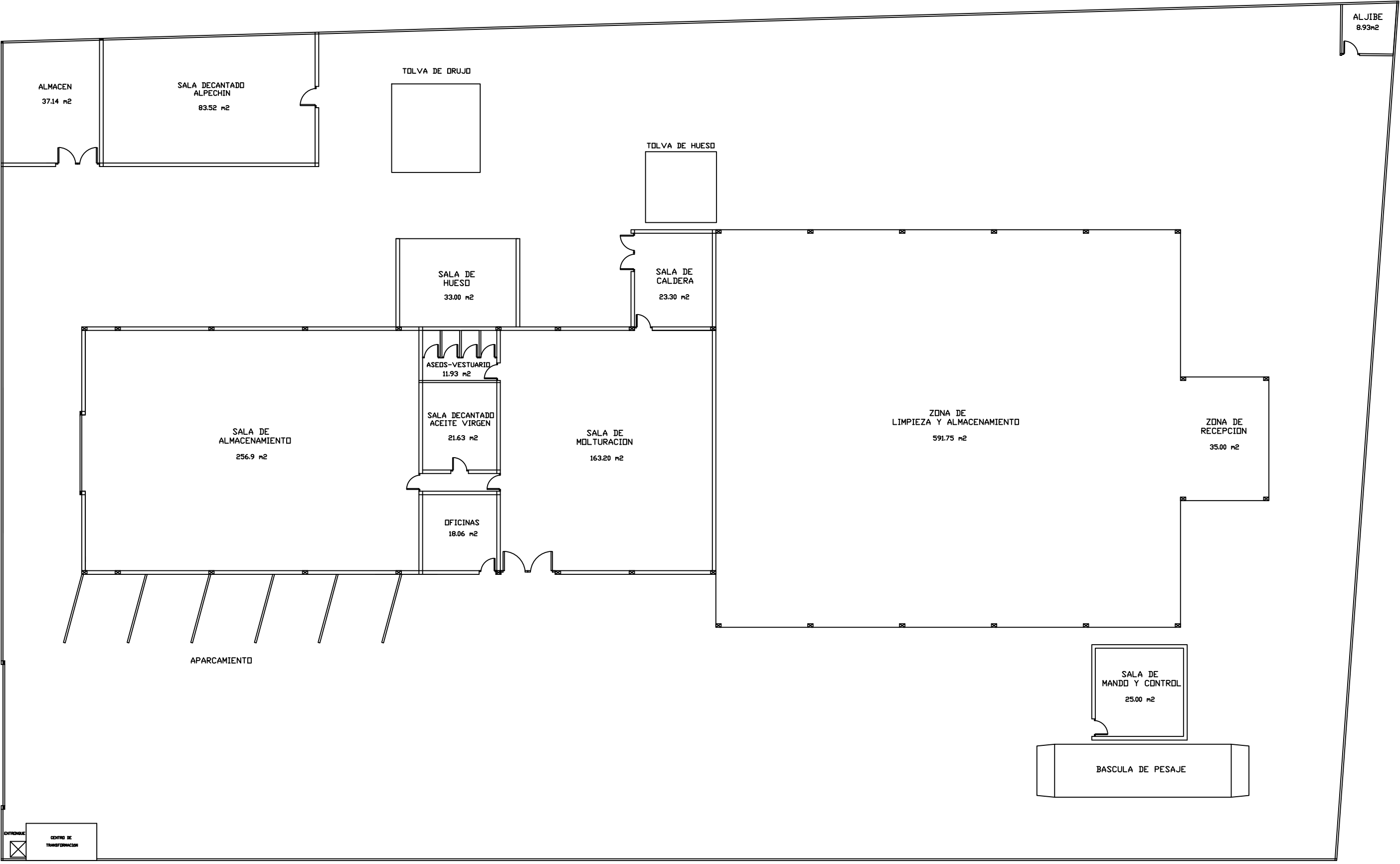
JUNIO 2019

AUTOR

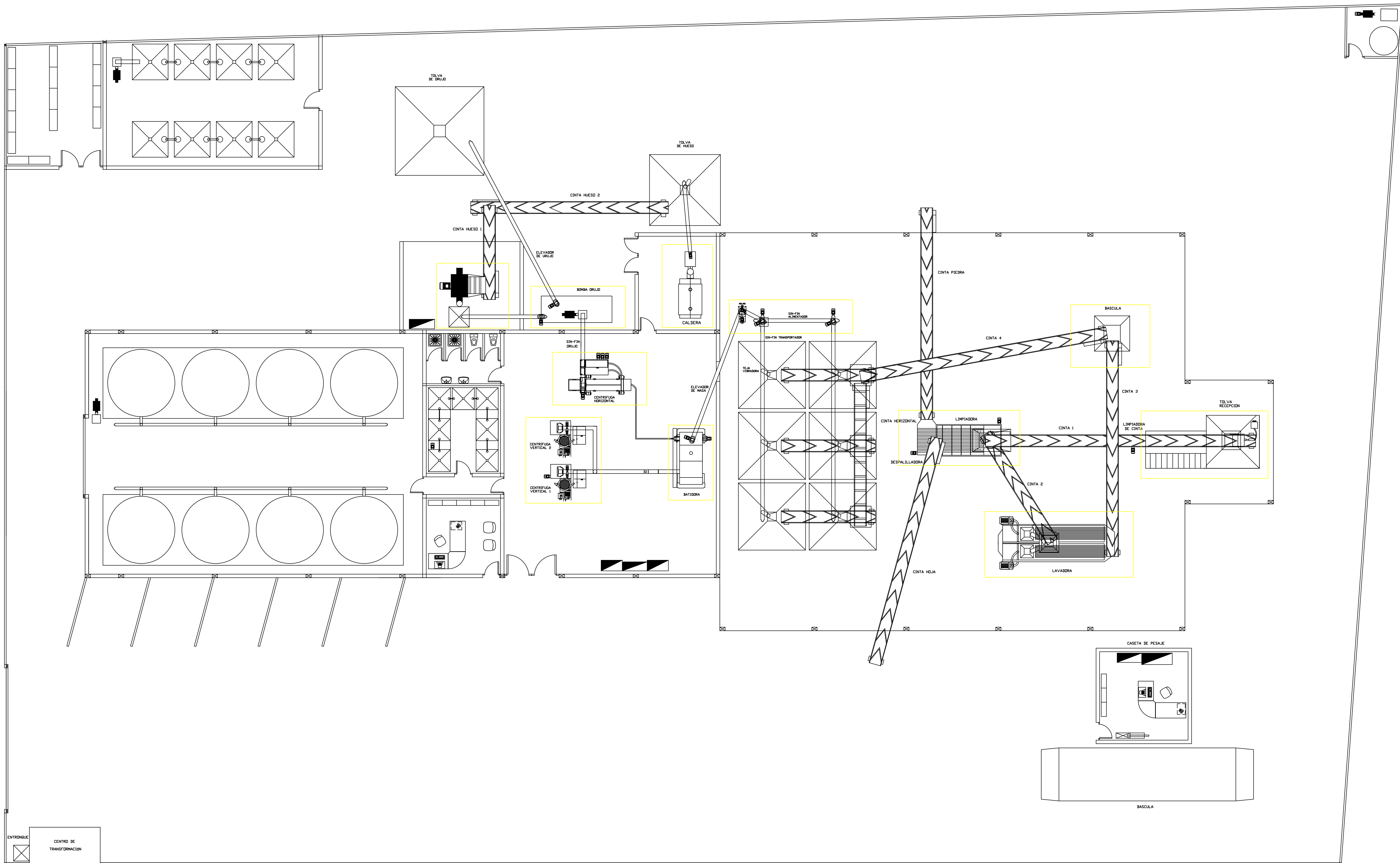
PÉREZ CÁTEDRA, JORGE
CUASI GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD DE JAÉN-JAÉN

ESCALA

S/E



DESIGNACIÓN		PLANO Nº
ZONAS Y SUPERFICIE PLANTA GENERAL		2
TÍTULO y SITUACIÓN		
ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN		
PROMOTOR	FIRMA	FECHA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, UNIVERSIDAD DE JAÉN		JUNIO 2019
AUTOR		ESCALA
PÉREZ CÁTEDRA, JORGE CUASI GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA UNIVERSIDAD DE JAÉN-JAÉN		1/200



LEYENDA

- ZONAS DE SEGURIDAD
- DELIMITACIÓN DE LA MAQUINARIA

DESIGNACIÓN	PLANTA GENERAL MAQUINARIA	PLANO Nº	3
TÍTULO Y SITUACIÓN	ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	FECHA	JUNIO 2019
PROMOTOR	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, UNIVERSIDAD DE JAÉN	FIRMA	
AUTOR	PÉREZ CÁTEDRA, JORGE CUAISI GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA UNIVERSIDAD DE JAÉN-JAÉN	ESCALA	1/100



ANEXOS



9.- ANEXOS

9.1 ANEXO 1: HOJA RECOGIDA DE DATOS AMFE

HOJA DE TRABAJO AMFE					
EQUIPO/MAQUINARIA:					ETAPA Nº:
ZONA:					FECHA:
REALIZADO POR:					COD. REF:
MODO DE FALLO					
EFECTO					
CAUSAS	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
ACCIONES RECOMENDADAS	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
VALORACIÓN	GRAVEDAD (G)				
	FRECUENCIA (F)				
	DETECCIÓN (D)				
	NPR				