



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) APLICADO A LA
INDUSTRIA DE QUESOS FRESCOS EN MÉXICO.**

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS**

PRESENTA

MOISES FERNÁNDEZ CASTILLO



CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: María De Lourdes Gómez Ríos**

VOCAL: **Profesor: Karla Mercedes Diaz Gutiérrez**

SECRETARIO: **Profesor: Fabiola González Olguín**

1er. SUPLENTE: **Profesor: Carlos Alberto Almanza Rodríguez**

2° SUPLENTE: **Profesor: Ana Laura Ocampo Hurtado**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

EDIFICIO A, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA:

M. en I. Karla Mercedes Diaz Gutiérrez

SUSTENTANTE:

Fernández Castillo Moises

DEDICATORIA

El siguiente trabajo es dedicado especialmente, a mis padres:

A mi padre, el licenciado catedrático Fabian Fernández Medina, y mi madre, la profesora Rocio Castillo Mendoza que siempre se esforzaron por darme una buena formación, agradeciendo a cada uno por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

Gracias por los sacrificios y el esfuerzo que hicieron para dárme todo, moral y económicamente, por guiarme siempre por el buen camino. Agradezco su orientación y consejos para mi formación.

A mi asesora de tesis la M. en I. Karla Mercedes Diaz Gutiérrez por haber confiado en mi persona, por su orientación, sus opiniones, por la paciencia, sus consejos, y todo el apoyo brindado para el desarrollo de esta tesis. Le agradezco por brindarme parte de su tiempo para sacar adelante este proyecto.

A mi honorable jurado, por sus observaciones y sus consejos, por el tiempo para la revisión y por sus acertados comentarios.

Al Químico de Alimentos Rogelio Joel Bautista García, que mostró un interés muy especial en mi trabajo y me brindó parte de su tiempo, gracias por compartir parte de sus experiencias y conocimientos en el ámbito laboral.

A la máxima casa de estudios UNAM, por ser una institución que me formo académica y personalmente que ha forjado en mí una visión distinta en muchos aspectos de mi vida, y en especial a la Facultad de Química por darme la oportunidad de aprender y formarme como profesionista integral, gracias a los docentes de alta calidad que me permitieron adquirir conocimiento y el desarrollo de habilidades, por darme todas las herramientas para concluir esta etapa con éxito y poder salir a enfrentar los retos que me imponga la vida.

Índice

Resumen	1
Introducción.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Justificación	6
Marco teórico.....	7
I. Quesos	7
I .1 Definición de queso:.....	7
I .2 Calidad.....	9
I .3 Clasificación y tipos de quesos:	10
I .4 Proceso general de elaboración para quesos frescos.....	14
II. ¿Por qué hacer Mantenimiento?	24
III. Antecedentes históricos del Mantenimiento Productivo Total (TPM):.....	27
Capítulo I La industria de quesos frescos en México	31
1.1 Historia del queso en México:.....	31
1.2 Principales productores en México	33
Capítulo II Modelos de Excelencia Operacional	36
2.1 ¿Qué es la Excelencia Operacional?	36
2.1.1 Origen:.....	38
2.1.2 Definiciones:	39
2.1.3 Método Deming:.....	41
2.1.4 Modelo Malcome Baldrige:.....	42
2.1.5 Modelo EFQM de excelencia:	42
2.1.6 Modelo Iberoamericano de Excelencia en la calidad	44
2.1.7 Six Sigma.....	45
2.1.8 Lean Manufacturing.....	46
2.1.9 Modelo de Operational Excellence Management “OEM”:.....	48
2.1.10 Modelo de Dupont:	49
2.1.11 Siete pasos para la materialización de la Excelencia Operacional:	50
2.2 Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria:	51
2.3 Otros Sistemas de Gestión:	52
2.3.1 Just in Time (JIT).....	53
2.3.2 Kaizen, Deming.....	55
2.3.3 Total Quality Management (TQM)	55
Capítulo III Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	56
3.1 TPM:.....	56

3.1.1 ¿Qué es Mantenimiento Productivo Total?	56
3.2 OBJETIVOS DEL TPM:	58
3.2.1 Objetivos estratégicos.....	58
3.2.2 Objetivos operativos.....	59
3.2.3 Objetivos organizativos.....	59
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL TPM:	60
3.4 Estructura del TPM:.....	64
3.5 Las 5´S. Definiciones:	65
3.6 Pilares del Mantenimiento Productivo Total	68
3.6.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)	68
3.6.2 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen.).....	69
3.6.3 Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)	70
3.6.4 Mantenimiento de la Calidad (Hinshitsu Hozen)	71
3.6.5 Prevención del Mantenimiento	72
3.6.6 Mantenimiento en Áreas Administrativas	72
3.6.7 Educación & Entrenamiento	73
3.6.8 Seguridad, Salud y Medio Ambiente	74
3.7 Beneficios del TPM:.....	74
Capítulo IV Implantación de TPM en la industria de quesos frescos en México	75
4.1 Surgimiento de la idea de implantación en una empresa	75
4.2 El concepto del TPM	78
4.3 Aspectos relacionados con el inicio del proyecto de implantación.	79
4.4 El proceso de cambio.....	80
4.5 Principios básicos para implantar TPM.....	84
4.6 TPM paso por paso:	90
Capítulo V Análisis y discusión	96
5.1 Etapas del proceso en la Producción de queso fresco.....	97
5.2 Limpieza	100
5.3 Mantenimiento.....	104
5.4 Propuesta para la aplicación de TPM en la industria quesera en México	106
5.5 Proceso/Elaboración	108
Capítulo VI Conclusiones	110
Bibliografía:	113

Resumen

El objeto del presente trabajo de grado es diseñar un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la industria quesera en México, mediante la aplicación de teorías administrativas derivadas de la gerencia moderna y el proceso de mejoramiento continuo japonés, una vez descrita la situación actual de la industria de quesos frescos en México y se muestren cuáles son las áreas de oportunidad que se pueden trabajar al interior de esta. Se propone un programa de implementación, en el cual se describe las acciones que se pueden tomar para que con la implementación del TPM, se conozca su desarrollo correcto, mejore la seguridad, se reduzcan costos y permita optimizar el sistema productivo que actualmente se tiene.

La filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) busca una relación armónica y disciplinada entre los equipos que conforman la producción, las instalaciones y el personal, teniendo como objetivo principal los cero defectos y las cero averías. (Suzuki, 1994)

Regularmente en las fábricas se presentan problemas para llevar a cabo el mantenimiento, puesto que el área de producción debe tener el equipo al que se le van a realizar los ajustes o reparaciones detenido durante determinado periodo de tiempo, lo que implica que deben satisfacer la demanda que el departamento de ventas solicita al área de tráfico, que a su vez es solicitado por ventas para entregar los pedidos de los clientes a tiempo y ésta es una situación que regularmente no se toma en consideración la relación entre el mantenimiento y la demanda, pues siempre se han considerado independientes (Sloan, 2004).

Se muestra en este trabajo, el marco teórico y conceptos básicos en relación con la industria quesera en México, se evidencia los principales productos, la descripción de los procesos en la elaboración de quesos frescos y el diagnóstico situacional de esta industria láctea, enfocando especialmente los principales problemas y las oportunidades de mejora que se puedan ejecutar, para elegir las mejores iniciativas de planificación en el área de operaciones que mejor se ajusten a las necesidades de la empresa.

Se propone un programa de implementación del TPM donde se realiza un análisis para priorizar los pilares a ser diseñados e implementados y la determinación de los equipos y actividades críticas que deberán ser atacados con mayor profundidad.

Se expone el diseño y desarrollo de los pilares del TPM, empezando con la base que son las 5'S en un área piloto de la empresa para que se evidencien cambios que se puede hacer con esta metodología.

Al final se muestra el análisis de los resultados obtenidos y se presentan las conclusiones y recomendaciones que se ha llegado a través del desarrollo de la presente tesis.

Los sistemas de calidad han tomado gran importancia en las últimas décadas, sobre todo en la industria de alimentos que ha tenido la necesidad de involucrar en sus procesos sistemas de calidad que demuestren y proporcionen suficiente evidencia de su capacidad para identificar, controlar y, en lo posible, eliminar los riesgos que afectan la inocuidad de los alimentos.

Se entiende como inocuidad de los alimentos a la ausencia de peligros hacia el consumidor durante y después de la ingesta del producto.

Debido a que la introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, es esencial tener un control adecuado a través de esta. (ISO 22000:2005)

También con el uso de las Buenas Prácticas de Manufactura, se permite reducir significativamente el riesgo de originar infecciones e intoxicaciones alimentarias a la población consumidora y contribuye a formar una imagen de calidad, reduciendo las posibilidades de pérdidas de producto al mantener un control preciso y continuo sobre las instalaciones, equipos, personal y materias primas, manipulación, almacenamiento, materia prima e ingredientes y se complementa con procedimientos correspondientes como lo son los de sanitización POE, POES's (Felman, 2010).

Introducción

La finalidad de toda empresa es crecer, desarrollarse, continuar siendo competitivo e innovador, en un mercado globalizado, por lo tanto, sus cadenas productivas buscan adoptar programas administrativos y productivos más eficientes que contribuyan con las exigencias del mercado, el cual cada vez se encuentra más informado y con mayores expectativas al momento de la compra de algún bien o servicio, esto se ve reflejado en la continua búsqueda de las empresas en mejorar sus parámetros de calidad, servicio, además de reducir el costo de manufactura (Galván, 2012).

Generalmente, los factores externos no pueden controlarse, pero en cuanto a los factores internos es imperativo buscar un control y mejorar su desempeño. En la búsqueda de un procedimiento competitivo interno que mejorara el rendimiento de la empresa, fue desarrollado un sistema de eficiencia de procesos por Nakajima Sechi en 1984, conocido como Mantenimiento Productivo Total (TPM).

La filosofía del Mantenimiento Productivo busca que la relación de equipos de manufactura, instalaciones o áreas de proceso y personal laboral funcionen conjuntándose en una relación más fluida, fuerte y dinámica, enfocados al objetivo principal de manufactura: cero averías y cero defectos. Así conformará una estructura operativa más eficaz y de menor costo, haciendo crecer un sistema productivo que, a su vez, sea más flexible y se adapte a los cambios que el mercado exige. (Nakajima S.,1984)

Desarrollar este sistema de mejora no solamente se enfocan a la capacitación técnica del personal operativo o a la elaboración de productos en menores tiempos; sino también a fortalecer otro tipo de competencias, tales como crear verdaderos ambientes competitivos de trabajo en los cuales el compromiso y la participación de todos los empleados impulse a que efectivamente los retos y metas sean materializados con creces, lo cual permita que puedan poco a poco modificar sus prácticas tradicionales de trabajo, hacer medidas de pérdidas o desperdicios haciendo conciencia en ellos, para poder irlas eliminando.

La automatización y el equipo de tecnología avanzada requiere de conocimientos que están más allá de la competencia del supervisor o trabajador de mantenimiento medios, y para un uso efectivo requieren una organización de mantenimiento apropiada. (Nakajima S.,1984)

Planteamiento del problema

El consumo de leche y sus derivados en México y el mundo se debe a que este producto es una de las fuentes de proteína animal más barata y, por tanto, muy demandada por todos los estratos sociales. Debido a esto, y para satisfacer a los consumidores, la demanda de leche y derivados viene incorporando cambios en sus sistemas de calidad que puedan promover el comercio internacional, ya que aumenta la confianza de los compradores en la inocuidad de los alimentos nacionales.

En las últimas décadas, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un problema creciente para la salud pública mundial. Los derivados lácteos se incluyen entre los alimentos que pueden transmitir agentes etiológicos, productores de enfermedades o provocar intoxicaciones alimentarias (Domínguez, et al, 2011). Debido a la relación existente entre las condiciones de procesamiento de la leche y la calidad e inocuidad resultante de los productos; los quesos artesanales han enfrentado problemas para su comercialización ya que los productores desconocen las especificaciones y manufactura que un producto alimenticio debe cumplir; por ello es importante implementar medidas preventivas que garanticen productos seguros y de calidad para los consumidores.

Con la apertura comercial, y sobre todo con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la industria láctea, y en especial la quesera, se vio inmersa en una competencia imperfecta profunda, donde las grandes empresas nacionales y transnacionales invirtieron grandes capitales para innovaciones tecnológicas de punta que las hacen más competitivas en un mercado sin fronteras; en contraste, las industrias queseras artesanales y familiares que no tienen los suficientes recursos para implementar estas tecnologías se quedan relegadas. Esto ha llevado a un escenario de doble vía, vigorosamente polarizado, donde coexisten una pequeña cantidad de grandes compañías queseras con un considerable número de micro y pequeñas agroindustrias queseras dispersas en el territorio nacional (Espinosa et al., 2006), en este contexto se ha reforzado la presencia de empresas formales e informales, por lo que se estima que la mitad del volumen de queso que se produce en el país es procesado fuera de la economía formal (Poméon y Cervantes, 2010).

Se carece de un Programa de Mantenimiento adecuado en la industria quesera nacional. Por otro lado, la resistencia al cambio que existe en nuestro país y la insistencia de ver el mantenimiento como trabajo de tercera tiene a la industria sumergida en una falta o inadecuada estructura enfocada a la gestión de manufactura que provoca el incremento de los costos, grandes pérdidas e inclusive el cierre del negocio. Las grandes empresas están buscando concentrarse en las actividades que consideran centrales en su negocio, cambiar o mejorar los modelos de desempeño operativo con que cuentan. Deben buscar mayor seguridad en cuanto a la rentabilidad y valor agregado de los proyectos que implementen. El TPM es un proyecto de mejora y desarrollo que se ha enfocado en los beneficios de manufactura y desarrollo de la empresa. La adopción de esta filosofía implica un cambio drástico en la cultura organizacional.

Sin embargo, los productores queseros locales están lejos de la maquinaria o tecnología para la producción de queso y aparentemente, del interés de los organismos estatales y privados como para realizar un registro y un análisis sistemático de la calidad de sus productos, por lo que es común que su producto final carezca de control de calidad y adolezca de heterogeneidad en su composición y características sensoriales, así como de una larga conservación. (Ramírez, 2015).

Además, en este tipo de productos, los artesanos, por desconocimiento, no cumplen con la legislación que establece los parámetros específicos que un alimento debe cumplir para ser comercializado (COFEPRIS, 2016). Es importante mencionar que el proceso artesanal del queso se realiza en muchos casos de forma insalubre o con leche sin pasteurizar, provocando que su consumo sea un riesgo para las personas, ya que el ingerir este tipo de productos, está vinculado a Enfermedades Transmitidas por alimentos (ETA) tales como: salmonelosis, infecciones por E. coli e intoxicación alimentaria estafilocócica, generando un riesgo elevado para la salud (Villegas, 2014).

En particular, la industria láctea en México se ha visto muy rezagada en cuanto a calidad se refiere; son pocas las empresas que cuentan con planes de higiene estrictos y menos aún aquéllas que cuentan con un sistema de calidad funcional. Una causa probable es que los sistemas de calidad no han sido estudiados desde el punto de vista económico y no se ha apreciado lo redituables que pueden ser para la industria cuando se implementan y son funcionales en su totalidad, ya que se disminuyen las pérdidas por reproceso o retiro del mercado.

El queso elaborado en el país es un producto típico a partir de leche cruda y el uso de cuajo, cuya calidad está influenciada fuertemente por el área geográfica de producción y sus tradiciones; la inocuidad de los quesos es dependiente de los hábitos y procedimientos productivos.

La fuente más importante de contaminación es la leche, que sumadas condiciones higiénicas del proceso artesanal de fabricación del queso donde no se controlan las Buenas Prácticas de Manufactura, provocan que el producto final pueda presentar peligros para la salud del consumidor, este riesgo puede ser desde una enfermedad gastrointestinal hasta la muerte (Figuroa, 2003).

Actualmente en la mayoría de las industrias las labores de mantenimiento no se están aplicando correctamente, cuando existe un problema se quiere arreglar desde la cúspide con la mejores herramientas posibles aunque no se entienda la base del problema, se quiere apretar un botón y solucionar todo en el momento y eso se repite una y otra vez lo que mantiene siempre en el mismo error y no se encuentra la manera óptima para solucionar las cosas, de esta manera simplemente no se puede obtener una mejora continua y por el contrario se obtienen pérdidas en múltiples aspectos.

Justificación

El propósito del presente trabajo es sentar las bases para el desarrollo de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para obtener una mejor producción, desarrollo y crecimiento en la industria de quesos frescos en México, la cual realizando una observación detallada se ha encontrado muchos puntos de oportunidad para mejorar. Ya que algunas industrias queseras tienen una baja tasa de producción, carecen de sistemas de mantenimiento, el personal es muy poco competitivo por la falta de capacitaciones, hay maquinaria obsoleta, también se tiene una desorganización.

Esto con el objetivo de integrar a todos los elementos a la nueva filosofía y poder avanzar en las etapas de implementación establecidas por el TPM, ya que estos cambios fortalecen la estrategia de desarrollo de la empresa que refleje mejoras en todos los aspectos (económico, humano y material) además de garantizar la calidad de los productos que en ellas se elaboren; aumentar la confiabilidad en los equipos, y mejorar las habilidades de todos aquellos involucrados en el proceso.

El análisis de la aplicación de este sistema de gestión en el área de mantenimiento tiene una influencia mucho más extensa que solamente mejorar el desempeño del área, de reducir el riesgo no sistémico de la empresa, estandarizar los tiempos de producción haciendo una cadena productiva más fuerte y a la vez flexible. Ahorros en costos y beneficios deberán reflejarse en las utilidades de la empresa con lo que podrán realizarse inversiones en áreas de desarrollo, de producción, enfocar recursos a la creación de nuevos productos y/o tecnologías de proceso e investigación. Dadas las características del proyecto TPM, cuenta con la flexibilidad de adaptarse a los requerimientos del negocio o proceso.

Por lo cual es justificable la implementación del Mantenimiento Productivo Total, ya que dicho sistema nos brinda muchas herramientas, para ir erradicando poco a poco cada avería y/o pérdida, para así obtener una mejora en la producción tanto en cantidad como en la calidad de los productos. Tal como lo han hecho muchas empresas alrededor del mundo.

Marco teórico

I. Quesos

I.1 Definición de queso:

Existen diversas definiciones de queso, entre estas:

La palabra queso se deriva del latín “caseus”, cuyo significado se origina de la raíz “carere suerum” que carece de suero (Islas, 2010). La hechura de un queso implica un proceso selectivo de concentración de algunos componentes de la leche, particularmente de la caseína y grasa butírica, las cuales forman la “cuajada” (el gel) que se trabaja subsecuentemente. Gran parte del agua y otros componentes solubles de la leche (lactosa y minerales hidrosolubles) se separan con el suero (Villegas, 2011).

De acuerdo con Fox et al. (2008) elaborar un queso implica esencialmente un proceso de deshidratación en el cual la grasa y la caseína de la leche se concentran entre seis y doce veces, dependiendo de la variedad. La mayor parte de los quesos del mundo procede de una coagulación (cuajado) enzimática que emplea renina u otras enzimas coagulantes.

El queso es el producto fresco o madurado obtenido por drenaje (de líquido) tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada o parcialmente desnatada, grasa de la leche o una combinación de dichos ingredientes (Scott, 1999).

La NOM-243-SSA1-2010 define a los quesos como productos elaborados de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento, por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado.

La norma mexicana NMX-713-COFOCALEC-2005 denomina como queso al producto elaborado con la cuajada de la leche de vaca o de otras especies animales, fluida o en polvo, adicionada o no de sólidos lácteos, crema y/o grasa butírica, mediante la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles, y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos específicos e ingredientes y aditivos comestibles autorizados, la proporción entre las proteínas de suero y la caseína debe ser igual o menor al de leche. No debe contener grasa y proteínas de origen diferente al de la leche, ni almidones o féculas.

Esta misma norma define como queso fresco al producto que, cumpliendo con la definición anterior, no es sometido a un proceso de maduración, presenta un alto contenido de humedad (hasta 80%*m/m*), textura blanda, sabor suave, no presenta corteza, requiere refrigeración para su conservación y se consume preferentemente en los primeros 20 días a partir de su fecha de elaboración.

Se entiende por queso: “El producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no es superior a la de la leche, obtenido mediante la coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema o productos obtenidos de la leche (ejemplo: suero) por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la fracción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso será evidentemente mayor que el de la mezcla de los componentes lácteos arriba mencionados a partir de los cuales se elaboró el queso”. Dentro de la definición de queso se incluyen también los elaborados a partir de derivados de la leche como el suero de leche, aunque la coagulación de esta proteína en este caso se logra por calentamiento (CODEX STAN 283-1978).

Queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, que resulta de la coagulación de la leche natural (entera), de la desnatada o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla, o de la mezcla de alguno de todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, seguida del desuerado del coagulo obtenido (Losada, 2002).

El queso es un alimento altamente nutritivo y versátil que puede jugar un papel importante en una dieta balanceada. A diferencia de los demás productos lácteos, el consumo per cápita de queso se ha incrementado y en el mundo tienen una imagen positiva en los mercados internacionales. El valor nutricional de este depende en gran parte de su composición la cual es determinada durante su manufactura; es una gran fuente de proteína, vitaminas y calcio (Connor & Brien, 2004).

Además, contiene una gran concentración de nutrientes esenciales relacionados a su contenido energético (aminoácidos esenciales por ejemplo fenilalanina y glicina, ácidos grasos saturados por ejemplo diacilglicerol); el contenido de nutrientes, como las vitaminas, son influenciados por el tipo de leche usada (raza, época de lactancia, alto y bajo contenido de grasa). En general, la mayoría de los quesos son buenas fuentes de vitamina A, riboflavina, vitamina B12 y en menor medida folato (Holland, et al, 1990).

Es posible utilizar diferentes proteínas vegetales y animales como aditivos en la elaboración de queso, sustituyendo la presencia de proteínas de origen lácteo, para esto es necesario que tengan propiedades funcionales similares a las proteínas de la leche, por lo que son pocas las proteínas que pueden ser

empleadas para este fin, siendo la soya, la proteína de origen vegetal más ampliamente utilizada, por su alta capacidad de emulsificación, gelificación y retención de agua (Badui, 2006).

Actualmente se producen quesos con diferentes ingredientes adicionales aceptados por las normas de nuestro país como especias, condimentos (incluyendo chiles), adobo, nueces, verduras, frutas, carne e incluso mariscos (máximo 10% o la mezcla de dos o más de éstos en cantidad menor al 10%)

El contenido nutrimental de los quesos varía de acuerdo con el tipo de queso, así como de la tecnología utilizada. En el caso de las proteínas su contenido puede variar, siendo siempre mayor al de la leche con la que se elabora. En todos los casos las proteínas son catalogadas como de alta calidad por su elevado contenido de aminoácidos indispensables (DOF, 1999).

Los quesos en general tienen una alta concentración de calcio que aumenta conforme aumenta su tiempo de maduración, pues la pérdida de agua por eliminación del suero o por maduración provoca la concentración de los demás nutrimentos. Al aumentar el contenido graso del queso se incrementa el contenido de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), mientras que disminuye el de vitaminas hidrosolubles. Además, los quesos en cuyo proceso el suero se elimina tienen un menor contenido de lactosa ya que ésta es soluble en agua.

Los quesos son una forma de conservación de los dos componentes importantes de leche, los cuales son insolubles de la leche: caseína y la materia grasa; se obtiene por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lacto suero se separa de la cuajada, los quesos son fuente de proteína, grasa, vitaminas y minerales, esencialmente de calcio, hierro y fósforo.

1.2 Calidad

La calidad de queso puede definirse como las características que definen el grado de aceptación de éste por parte del consumidor. En ésta se hallan relacionados múltiples factores, desde la calidad genética del ganado lechero hasta las prácticas corrientes de la ordeña y la cultura productiva en las queserías, pasando por aspectos más finos como los procesos de manufactura (Santos, 2007). Es decir, la calidad del producto refleja la calidad de la leche del cual procede, así como del proceso empleado para su elaboración. Considerando lo anterior, los criterios generales de calidad en los quesos se clasifican en los siguientes grupos:

- Químicos: proteólisis primaria, proteólisis secundaria, concentración de compuestos volátiles (ácidos orgánicos, ácidos grasos libres, alcoholes, etc.).
- Físicos: fracturabilidad, elasticidad, apariencia, color, textura visual, ojos (en los quesos que los presenten), propiedades de cocción (para quesos que funden).
- Sensoriales: sabor, aroma, textura táctil, forma, color, textura bucal.

- Composicionales/Nutricionales: contenido de grasa, de proteínas, de sodio, de humedad, valor calórico total, presencia de probióticos (en productos funcionales), contenido de calcio y otros minerales.
- Sanitarios: ausencia de patógenos, cuenta total de microorganismos indicadores (mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos y levaduras).

I.3 Clasificación y tipos de quesos:

Actualmente se conocen unas dos mil variedades diferentes de quesos, en todo el mundo. Las diferencias entre estas estriban en el grado de maduración, los procedimientos de elaboración, la materia prima empleada, los agentes maduradores y otros detalles menores como la forma y el tamaño (Rodríguez y Durán, 2013). Hay tantas variedades de quesos, como métodos de elaboración y de conservación (Hervás, 2012).

La clasificación de los quesos puede ser conforme a varios criterios: (Ver Imagen 1)

- Ciudad, región o pueblo de origen.
- Variación en la técnica de producción.
- Tipo de leche.
- Características generales (sabor, tamaño o textura).
- Propiedades físicas (apariencia y forma).
- Composición química y procesos microbiológicos.
- Contenido de humedad (Rodríguez y Durán, 2013).

No obstante, es difícil clasificar los quesos de una forma clara, ya que además de existir una gran variedad, muchos de ellos están en las fronteras o límites de las clases que se establezcan.

Según el contenido de humedad del queso se clasifican en:

Tabla1. Contenido de humedad del queso

Clasificación	Contenido de humedad
Frescos	60-80%
Blandos	55-57%
Semiduros	42-55%
Duros	20-40%

Fuente: Rodríguez y Duran, 2013.

Las clasificaciones más generalizadas son con base al grado de maduración:

Quesos frescos: Productos con alto contenido de humedad, sabor suave y sin corteza. Pueden ser adicionados con ingredientes opcionales. Tienen un periodo de vida corto, requieren refrigeración.

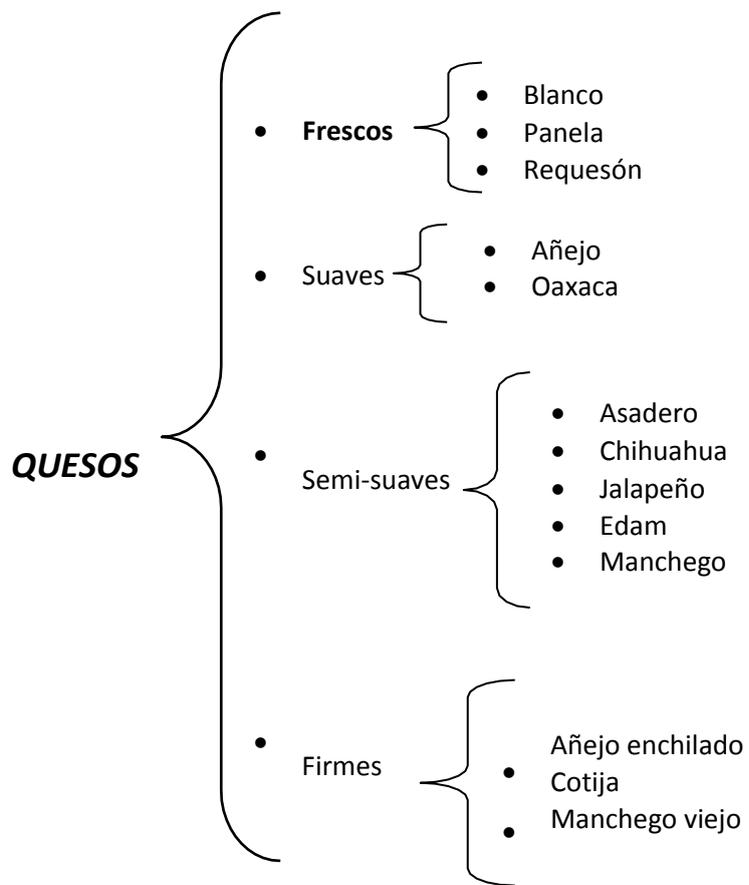
- Frescales: Panela, canasto, sierra, ranchero, fresco, blanco, enchilado, adobado, entre otros
- De pasta cocida: Oaxaca, asadero, mozzarella, morral, adobera
- Acidificados: Cottage, crema, doble crema, petit suisse, neufchatel (Rodríguez y Durán, 2013)

Quesos madurados: De pasta dura, semidura o blanda, con o sin corteza. La maduración se lleva a cabo mediante la acción de microorganismos, lo que provoca que en algunos casos no requieran refrigeración. El sabor de estos quesos está influenciado por el tipo de leche utilizado en su fabricación, y es, por lo general, ácido. Su consistencia es mantecosa; en el caso de los quesos muy maduros se presenta un fenómeno conocido como “retrogusto”, que es la aparición de una sensación de sabor posterior a haber sido ingerido; su sabor puede ser ligeramente amargo, picante con sabor a avellanas o a fermentado (Rodríguez y Durán, 2013).

- Madurados prensados de pasta dura: Añejo, parmesano, cotija, reggianito
- Madurados prensados: Cheddar, chester, chihuahua, manchego, brick, edam, gouda, gruyere, emmental, heshire, holandés, amsterdam, butterkase, coulomiers, dambo, erom, friese, fynbo, havarti, harzer-kase, herrgardsost, huskallsost, leidse, maribo, norvergia, provolone, port salut, romadur, saint paulin, samsoe, svecia, tilsiter, bola, jack
- De maduración con mohos: Azul, cabrales, camembert, roquefort, danablu, limburgo, brie

Quesos procesados: Son elaborados con mezcla de quesos, a los que se les puede agregar además diversos ingredientes. El proceso de fabricación involucra altas temperaturas, lo que aumenta la vida del producto (Rodríguez y Durán, 2013).

Imagen 1. Clasificación de los distintos quesos mexicanos.



(Villegas,2003).

De acuerdo con la NOM-243-SSA1-2010, los quesos se clasifican:

Quesos frescos: se caracterizan por su alto contenido de humedad, y por no tener corteza o tener corteza muy fina, pudiendo o no adicionarles aditivos e ingredientes opcionales.

A su vez, la norma oficial NOM-243-SSA1-2010 divide a los quesos frescos en las siguientes clases:

- Frescales: Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, Fresco, Blanco, Enchilado.
- De pasta cocida: Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Adobera.
- Acidificados: Cottage, Crema, Doble Crema, Petit Suisse, Nuefchatel.
- Quesos de suero: Broccio, Broccotle, Cerrase, Geitmysost, Gyetost, Mejetle, Mysost, Recuit.

Quesos madurados: se caracterizan por ser de pasta dura, semidura o blanda y pueden tener o no corteza; sometidos a un proceso de maduración mediante adición de microorganismos, bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad, para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos característicos del producto del que se trate, lo que le permite prolongar su vida de anaquel, los cuales pueden o no requerir condiciones de refrigeración.

Quesos procesados: se caracterizan por ser elaborados con mezclas de quesos, fusión y emulsión con sales fundentes, aditivos para alimentos permitidos e ingredientes opcionales, sometidos a proceso térmico de 70°C durante 30 segundos o someterse a cualquier otra combinación equivalente o mayor de tiempo y temperatura, lo que le permite prolongar su vida de anaquel.

Quesos de suero: productos obtenidos a partir del suero de leche entera, semidescremada, o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja, el cual es coagulado por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada, la que es salada, drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación.

Por otro lado, la norma NMX-713-COFOCALEC-2005 establece las siguientes categorías de clasificación (aplican para todos los quesos):

- Por origen de la leche: de vaca, de cabra, de oveja, mezcla de las anteriores o leche de otros mamíferos.
- Por tipo de coagulación: ácida (de origen microbiano o químico), enzimática (de origen animal o microbiano), o mixta.
- Por apariencia y propiedades de la pasta: pasta fundible (se derrite a una temperatura mayor a 60 °C), pasta firme o rebanable (se corta sin desmoronarse), pasta friable o desmoronable (se disgrega en pequeñas partes al ser sometido a un

esfuerzo mecánico específico), pasta untable (se extiende superficialmente sin acción del calor).

- Por contenido de grasa (expresado como porcentaje de grasa en extracto seco): rico en grasa (superior o igual al 60%), extragrasso (superior o igual a 45% e inferior al 60%), semigrasso (superior o igual al 25% e inferior al 45%), bajo en grasa (superior o igual al 10% e inferior al 25%), sin grasa (inferior al 10%).
- Por contenido de humedad (expresado como porcentaje de humedad sin materia grasa): extraduro (<51%), duro (49-56%), semiduro (54-63%), semiblando (61-69%), blando (>67%).

*Los quesos frescos se caracterizan por su alto contenido de humedad y por no tener corteza o tener corteza muy fina. Son los de mayor consumo en el territorio mexicano.

Quesos botaneros

Se trata de un conjunto de quesos frescos, de pasta blanda, prensada, no cocida y tajable, elaborados con leche cruda o pasteurizada, a los que durante su proceso de elaboración se les incorpora, en pequeñas proporciones, algún otro alimento (jamón, salchicha, nuez, nopal, durazno, etc.) o condimento (epazote, chile, cilantro, etc.). Este producto está concebido para consumirse cortado en pequeñas porciones, a manera de un bocadillo o botana, muy propio para disfrutar en una reunión social. Esta clase de productos son elaborados en gran medida a nivel artesanal, su elaboración a nivel industrial es mínima y limitada a pequeñas y microempresas (Villegas, 2004).

I.4 Proceso general de elaboración para quesos frescos

Existen diferentes tipos de quesos, con gran diversidad de sabor, textura y apariencia; esto se debe a que en la fabricación intervienen muchos factores, algunos específicos para cierto tipo de queso y determinantes para el desarrollo de sus características.

De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de cultivos lácticos y/o cuajo. Este proceso se puede favorecer añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando. A continuación, se sala, moldea, prensa y, para los quesos madurados, se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos (CAR/PL, 2002).

Varios autores (Bello et al., 2004; CAR/PL, 2002; Galván, 2005; Villegas, 2004, Paniagua, H., 2008) señalan las siguientes operaciones y factores generales que intervienen para la elaboración de dicho producto:

a) Recepción de materia prima: cuando se efectúa la recepción de esta materia prima, se realizan algunas pruebas de plataforma para verificar la calidad: temperatura, caracteres organolépticos (color, olor) y la prueba lactométrica y pruebas de laboratorio: la prueba de alcohol, determinación de acidez, pH y las pruebas de reducción.

b) Estandarización de la leche: Se emplea para acondicionar las características físicas, químicas y biológicas (filtración, clarificación, normalización) de la leche, de acuerdo con el producto final que se quiere obtener; también se ajusta el contenido de grasa y sólidos no grasos. El ajuste se realiza para homologar en composición la materia prima y obtener productos semejantes.

La leche se define como a la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de cualquier otra especie animal, excluido el calostro. (NOM-243-SSA1-2010); está puede contaminarse fácilmente por algún microorganismo debido a su alto contenido de agua, pH casi neutro y elevado valor nutritivo, por ello se recomienda en las actividades vinculadas a su proceso de obtención y tecnologías de conservación se deba tener un estricto control higiénico-sanitario (Martínez, A., Montes, N., & Villoch, 2016).

Leche para elaboración de quesos.

La leche debe presentar ciertas características para obtener un queso de calidad y con buen rendimiento. Deberán considerarse por lo tanto una serie de factores para que una leche se utilice en la elaboración de quesos. Entre ellos están:

1) Naturaleza físico-química:

La leche debe ser normal, específicamente en lo que se refiere a sales minerales, específicamente el calcio, pues este es importante en la constitución de las micelas.

2) Contenido de proteína coagulable:

El contenido de caseína en la leche debe ser alto. Al principio de la lactación, las leches contienen poca caseína; por eso se usan las leches obtenidas de 10 u 11 días después del parto (Paniagua, H., 2008).

3) Capacidad para coagular por acción del coagulante (ya sea ácido o enzimático):

Las leches que se utilizan para elaborar quesos deben cuajar rápidamente con los coagulantes. Sin embargo, el tiempo de coagulación depende, entre otros factores, de la acidez (a menor pH hay mayor actividad de las enzimas y, por consiguiente, la gelatinización es más rápida); también depende de la composición de la leche.

4) Presencia de sustancias inhibitoras:

Las leches que se emplean para hacer quesos no deben contener sustancias que inhiben el crecimiento microbiano (antibióticos, antisépticos, restos de detergentes,

etc.) ya que estos pueden interferir en la maduración de los quesos, que se hace con cepas seleccionadas. La penicilina es el antibiótico que más inhibe a las bacterias lácticas (Villegas-de-Gante A., 2004).

Maduración de la leche.

La maduración de la leche consiste en el desarrollo de microorganismos lácticos, es decir que sintetizan ácido láctico a partir de la lactosa. Esta fermentación láctica debe interrumpirse en el momento adecuado antes que la leche coagule.

La maduración de la leche puede hacerse de tres formas: Maduración natural, maduración artificial o inducida y la maduración mixta.

1) Maduración natural.

Consiste en mantener la leche cruda a 8 o 10 °C durante 10 ó 15 horas. Este método no brinda ninguna seguridad de que se desarrolle el microorganismo adecuado para el caso.

2) Maduración artificial.

Consiste en agregar a la leche pasteurizada los microorganismos seleccionados en una proporción de 0.5 a 0.8%, ajustando la temperatura a 20 – 22 °C, manteniéndola hasta alcanzar la acidez deseada.

3) Maduración mixta.

Consiste en mezclar leche fresca con 15 a 40% de leche madurada. La proporción adecuada varía según el tipo de queso (De Alba, J., 1985).

c) Pasteurización: Es el tratamiento térmico que se le da a la leche para eliminar los microorganismos patógenos, manteniendo las propiedades nutricionales de la leche (Galván, 2005), además de inhibir enzimas que pueden ocasionar problemas de calidad en el producto terminado, como las lipasas. La técnica empleada generalmente para quesos es la conocida como HTST (del inglés High Temperature Short Time, que significa Temperatura Alta, Tiempo Corto), en la cual la leche se calienta a 72-73 °C durante 15 a 20 segundos (pasteurización rápida) para que no precipite el calcio como trifosfato cálcico (que es insoluble), y evitar de esa manera una coagulación defectuosa. Al término de ésta, la leche normalmente se enfría a 32-40 °C, dependiendo del tipo de queso.

Con una leche pasteurizada se controla mejor la maduración del queso, esa eliminación de la flora inicial permite controlar mejor el proceso, e inocular los microorganismos deseados (fermentos lácticos) para producir quesos de composición y calidad más uniformes:

Si se hace a mayor temperatura deberá agregarse iones calcio, usándose el cloruro de calcio en una proporción de 10 a 30 gramos por cada 100 litros de leche (Paniagua, H., 2008).

También puede hacerse a más de 80 °C; de esta forma la α - lactoalbumina y la β -lactoglobulina coagulan y quedan retenidos en caseína (cuajada) durante el desuerado, lo que aumenta el rendimiento.

Por otra parte, la pasteurización aumenta la cantidad de grasa que queda retenida en el queso. La pasteurización acarrea algunas desventajas. Provoca una modificación de la composición y en la estructura físico-química de la leche como la unión de la caseína en la β -lactoglobulina, lo que inhibe parcialmente la actividad del cuajo, lo que lleva a aumentar el tiempo de coagulación. Otro inconveniente es que dificulta el desuerado; también el calentamiento provoca la liberación de grupos sulfhidrilos de las proteínas solubles, afectando el desarrollo de los microorganismos lácticos, retardando así la maduración (Harbutt, J., 1998).

d) Adición de cloruro de calcio: Es importante para restituir el equilibrio de iones Ca^{2+} que se insolubilizan de las micelas de caseína como resultado de la pasteurización, la norma actual establece su adición conforme a las buenas prácticas de fabricación, algunas referencias establecen 0.02 % p/v máximo. Regularmente se adiciona en solución.

e) Coagulación o cuajado: Se basa en provocar la alteración de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que atrapa a la mayoría de los componentes insolubles de la leche. La naturaleza del gel que se forma al coagular la caseína influye poderosamente sobre las siguientes operaciones en el proceso. Puede realizarse por acción de enzimas (renina o quimosina), ácidos orgánicos (láctico o acético), o una mezcla de éstos, dependiendo del tipo de queso. Ambos agentes provocan la agregación de las caseínas de la leche, creando una red que atrapa a los glóbulos de grasa y al suero de leche (lactosuero). El agregado caseína-grasa-suero se conoce como cuajada. Cuando se realiza con coagulación enzimática, la leche se calienta 34-36 °C y se adiciona el cuajo. Después se mueve la masa durante 3 minutos y se deja reposar durante 40 minutos.

Cuajo: Durante años se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, la enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes.

La producción de queso panela consiste esencialmente en la obtención de la cuajada, que no es más que la coagulación de la proteína de la leche (caseína) por la acción de la enzima renina o cuajo. Esta operación (coagulación enzimática) se da en dos etapas:

1. Formación del gel de la caseína,
2. Deshidratación parcial de este gel por sinéresis (desuerado), (González, 2002; Ramírez, et al, 2016).

Influencia de la cantidad de cuajo.

La cantidad de cuajo, por el hecho de ser una enzima, depende de su concentración; cuanto mayor sea esta, menor será el tiempo de coagulación.

La cantidad del cuajo se mide comúnmente con la llamada fuerza del cuajo, que es la cantidad de leche (en gramos o ml) a 35 °C que 1g o 1 ml de cuajo coagula en 40 minutos (Paniagua, H., 2008).

Influencia de la temperatura.

La temperatura óptima de actividad del cuajo es de 40 a 41 °C, pero no actúa a menos de 10 °C ni a más de 68 °C.

Se trabaja generalmente a temperaturas menores a la óptima para que la coagulación sea más lenta, una cuajada más suave según el tipo de queso.

Por lo general, los quesos blandos requieren una temperatura de coagulación más baja que los duros (Paniagua, H., 2008).

Tiempo de coagulación.

En condiciones normales de trabajo, los primeros signos de la coagulación se perciben a los 5 u 8 minutos después de agregar el cuajo. El tiempo normal de coagulación para los quesos semiduros y duros varía entre 25 y 45 minutos, mientras que para los quesos blandos varía de 1 a 2 ½ horas.

Hay cierta relación entre el tiempo de coagulación y la contracción de la cuajada. Cuando más rápido es el cuajado, más tendencia a ponerse dura tiene la cuajada y mayor es la retracción de esta; y viceversa, mucho tiempo de coagulación de cuajadas blandas que tardan en contraerse (Paniagua, H., 2008).

El momento en que se da por finalizada la coagulación se determina, en general, en forma práctica, por la forma y aspecto que presenta la cuajada ya sea haciéndole cortes con una espátula, o la forma en que se abre cuando se le levanta con un dedo, o metiendo la mano contra la pared del recipiente y separándola y observando el aspecto de la misma, o tomando un trozo entre los dedos y apretando: el suero que escurre debe ser limpio (SAGARPA/SIAP, 2005)

Influencia de la acidez.

Si la coagulación se hace a pH cercanos a la neutralidad, la coagulación es lenta y la cuajada obtenida es flexible, elástica, compacta, impermeable y contiene poca agua, para desuerar se necesita acción mecánica por la nombrada impermeabilidad.

Por el contrario, cuando mayor es la acidez la coagulación se hace más rápida por acción del cuajo, siendo más consistente la cuajada, pero esta queda más

desmineralizada y el queso quedará menos plástico; el desuerado también es rápido (Paniagua, H., 2008).

Influencia del contenido de calcio.

La presencia de calcio, como se sabe, interviene en la estructura de la cuajada, lo cual hace que mejore el desuerado, facilita la retención de las grasas y otros sólidos.

Como es posible que se pierda en la pasteurización parte del calcio libre (iónico), se agrega sales de calcio (especialmente cloruro de calcio o fosfato monocálcico) para compensar en un porcentaje de 10 a 30g por cada 100 litros de leche a 34 °C (Alais, 1979).



Imagen 2. Adición de cuajo¹

¹Fuente: García F. 2008. *El pericho quesería artesanal*. [En línea] Disponible en: <http://quesoselpericho.com/como-se-hace-el-queso.html> [Último acceso el 16 de marzo del 2019].

f) Corte de la cuajada: Tiene por objeto aumentar la superficie de exudación, mejorar la consistencia de la cuajada y favorecer la salida del lactosuero. Una vez transcurrido el tiempo de coagulación y comprobando que el gel o cuajada tienen la consistencia y textura adecuada, se procede a su corte. A la cuajada que ha sido cortada se le llama grano. Esta operación se realiza con liras de acero inoxidable horizontales y verticales. Este troceado tiene un límite, pues si es muy interno las partículas del coágulo quedan muy finas y retienen grandes cantidades de suero durante el prensado.

Para darle al queso las características deseadas hay que favorecer y controlar la salida de humedad o suero de la cuajada en las condiciones propias de cada tipo

de queso; esto significa que el fraccionamiento dependerá del tipo de queso a fabricar.

Las dimensiones del grano pueden variar entre 3 mm y 2.5 cm; el tamaño del grano tiene mucha importancia en la velocidad del desuerado. Los granos grandes retienen más humedad, por lo que conservan más lactosa y por lo tanto son más ácidos. Debe cuidarse la uniformidad del tamaño de los granos, pues de lo contrario no se tendrá una textura uniforme, habrá una distribución desigual de humedad y acidez (Paniagua, H., 2008). Por otra parte, los granos retienen más grasa que los granos pequeños.

Las condiciones en que se efectúa influyen sobre el producto final obtenido, por lo que, según el tipo de queso, el corte de la cuajada puede ser mayor o menor (mientras mayor sea, más duro será el queso). En general, para quesos blandos, el corte o trazado de los quesos será en granos grandes, mientras que para quesos semiduros y duros el grano deberá ser pequeño.



Imagen 3. Corte de cuajado¹

¹Fuente: García F. 2008. *El pericho quesería artesanal*. [En línea] Disponible en: <http://quesoselpericho.com/como-se-hace-el-queso.html> [Último acceso el 16 de marzo del 2019].

g) Tratamiento del grano: Este paso provoca el aumento de la sinéresis, acelera la salida del suero, da firmeza y cohesión a la cuajada. Después del corte, se deja reposar de 5 a 10 minutos. Se agita durante 5 minutos muy suave y se calienta hasta 38°C, lentamente. El aumento de la temperatura permite disminuir el grado de hidratación de los granos de cuajada favoreciendo su contracción. Si el aumento de la temperatura se produce de forma brusca se observa la formación de una costra en la superficie de los granos, que detiene el desuerado (González, 2002)

Se hace la agitación con el propósito de acelerar y completar el desuerado impidiéndose de esta manera la adherencia de las grasas que provocaría retención de líquidos.

Una manera tradicional de saber cuándo terminar la agitación es la de colocar una porción entre los dedos y presionar, al dejar de ejercer presión los granos deben recuperar su forma original.



Imagen 4. Tratamiento de grano.¹

¹Fuente: García F. 2008. *El pericho quesería artesanal*. [En línea] Disponible en: <http://quesoselpericho.com/como-se-hace-el-queso.html> [Último acceso el 16 de marzo del 2019].

h) Desuerado de la cuajada: Consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada. La cuajada se junta en un extremo del recipiente que la contiene y se muele, esto facilita el moldeo ya que elimina el aire existente entre los granos de masa. En algunos tipos de cuajadas muy acidificadas y desmineralizadas se realiza la separación del lactosuero por centrifugación.

El desuerado se realiza para crear las condiciones en el sustrato necesario para el desarrollo de los microorganismos y para la actividad enzimática durante la maduración de los quesos.

En el caso de coagulación con ácidos, la cuajada resulta de difícil desuerado debido a la dispersión de las caseínas y a la poca contractibilidad. La cuajada que se obtiene es húmeda y poco desuerada; en estos casos el troceado, desuerado y agitación debe hacerse con cuidado para evitar pérdidas (Paniagua, H., 2008).

El desuerado depende de la temperatura: a temperaturas menores a 10 °C no se produce, siendo rápido a 30 °C, generalmente se desuera a 20 – 22 °C en quesos frescos, lo que lleva el tiempo de desuerado de 15 a 24 horas.

En cuanto a las cuajadas de tipo enzimático (hechos con cuajo), es necesaria la aplicación de métodos mecánicos y térmicos para desuerar para vencer al coágulo compacto. Los métodos mecánicos aplicados son el agitado y troceado (González Villarreal, 2002).



Imagen 5. Desuerado²

²Fuente: Granja Cantagruillas. 2019. *Te la doy con queso*. [En línea] (Actualizado al 26 de marzo de 2019). Disponible en: <https://teladoyconquesoblog.wordpress.com/2019/03/26/cortando-y-moldeando/> [Último acceso el 16 de abril de 2019].

i) Salado: Es uno de los factores que más influyen en darle al queso el sabor deseado. Además, interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez. La sal hace que la pasta del queso se haga más suave, asegura su conservación (junto con el valor de pH), inhibe la germinación de los microorganismos causantes del hinchamiento y estimula el desarrollo del microbiota de maduración del queso.

Las técnicas de salado más empleadas son el salado en masa (adición de sal a la cuajada desuerada), salado en suero (adición de sal durante la agitación de los granos), salado superficial en seco que implica la adición de los cristales de sal directamente a la superficie del queso moldeado (Ramírez, 2017), y salado en salmuera (adición de sal por inmersión de las piezas en salmuera).

La cantidad de sal y el momento de agregarla dependen del tipo de queso (Paniagua, H., 2008).

j) Moldeado:

El moldeado tiene por prioridad lograr que los granos de cuajada se adhieran y formen piezas grandes de pasta. La técnica del moldeado depende del tipo de prensado que se va a efectuar, así, se tiene el moldeado para autoprensado del queso (en canastillas o coladeras) y moldeado para prensado mecánico del queso (en moldes de diversas formas).

Los quesos que poseen una superficie relativa alta (relación entre la superficie total y volumen o masa) se salan más rápido y secan antes, tales como el Camembert, el Roquefort en el que el proceso de maduración es de afuera hacia adentro, y en general esto ocurre para quesos blandos (Paniagua, H., 2008).

Por el contrario, los quesos duros y semiduros deben tener superficie relativamente baja. Por eso los quesos blandos son pequeños (de 125 g a 2 ó 3 kg.), a diferencia de los duros que son grandes (más de 2 kg.).

El moldeado debe hacerse a temperatura templada para los quesos elaborados con leche pasteurizada, fresca o poco madurada. Por el contrario, para las cuajadas de leches muy maduras, el moldeado se hace a baja temperatura 10 – 12 °C.

k) Prensado:

Se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada y el aire atrapado entre los granos para dar al queso su forma definitiva, además de proporcionar una mayor consistencia al producto final. La intensidad de la presión ejercida variará en función del tipo de queso. Puede realizarse tanto por la presión que ejerce el peso de los mismos quesos (autoprensado) como aplicando una fuerza adicional. Se debe realizar a bajas temperaturas (<10 °C) para evitar que la grasa del queso salga junto con el lactosuero. Al término de esta etapa, las piezas se desmoldan. En cuanto al prensado tiene por objeto endurecer la masa de cuajada, eliminar el suero sobrante. Puede hacerse por la presión que ejerce su propia masa o bien aplicando fuerza externa.

El autoprensado se usa para los que tienen alto contenido de agua, como los blandos y los semiduros; consiste en ir dando vuelta los quesos a intervalos de 15 a 30 minutos al principio y luego entre 1 o 2 horas. Este proceso tarda de 3 a 24 horas según el tipo de queso. En cuanto al prensado por aplicación de fuerza externa se hace con prensas horizontales o verticales de palanca. Si la elaboración ha sido correcta, al iniciar el prensado el suero sale rápidamente y es transparente.

De lo contrario, si el desuerado es lento la acidificación se hace excesiva o hay mucha desmineralización al final del prensado, por lo que la pasta se hace seca y poco flexible (Paniagua, H., 2008).



Imagen 6. Prensado de queso³

³Fuente: Beviglia, V. 2014. *Pulpería Quilapán*. [En línea] (Actualizado al 29 de diciembre de 2014). Disponible en: <http://pulperiaquilapan.com/como-se-hace-el-queso/> [Último acceso el 16 de mayo de 2019].

l) Oreado: Su finalidad es eliminar el agua superficial de las piezas, cuya concentración es distinta en diversas partes de la pasta, para disminuir la humedad final de la misma.

m) Empacado: Permite la conservación de los quesos y los hace más fácil de manejar para su transporte y comercialización. Regularmente se lleva a cabo cubriendo las piezas con una película plástica (polietileno de baja densidad) o papel encerado, para prevenir una pérdida excesiva de agua y proteger la superficie de contaminación. Actualmente existen algunos quesos empacados al vacío, lo que conserva sus características organolépticas por mayor tiempo.

n) Almacenamiento: Se debe de llevar a cabo a temperatura de refrigeración para optimizar la conservación del producto.

II. ¿Por qué hacer Mantenimiento?

Con el objetivo de aumentar su rentabilidad, minimizando costos, las empresas tuvieron que segmentar a sus trabajadores en áreas con tareas determinadas, esas actividades se clasificaban en dos diferentes secciones: Aquellas que ejecutaban las máquinas (la operación) y las de ajuste (mantenimiento) (C. W. Olarte, Botero A., & Cañon A., 2010).

Con esta separación nace el mantenimiento, que tenía cierta dependencia con el área de operación, quienes determinaban el momento para ajustar y reparar las

máquinas. La reparación de las máquinas involucra la detención del proceso de fabricación lo cual representaba y representa aún en nuestros días costos muy altos y atraso en las entregas.

El Mantenimiento en una Empresa es un elemento clave importante para el logro de los objetivos de esta, ya que sin un adecuado mantenimiento, la maquinaria se ve amenazada a interrumpir su operación con bastante frecuencia, alterando de esta manera considerablemente los programas de producción y creando conflictos con los clientes. En muchas ocasiones provoca cuellos de botella en las líneas, incrementando la cantidad de material en proceso, lo que implica: mayor espacio utilizado, incremento en la inversión inmovilizada, problemas de calidad en el producto acumulado; personal ocioso y desmotivado; mayor desperdicio de materiales y mayores costos en las reparaciones. Concretamente, se puede decir que el mantenimiento afecta:

- a) La Eficiencia en el proceso de producción.
- b) Los Costos de Producción.
- c) La Calidad del producto y en el ritmo de trabajo.
- d) La Confiabilidad de la Empresa, debido a entregas a tiempo.

Los cambios que ha sufrido el mantenimiento se deben en gran parte a los avances tecnológicos, económicos, sociales, organizacionales y humanos. Hoy en día debe estar orientado hacia los negocios y a los resultados, para lograr la competitividad, y para lograrlo se requieren de áreas clave como son la calidad, la satisfacción de necesidades del cliente y precio competitivo, siendo esto la base de la productividad. (Palencia, 2007)

Este concepto a su vez es visualizado como una combinación de un sistema administrativo y canales de comunicación de los cuales se puede obtener un mejor soporte en el funcionamiento, además las decisiones son completamente influenciadas por la información de la retroalimentación sobre el desempeño y costos, basándose en la vida del proyecto o en su defecto de la planeación de las actividades del mantenimiento.

Entre las principales contribuciones del mantenimiento se encuentran (Espinosa, 2010):

- Proyecto - Bienes y activos proyectados para mantenibilidad y confiabilidad.
- Obtención - Aplicación de las mejores tecnologías existentes en el mercado.
- Adquisición – Proveer bienes o activos con características de operatividad y mantenibilidad.
- Operación - Introducción de técnicas operativas que ayude a reducir paradas en la maquinaria y mejorar los cuidados de los bienes
- Finanzas - Control y monitoreo de los costos e información de

retroalimentación.

- Colaboradores. Programas de selección y capacitación para el personal operativo y mantenimiento.

La constante exigencia a la cual se ve sometida la industria en la actualidad, al optimizar sus costos de producción, la calidad en sus productos y el cambio repentino de productos, conducen a un cambio trascendente en la gestión técnica y económica del mantenimiento de sus equipos. Es así como a través del mantenimiento se maneja una gran cantidad de información y se estructura una organización en la que todos los departamentos se ven involucrados en la transformación de esta.

Se puede definir al mantenimiento industrial de las siguientes maneras:

“Conjunto de acciones encaminadas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones, de tal manera que permanezcan sirviendo en óptimas condiciones, para el objetivo para el cual fueron adquiridas, evitando o minimizando sus fallas durante su vida útil.” (Santamaría, J. M. y Braña, 1994.)

Mantenimiento es la actividad que cuida el adecuado comportamiento de los bienes físicos de la empresa, su aprovechamiento, máxima disponibilidad, alta confiabilidad y menor costo. Se considera una actividad altamente productiva. (Ávila J., 1995)

También se le conoce al mantenimiento como el conjunto de actividades desarrolladas con el objetivo de preservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico. (Dounce E., 1998)

El mantenimiento es fundamental para garantizar la productividad continua, para fabricar productos de gran calidad y para mantener la competitividad de la empresa. Pero también influye en la seguridad y la salud en el trabajo. El correcto mantenimiento es esencial para que las máquinas y el entorno de trabajo sigan siendo seguros y confiables.

Puesto que la máxima eficiencia exige utilizar los medios productivos más adecuados, con cero desperdicios, cero defectos, y siempre preparados para funcionar sin problemas y con el mínimo consumo de recursos; esto es, con un mantenimiento adecuado.

Los principales objetivos del Mantenimiento son el diseño e implementación de un sistema de organización empresarial, que persiga claramente determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, el enmascaramiento de dichos objetivos o la dificultad en su ejecución. La organización del mantenimiento debe estar encaminada a la constante persecución de las metas establecidas en un principio. Los objetivos primordiales de este departamento son la correcta:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución en los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida útil de la máquina.

Entendiendo al mantenimiento como un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, y otros, se habla de un elemento dentro de la Industria que tiende a prolongar la vida útil de los bienes y a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo, así como reducir el número de fallas.

III. Antecedentes históricos del Mantenimiento Productivo Total (TPM):

TPM es una filosofía de trabajo que se desarrolla en Japón en los años 60's, luego de la devastación causada por la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas determinaron que para competir prósperamente en el mercado mundial, tenían que mejorar la calidad de sus productos, así, importaron, técnicas de manufactura y de administración de los Estados Unidos, y los adaptaron a sus circunstancias, buscando estructurar las poco estandarizadas y deficientes formas de trabajo en las plantas. Así, el gobierno japonés tomó la responsabilidad de crear un Instituto que desarrolle y valide estas formas de trabajo, con lo que nace el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM,2000).

Las prácticas de manufactura desarrolladas en Japón entre 1970 y 1980, se identificaban por favorecer un proceso de decisiones de abajo hacia arriba, caracterizado por el trabajo en equipo, trabajadores polivalentes, programas de producción basados en la demanda y mecanismos de decisión horizontal. Estas técnicas incluyen "*Just in Time*" (JIT), la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación gradual y sistemática de desperdicios, administración de calidad (QC y TQM). Mientras estas prácticas continúan siendo efectivas bajo circunstancias apropiadas, factores económicos y de mercado forzaron a muchas industrias japonesas a adoptar nuevos métodos para mejorar su competitividad (Hartmann, 1999). El TPM surge para dar respuesta a esta necesidad proporcionando conexiones directas entre los objetivos corporativos de reducción de costos totales y aumento de la eficiencia operacional en planta enfocándose en la eliminación de pérdidas. A diferencia del JIT ó TQM, implementar TPM requiere una aproximación de arriba hacia abajo sin que ello signifique que la estrategia sea incompatible con las anteriores.

El Mantenimiento Productivo Total que inicialmente se promovió desde el Japón hacía énfasis sobre la función del mantenimiento preventivo en equipos e

instalaciones industriales. Si bien lo anterior sigue siendo válido, varias aplicaciones del TPM mencionadas por Suzuki (Suzuki, 1994), indican que las metas y prácticas del TPM están estrechamente ligadas a sistemas de Manufactura de Clase Mundial y que son a menudo formuladas, en términos económicos de costos y valor agregado.

Antes de que se desarrollara el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se crearon diversas técnicas y filosofías empleadas en el mantenimiento industrial. En 1780 surgió el mantenimiento correctivo (CM), en 1910 se crearon formaciones de cuadrillas de mantenimiento correctivo en las industrias para facilitar la reparación de maquinaria, en 1914 se implementa el mantenimiento preventivo (MP), en 1950 se crea la filosofía Kaizen que significa “mejora continua” o “mejoramiento continuo”, en 1951 se desarrolla en Estados Unidos de América el Mantenimiento Productivo (PM), posteriormente la creación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), el Cambio Rápido de Herramientas (SMED), el método Kanban, el Poka-Yoke, la metodología Jidoka, Shojinka, la filosofía Just In Time (JIT), la Manufactura de Calidad Total o también Total Quality Management (TQM), así como la teoría de las Cinco Eses (5S’s).

Todas estas herramientas, filosofías, métodos, teorías fueron el preámbulo para el surgimiento del Mantenimiento Productivo Total.

El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) data de 1950 cuando ya había gente que estaba interesada en aplicar los avances de la mejora de calidad y productividad industrial, uno de ellos fue el japonés Seiichi Nakajima, quien en ese año empezó a estudiar desde Japón, el Mantenimiento Productivo de Estados Unidos de América y pudo percibir lo necesario para mejorar este concepto de trabajo en fábrica.

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó de los Estados Unidos el concepto de mantenimiento preventivo. Más tarde importó otros términos que incluían; mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, Ingeniería de confiabilidad, etc.

Pero el que ha resultado de gran importancia para el sistema agregado por los japoneses es el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, buscando la participación de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta.

Modificando lo anterior al ambiente industrial japonés, para formar lo que se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total), algunas veces definido como; mantenimiento productivo implementado por todos los empleados, basado en que la mejora del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operadores hasta la alta dirección.

En 1969 fue desarrollado por primera vez el TPM en la empresa japonesa Nippon Denso de grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971. Es importante mencionar que en la década de los 70's el mantenimiento planificado engloba al mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y la mejora en nuevos proyectos (Sacristan Rey, 2001).

El término TPM fue definido en 1971 por el Japan Institute of Plant Engineers, (hoy Japan Institute for Plant Maintenance) incluyendo las siguientes 5 metas:

1. Maximizar la eficacia del equipo
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipos, en la implementación de TPM
4. Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso
5. Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos

La palabra "Total" tiene 3 significados relacionados con 3 características del TPM. Tales conceptos son los siguientes:

- ✓ Eficacia Total: perseguir la eficiencia económica.
- ✓ PM Total: establecer un plan de mantenimiento para la vida del equipo, incluyendo mantenimiento preventivo (técnicas de monitoreo para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y la inminente falla).
- ✓ Participación Total: mantenimiento autónomo por operadores y actividades de grupos pequeños en cada nivel.

Gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) el TPM se desarrolló como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante. En Japón, de donde es originario el TPM, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes (filosofía de la división del trabajo); sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticado.

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximice la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema preventivo de pérdidas en todas las operaciones de la empresa.

Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero averías” en todo su ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica a todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos.

Se sustenta en la participación de todos los miembros de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de “cero pérdidas” se alcanza a través de pequeños grupos.” TPM son las siglas en inglés de “Total Productive Maintenance”. El término TPM se refiere a tres enfoques:

La letra “T” de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa" y se refiere a tres aspectos clave que son: participación del personal, eficacia total, sistema de gestión del mantenimiento desde su diseño enfocado en la prevención.

La letra “P” está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos, o incluso se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento".

La letra “M” representa acciones de “management” y “mantenimiento”. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. Se ve al mantenimiento en sentido amplio; es decir, tanto de equipos como administrativo. (Nakajima S.,1991)

El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el que este enfoque de mejora continua ha logrado abarcar todos los aspectos de un negocio logrando mejorar la productividad de toda la organización.

Capítulo I La industria de quesos frescos en México

1.1 Historia del queso en México:

En México, el queso comenzó a elaborarse en la época de la colonia, cuando los conquistadores españoles trajeron los primeros hatos de ganado criollo (Islas, 2010).

Los españoles introdujeron el ganado lechero proveniente de las islas de Cuba y La Española hacia las tierras bajas del Golfo de México en la primera década del siglo XVI.

Ellos trajeron vacas, ovejas y cabras, animales que no existían en el nuevo mundo. Durante el proceso de evangelización, monjes, frailes y misioneros de las distintas órdenes enseñaron a los pueblos indígenas los procesos para la elaboración de productos derivados de la leche, como cremas, mantequillas y quesos. Con el tiempo los indígenas fueron adaptando la forma de hacer queso conforme a sus gustos, dando origen al nacimiento de diversas variedades locales de quesos. En poco tiempo se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera, tal como la de Los Altos de Jalisco, que desde antaño ha estado vinculada a la actividad productora del queso.

Lentamente, durante la época de la conquista y la colonización de México, la producción y el consumo de leche y del queso se fueron generalizando. En esa época la leche fresca la consumían principalmente las mujeres y los niños (de la clase dominante), se utilizaba en la preparación de platillos y, artesanalmente se elaboraban requesón, mantequilla y, sobre todo, queso, que desde entonces constituye un ingrediente importante en la cocina de los mexicanos (Martínez, 2002).

El tránsito del queso español hacia la Nueva España fue habitual en la época de la conquista y su consolidación (1521- 1600). Para 1750, el queso ya era relevante en la alimentación de varios estratos de la sociedad mexicana y era considerado un artículo de primera necesidad. A fines de 1839 llegó al país la Marquesa Calderón de la Barca, quien dejó constancia de los usos y costumbre de México, entre ellos los hábitos alimentarios, de los cuales menciona al queso, la mantequilla, la crema y los dulces de leche. La industria quesera mexicana en sus orígenes se caracterizó por una lenta evolución, dado que la ganadería bovina se enfocaba al abasto de carne, con la introducción de las razas lecheras y con el crecimiento de los hatos, la producción de leche y derivados aumentó sustancialmente. Es a partir de la década de 1930 cuando la quesería mexicana se diversifica y los quesos artesanales experimentan un fuerte estímulo en todo el territorio nacional (Cervantes, 2013)

En el siglo XX, algunos derivados lácteos como los quesos frescos y añejados, la mantequilla y los dulces de leches ya eran productos generalizados. Los quesos sufrieron un mestizaje alimentario, incorporando elementos como el desmenuzamiento de la cuajada, el molido fino en metate, el moldeado en cestos de palma y la incorporación de chile. A finales de la década de los sesenta, la producción de queso recibió una fuerte modernización, incluyendo tecnologías como el uso de cadenas de frío para conservación y maduración, utilización de cultivos lácticos y diversos ingredientes, como el cloruro de calcio, colorante natural y cuajo líquido (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015).

Cada región ha hecho según sus características particulares, su propio sistema de fabricación y su estilo de queso tomando en cuenta factores como el clima, la flora, el tipo de ganado en explotación, el ingenio y la inteligencia del hombre, quien lo ha sabido utilizar y aprovechar para beneficio de un sistema de producción especializado.

Los avances de la ciencia, la difusión de los procedimientos y la curiosidad humana han hecho posible la fabricación de variedades de queso en lugares donde las condiciones son adversas, manejando obviamente las condiciones necesarias

La actividad quesera es conocida desde tiempos remotos en el país; hasta hace poco tiempo era común la operación de queserías caseras en inmensas haciendas ganaderas de propiedad de un reducido número de familias. Posteriormente, factores como la reforma agraria y la parcelación de tierras convirtieron las grandes haciendas en productores de leche cruda y queso fresco (Murillo, 2009).

Actualmente las empresas del sector ofrecen al mercado una gran variedad de quesos que son clasificados según sus características, como son el contenido de agua, origen de la leche, grasa, maduración y textura del queso, etc. Para la elaboración de cualquier tipo de queso, la recepción de materia prima, el análisis de calidad y la pasteurización de la leche son procedimientos rutinarios que deben observarse cuidadosamente para evitar la proliferación de microorganismos (Battro, 2010).

Entre 1980 y 1989, en México, el Laboratorio Nacional de Salud Pública, publicó que el queso fue involucrado en el 31.47% de los brotes como agente transmisor de enfermedades. Del 2000 al 2002, se informó que los lácteos también siguieron siendo un problema con el 10% de participación. En la actualidad en nuestro país las autoridades sanitarias, consideran prioritario establecer políticas de inocuidad en los alimentos, mediante la aplicación de sistemas que minimicen los riesgos de contaminación, con la finalidad de disminuir el número de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) (Parrilla et al, 1993).

1.2 Principales productores en México

La producción y el consumo de queso en el mundo son actividades muy concentradas; en el planeta se produjeron 14 619 mil toneladas de queso en 2009, de las cuales 78.4 % del total fueron elaboradas por EE. UU. (4595 mil toneladas) y la Unión Europea (6870 mil toneladas); la industria mexicana de queso (152 mil toneladas) es marginal y únicamente aportó alrededor de 1% de la producción mundial. En lo relativo al consumo per cápita, en México éste es de 2.1kg de queso por año, menor al global, que es de 2.5kg, aunque hay países, como Grecia y Francia, en los que un habitante promedio ingiere más de 20kg de este alimento al año (Cesín & Vargas, 2014).

El continuo proceso de apertura comercial llevado a cabo por México para derivados lácteos y quesos ha influido para la formación de tres grupos de empresas: transnacionales (grandes consorcios), nacionales y familiares o artesanales, cada grupo con diferente producción, objetivos, estrategias, tecnologías y productos. En México se puede clasificar a la agroindustria quesera en tres estratos, de acuerdo con el volumen de leche procesado diariamente (Alonso, 2015):

- Pequeña: transforma volúmenes menores de 2,000 litros al día.
- Mediana: procesa más de 2,000 a 20,000 litros al día.
- Grande: industrializa volúmenes de leche mayores a 20,000 litros al día.

En la actualidad, la elaboración de queso constituye una salida importante para pequeños y medianos productores de leche. Ante la baja rentabilidad de su actividad, originada por el incremento de los insumos para la producción y el bajo margen de apropiación en la cadena agroindustrial leche/derivados lácteos (Cervantes, 2008).

La producción de quesos frescos artesanales constituye una de las principales formas de ingresos y tradición para el sector cooperativo y campesino de muchos países de Latinoamérica, por lo que hoy en día se ha incrementado su popularidad y su producción.

México es el tercer productor de queso artesanal del continente americano, ya que desde hace más de 180 años se elaboran 60 estilos del producto. Del mundo existen al menos 6 mil recetas de quesos artesanales, y muy particularmente en México la panela, el Cotija de origen, la bola de Ocosingo y el adobero, son indispensables en nuestra cultura gastronómica. Además, cada día crece la demanda de los quesos artesanales por los consumidores que buscan los productos gourmet, cuyo sabor y calidad, garantizan una experiencia única al paladar y cabe destacar que existen alrededor de 100 quesos artesanales en toda la república mexicana (Corral, 2014).

En cuanto al proceso de elaboración de quesos en México en las pequeñas y medianas empresas es muy variable y se encuentra marcado por aspectos como:

- a) Deficientes prácticas de higiene.
- b) Poca o nula verificación de la calidad de la materia prima de partida (leche).
- c) Proceso de fabricación no tecnificados, transporte inadecuado, así como, deficiencias al momento de su expendio.

Lo anterior, podría sugerir que muchos de los quesos que se producen a nivel artesanal pueden contener una gran diversidad de microorganismos de interés sanitario (Villegas, 2003).

Los quesos frescos por su naturaleza son productos alimenticios muy susceptibles de ser contaminados por un gran número de microorganismos, tales como: bacterias, mohos, levaduras, virus, entre otros. Por lo tanto, es importante conocer la calidad microbiológica de los quesos frescos (Villegas, 2003).

En nuestro país se produce una gran variedad de quesos entre los que destacan: Chihuahua, Oaxaca, asadero, panela, tipo manchego y Cotija. Los quesos frescos son los preferidos por el consumidor mexicano, esto responde a los gustos y preferencias regionales, pero también y en mayor grado al menor costo de éstos respecto a los quesos madurados

Por otro lado, las empresas más destacadas en la producción de quesos y demás derivados lácteos se ubican en el norte del país y en los estados de México, Jalisco, Guanajuato y Querétaro; no obstante, hay algunas regiones o zonas especializadas en la producción de quesos artesanales, siendo: Tulancingo, en Hidalgo; San José de Gracia, en Michoacán; la región sur de Tlaxcala-Puebla; la Costa de Chiapas; las Colonias Menonitas, en Chihuahua y estados de la Sierra madre oriental de los cuales destacan Coahuila, Nuevo León e Hidalgo (INEGI, 2017).

Sin embargo, las queserías artesanales censadas por INEGI se deben sumar a un gran número de unidades informales. Según la Comisión Federal para Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), tan solo en el estado de Chiapas existen alrededor de 600 queserías, pero sólo 109 de agroindustria lechera (incluyendo todo tipo de lácteos, excepto helados) están censadas por INEGI; además, estar censado no significa siempre ser formal. Aunque las queserías informales más grandes son cercanas a la formalidad, pero por sus procesos artesanales, se clasifican en la economía informal (Cesín & Vargas, 2014).

Actualmente, la elaboración de queso está fuertemente relacionada con la producción primaria, coexistiendo tres grandes sistemas lecheros: el intensivo, el de traspatio (ganadería familiar) y el de doble propósito (carne/leche) en los trópicos. Los tres sistemas de explotación canalizan leche a la elaboración de queso, pero difieren en la cantidad y tratamiento de ésta (Villegas, 2004).

El mercado nacional de quesos está conformado por dos distintos grupos de variedades. El primer grupo (y mucho más grande) está integrado por quesos

producidos nacionalmente y el segundo formado por los quesos importados con diferentes usos y características. Los quesos importados se dividen en dos categorías, la categoría de quesos para uso industrial y la categoría de quesos Premium. Algunos ejemplos de estos son:

Quesos Premium

- Quesos duros y semiduros
- Queso fresco Queso Egmont
- Pasta blanda
- Pasta dura
- Pasta azul
- Petit-suisse

Quesos industriales

- Queso tipo rallado
- Queso fundido

(Aguilar, 2010)

Los quesos nacionales son en su mayoría artesanales y de difusión regional, sin embargo, su producción todavía existe una gran brecha económica entre las empresas pequeñas y las grandes, la cual ocasiona que las primeras sufran de un gran número de limitaciones que impactan la calidad de sus productos de manera negativa (Aguilar, 2010).

Capítulo II Modelos de Excelencia Operacional

2.1 ¿Qué es la Excelencia Operacional?

El incremento de la competencia mundial en plantas industriales desvela la necesidad de desarrollar capacidades de producción que permitan a las organizaciones una ventaja competitiva sostenible sobre sus competidores. Se precisa de la habilidad para adaptarse a las necesidades de los clientes y a los requerimientos cambiantes del entorno.

La Excelencia Operacional es la ejecución de las mejores prácticas en la gestión de una empresa y el logro de óptimos resultados basados en teorías modernas que incluyen: la implicación de las personas, la gestión por procesos y hechos, la orientación hacia los resultados, el enfoque en el cliente, la mejora continua y la innovación, la motivación, el liderazgo y el trabajo en equipo, la confiabilidad y la excelencia operacional, la Planeación Estratégica, la gerencia de la calidad total, la Gestión del Conocimiento, la Seguridad Humana y la Responsabilidad Social Corporativa.

La Excelencia Operacional es un término cada vez más latente dentro de la industria. La necesidad de las organizaciones por superarse, lograr sus objetivos y satisfacer las necesidades de los clientes, las lleva, las empuja, a seguir métodos para lograrlo.

La Excelencia Operacional se ha definido de muchas maneras, y todas estas definiciones tienen en común que conduce a una alta calidad y productividad, y a la entrega puntual de productos y/o servicios competitivos a los clientes.

La cultura de la Excelencia Operacional: la meta de alcanzar una forma de trabajo donde se logra las metas y objetivos de manera continua; debe estar presente en todos los niveles de la organización. La Excelencia Operacional se basa en el involucramiento de todos los empleados, el trabajo en equipo y la búsqueda constante de la mejora continua en toda la organización. El comportamiento de las personas está fuertemente unido a la consecución o satisfacción de sus necesidades y logro de sus objetivos personales. Todos somos personas dentro de una organización, tanto si somos técnicos como si formamos parte de la dirección: “las empresas no son nada sin sus empleados y éstos tampoco son nada sin sus líderes” (Luis Amendola, 2007).

La Excelencia Operacional se consigue cuando en las empresas las mejores prácticas (TQM, TPM, RCM, PMO, MIO, HRA, Lean, Seis Sigma, etc.), están correctamente alineadas con los resultados. Un modelo de Excelencia Operacional debe integrar las mejores prácticas con las que cada empresa esté desarrollando internamente.

La cultura de Excelencia Operacional se tiene que ir implantando en toda la organización de forma progresiva, pues debe cambiar la cultura de todos los participantes y sus actividades, y siempre tiene que estar en continuo avance, pues el estancamiento en ciertos períodos de tiempo no favorece a lograr la meta de la Excelencia Operacional. Por eso mismo, los colaboradores en todos los niveles de la organización deberían tener la autoridad para realizar cambios en los procesos, que involucren, y que a su vez faciliten, el alcance de los parámetros y resultados deseados.

La auténtica fuente de la competitividad es el Talento Humano empoderado y comprometido con su organización, que emplea la mayor parte de su tiempo en considerar las necesidades colectivas, para alcanzar los objetivos estratégicos, en favor de los empleados, la compañía y la sociedad. Lo realmente importante son las personas; como lograr la excelencia, sin personas competentes, empoderadas, comprometidas, ¿con creatividad e iniciativas propias? Personas que dominen las herramientas necesarias y que estén dispuestas a hacer un esfuerzo adicional para sacar adelante su organización. La sincronización del flujo en los procesos es el fruto del esfuerzo de estas personas, no es el plan de acción, es el resultado lógico de un buen trabajo en equipo.

Los líderes permiten a muchas empresas obtener la Excelencia Operacional, con base en la implementación exitosa de un sistema integral de gestión estratégica. El punto de partida de la implementación consiste en poner en marcha proyectos de formación para toda la vida, obtenidos de la retroinformación adquirida, para lo cual es indispensable construir relaciones de confianza y colaboración, explicitando la necesidad de promover procesos de reflexión y razonamiento permanente. Es forzoso, además, que los líderes desarrollen el hábito de estar al día en las modernas tecnologías de la gestión de activos industriales, para conocer la forma de alcanzar los objetivos de confiabilidad requeridos por su organización.

Este es un cambio de mentalidad que lleva tiempo lograr, pues sobre todo los empleados de piso planta, están acostumbrados a que un superior les indique cómo trabajar, y éste mismo decida cómo solucionar los problemas cuando se presentan. El cambio de mentalidad debe lograr que el propio empleado modifique su trabajo por iniciativa propia para corregir los posibles problemas, y ser más eficiente para alcanzar las metas, sin tener al supervisor constantemente controlando como un capataz.

Una vez que se logra el cambio de mentalidad (cultura) en todos los niveles de la empresa, y todo el personal está comprometido con la Excelencia Operacional, los procesos y actividades se tienen que ir mejorando, tener iniciativas ligadas a incrementar la rentabilidad y aumentar la satisfacción de los clientes con los productos y/o servicios que se les ofrecen, para así ir asegurando un crecimiento de la organización.

Se puede decir que la Excelencia Operacional es vital para mantener y ampliar la ventaja competitiva de una organización. Y cada vez tiene más y mejores consecuencias sobre el mercado actual.

En la actualidad, carecer de un sistema/modelo que ayude a la organización a lograr sus metas puede suponer su retirada en el tiempo. Disponer de un modelo de Excelencia Operacional donde basar los procesos y procedimientos de la organización permite renovar constantemente los objetivos, las estrategias, las operaciones y los niveles de productos y/o servicios prestados a los clientes. Todas estas acciones permiten a una organización a mantenerse en el mercado actual constantemente cambiante.

2.1.1 Origen:

El uso de modelos de calidad como referencia para la autoevaluación comenzó en Japón en la década de los 50', con el establecimiento del Premio Deming; luego en la década de los 80' se elaboró el Malcolm Baldrige en Estados Unidos; más adelante, a principios de los '90, se desarrolló el primer modelo regional, conocido como de la EFQM – European Foundation for Quality Management.

La Excelencia Operacional surge de la mano de Shigeo Shingo (1909-1990), cuando en 1970 se le acredita haber creado y formalizado el “Cero Control de Calidad”, que se basa en la premisa de que los defectos se dan porque ocurren errores en el proceso: si existe la adecuada inspección y si se toman las acciones necesarias en el lugar donde se pueden dar los errores, entonces no habrá defectos. Para ello Shingo Shingo afirmó que se debían realizar inspecciones en la fuente, autochequeos y chequeos sucesivos, como técnicas de inspección de la maquinaria empleada.

Taichi Ohno (1912-1990) ha sido otro de los impulsores de la Excelencia Operacional, ya que diseñó el sistema de producción “Just in Time” (JIT). Este sistema de organización de la producción para las fábricas permite aumentar su productividad, permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes, debido a acciones innecesarias. De esta forma, Taichi Ohno afirma, que no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales. Una definición del objetivo de “Just in Time” sería: producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan.

La Excelencia Operacional es un tema emergente y cada vez más importante para las organizaciones, pero todavía queda mucho desarrollo y procesos de implantación por parte de las industrias. Su importancia para las organizaciones está relacionada al éxito que conlleva ventajas competitivas para las empresas.

En esencia, la Excelencia Operacional es un conjunto de herramientas, tales como Design Thinking, Asset Management, Lean Management, Six Sigma, etc. que las organizaciones tienen que aplicar para conseguirla.

2.1.2 Definiciones:

El entendimiento del concepto de Excelencia Operacional (Operational Excellence) es imprescindible, así como de términos relacionados.

El diccionario de la Real Academia Española define el concepto de excelencia como: “superior calidad o bondad que hace digna de singular aprecio y estimación una cosa”, y el concepto de excelente se da a algo o alguien “que sobresale en calidad, bondad, mérito o estimación”. En otros términos, la excelencia consiste en calidad de nivel o grado superior, que traducido en palabras sencillas: la excelencia en las actividades de una organización es hacer bien las cosas y hacerlas bien todo el tiempo, buscando la óptima calidad desde la primera vez (RAE).

También se define la Excelencia Operacional como una filosofía de liderazgo, trabajo en equipo y resolución de problemas que da como resultado la mejora continua en la organización, a través del enfoque en las necesidades del cliente.

Busca conducir a las empresas a incrementar la productividad, la rentabilidad y la competitividad en el mercado.

La Excelencia Operacional debe proporcionar productos, servicios y soluciones que satisfagan las expectativas de los clientes; llevar a cabo las operaciones de una manera eficiente y fiable; y aplicar la mejora continua a productos, servicios y procesos como parte integrada del desarrollo de la empresa y del mercado.

La Excelencia Operacional se define como “la gestión sistémica y sistemática de la seguridad, salud ocupacional, medio ambiente, productividad, calidad, confiabilidad y excelencia para lograr un desempeño de Categoría Mundial”, implica usar la capacidad total de la organización para implementar estrategias de optimización que garanticen la efectividad de las operaciones, para el éxito del negocio. (Oliverio García Palencia, 2014)

La Excelencia Operacional se dirige a diez áreas de competencia: talento humano, seguridad, medio ambiente, calidad, integridad, confiabilidad, productividad, salud ocupacional, costos y servicios. Según conclusiones del autor, para implementar exitosamente un programa de Excelencia Operacional se deben trabajar simultáneamente todas y cada una de las áreas mencionadas, mediante la aplicación de políticas de formación, motivación, incentivación, reconocimiento y desarrollo eficaz del talento humano, fundamentadas en la misión y enfocadas en la visión corporativa. (Oliverio García Palencia, 2014)

La Excelencia Operacional requiere que las empresas maximicen la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones, a través de un excelente control y un valor máximo de unidad de negocios de todos sus activos industriales. Según el autor, la clave para hacer frente a todos los objetivos pasa por capacitar a los activos más importantes de una organización: técnicos, ingenieros, gerentes y directivos. (Luis Amendola, 2011). Por lo tanto, define la excelencia operacional entorno a cinco temas fundamentales:

- Excelencia de los Procesos
- Excelencia de los Activos
- Excelencia de las Personas
- Excelencia del Negocio
- Excelencia en el Medio Ambiente y la Seguridad

Estos cinco componentes, para el autor, son fundamentales y proporcionan el alcance y el modelo de madurez para alcanzar la Excelencia Operacional (Luis Amendola, 2011).

Principales modelos de Excelencia

El desarrollo de la Calidad Total a escala internacional ha dado lugar a la aparición de varios modelos de Excelencia en la Gestión. Estos modelos están preparados para servir como instrumento de autoevaluación para las organizaciones. Los organismos encargados de la gestión de estos modelos utilizan como elementos de difusión de estos la entrega anual de unos "Premios a la excelencia de la gestión". Los beneficios que pueden derivarse de su utilización para las organizaciones son, entre otros, los siguientes:

Como sistemática de autoevaluación:

- Establecer una referencia de calidad para la organización.
- Detectar áreas fuertes y áreas débiles en la organización.
- Conocer el camino de la mejora continua en los aspectos que conforman el modelo.

Como candidatos al premio:

- Someterse a un diagnóstico realizado por expertos externos que aportan múltiples ideas de mejora.
- Tensionar a la organización para lograr un objetivo.
- Si se obtiene el premio, la publicidad inherente al mismo.

De la diversidad de métodos que pueden utilizarse para implantar sistemas de gestión de la calidad en las empresas, cabe destacar que guardan una característica

común: Nacieron con el fin de promover la calidad empresarial, bien a nivel nacional, como es el caso de los premios Deming de Japón, como Internacional. Con este fin, cada Modelo de Excelencia se fundamenta en una serie de criterios y procesos de evaluación, que les permite conocer su situación actual y tomar las medidas oportunas para realizar las acciones de mejora necesarias.

Todos los modelos abarcan lo que consideran las áreas relevantes para la gestión. Las diferencias se presentan básicamente en dos aspectos: la forma en que están organizadas las áreas, y la importancia relativa que se asigna a unas áreas respecto a las demás. Si bien hay algunos matices sobre intensidad en ciertos aspectos, las diferencias no resultan realmente significativas, ya que las ideas sobre las que se fundamentan, y los enfoques que favorecen, son muy similares.

A continuación se muestran algunos de los Modelos de Excelencia Operacional más conocidos entre las organizaciones.

2.1.3 Método Deming:

Se desarrolla en Japón en 1951 por la JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros). Este modelo recoge la aplicación práctica de las teorías japonesas del Control Total de la Calidad (TQC) o Control de la Calidad en toda la empresa (CWQC).

El foco está puesto en la evaluación de las distintas áreas de la empresa para determinar si se han obtenido buenos resultados tras la implantación del control de calidad. El enfoque básico es la satisfacción del cliente y el bienestar público.

Para ello, plantea diez aspectos básicos mediante los cuales se puede realizar dicha valoración:

- Políticas y objetivos.
- Organización Operativa.
- Educación y diseminación.
- Flujo de información.
- Calidad de productos y procesos.
- Estandarización.
- Gestión y control.
- Garantía de calidad de funciones, sistemas y métodos.
- Resultados.
- Planes para el futuro.

2.1.4 Modelo Malcome Baldrige:

Ante la masiva llegada de productos japoneses a Estados Unidos en la década de los 80, el país norteamericano se vio obligado a mejorar la calidad de sus productos para poder competir. En dicho proceso, las compañías eliminan cargos burocráticos y se centran en una filosofía de permanente revisión de sus procesos, invirtiendo más recursos en las pruebas de calidad y en acciones que hagan visibles las necesidades de los clientes. Este modelo plantea una interacción permanente de siete criterios:

- Liderazgo.
- Plan estratégico.
- Clientes y mercado objetivo.
- Recursos Humanos.
- Administración.
- Resultados.
- Información y análisis.

2.1.5 Modelo EFQM de excelencia:

Este modelo tiene su origen en la Fundación Europea para la Gestión de Calidad- European Foundation for Quality Management (E.F.Q.M por sus siglas en inglés), organismo que fue creado en 1988 por 14 importantes compañías europeas que buscaban optimizar sus procesos de calidad interna. Su esquema es similar al del modelo de Malcome Baldrige, pero el énfasis está puesto en el liderazgo de los altos directivos y gerentes para impulsar el trabajo eficiente en los empleados, la política y estrategia empresarial y las alianzas y recursos.

Su misión es mejorar la competitividad de las organizaciones europeas mediante la mejora de su gestión. En 1991 desarrolló el Modelo EFQM de Excelencia y puso en marcha el European Quality Award, que fue entregado por vez primera el año siguiente y que es un mecanismo de reconocimiento a las organizaciones más destacadas y de difusión de las mejores prácticas existente en el ámbito europeo.

Para medir el impacto de un producto, los resultados se dividen en cinco criterios básicos:

- Lo conseguido por la empresa durante el proceso.
- Lo logrado con respecto a los objetivos de la organización.
- Lo conseguido por los competidores.
- Lo conseguido por organizaciones referentes en el campo comercial.
- Las relaciones causa-efecto entre agentes y resultados.

El Modelo EFQM de Excelencia se basa en la siguiente premisa:

“Los resultados excelentes en el rendimiento general de una organización, en sus clientes, personas y en la sociedad en la que actúa se logran mediante un Liderazgo que dirija e impulse la Política y Estrategia, que se hará realidad a través de las personas de la organización, las Alianzas y Recursos y los Procesos”.

El Modelo EFQM, ayuda a afrontar el reto del cambio de la cultura y funcionamiento de las organizaciones, necesario para conjugar la provisión de servicios orientada a las necesidades y expectativas de los usuarios y a los correspondientes clínicos en la gestión, superando el dilema entre profesión y gestión, para conseguir una mayor eficacia y resultados globales. El Modelo EFQM de Excelencia está compuesto por nueve criterios, diferenciándose claramente dos partes: el grupo formado por los “Agentes Facilitadores” y el grupo de “Resultados”. La premisa establecida por el modelo explica cómo los Agentes Facilitadores son los determinantes de los Resultados alcanzados. A pesar de la incertidumbre y dificultades que la implantación del modelo puede originar, las organizaciones que lo han implantado animan a extender su utilización. (J. A. Maderuelo Fernández, 2002).

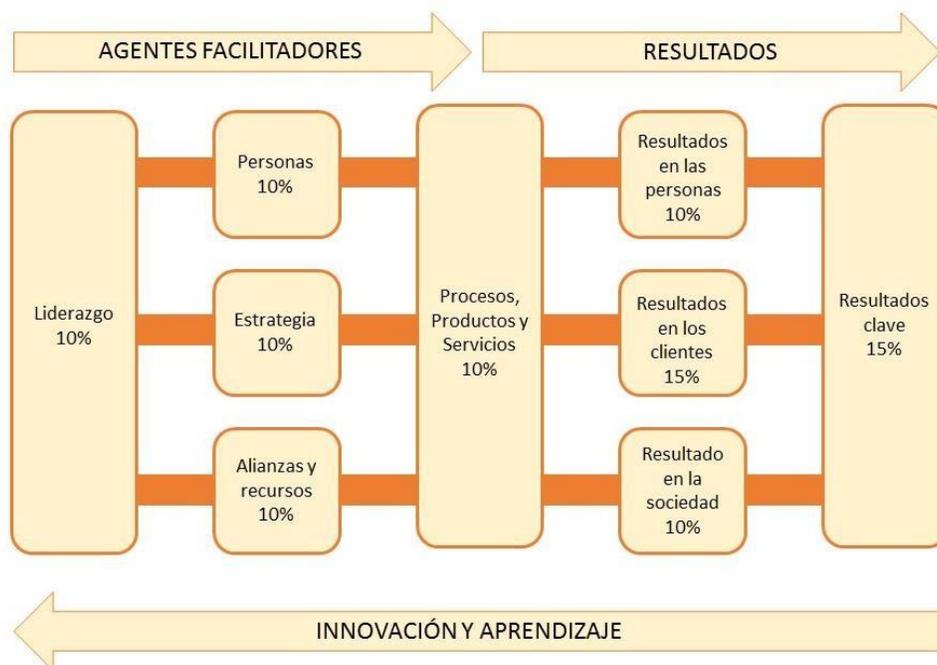


Imagen 7 Estructura del Modelo EFQM de Excelencia. (J. A. Maderuelo Fernández, 2002).

2.1.6 Modelo Iberoamericano de Excelencia en la calidad

Este método, creado en 1999 por la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (FUNDIBEQ), tiene una gran similitud con el modelo EFQM, dado que lo toma como base.

El modelo Iberoamericano se compone de nueve criterios que se estructuran en proceso facilitadores, que recoge los cinco primeros, y resultados.

- Liderazgo y estilo de gestión.
- Política y estrategia.
- Desarrollo de las personas.
- Recursos asociados.
- Clientes.
- Resultados de clientes.
- Resultado del desarrollo de las personas.
- Resultados de sociedad.
- Resultados globales.

2.1.7 Six Sigma.

Una metodología muy relacionada con la Excelencia Operacional es el Six Sigma. El Six Sigma es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la calidad. Es un método, basado en datos, para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las organizaciones. Cualquier organización puede beneficiarse del proceso Six Sigma. Las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, pero el proceso Six Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica.



Imagen 8 Modelo Six Sigma (modelo DMAIC) (Segundo Serrano, 2014)

Six Sigma, para asegurar el éxito, se apoya en un modelo de mejora de performance conocido como DMAIC, la cual se forma a partir de las siguientes palabras en inglés:

- Define (definir): se trata de un diagnóstico preliminar que consiste en definir los objetivos del proceso a mejorar, expectativas y necesidades de los

clientes y las variables importantes. En esta etapa se define también el líder y el equipo del proyecto.

- **Measure (medir):** su fin es medir el proceso existente, utilizando herramientas estadísticas. El Six Sigma se gestiona por procesos, por lo que es importante conocer las entradas de éste, las actividades, las salidas y sobre todo, la satisfacción del cliente.
- **Analyze (analizar):** se debe analizar el proceso para identificar los vacíos y lograr el objetivo deseado. Se deben determinar los factores críticos de calidad.
- **Improve (implantar):** en esta etapa se busca la mejora continua de la organización, logrando la eficacia en sus procesos, a través de nuevas técnicas o procesos optimizados.
- **Control (consolidar):** en esta etapa se realiza un seguimiento y un control del nuevo proceso. Se controla la efectividad y eficacia de los cambios implantados, y se definen indicadores para conocer el desempeño de la organización.

El trabajo en equipo es importante para las organizaciones que deseen trabajar bajo metodologías Six Sigma. (Segundo Serrano, 2014).

2.1.8 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o simplemente Lean, se traduce en Manufactura Esbelta. La palabra “esbelta” se refiere a la descripción de una empresa o proceso libre de desperdicios o ineficiencias, y que se realiza con el mínimo de recursos necesarios.

Se trata de una herramienta de gestión de mejoramiento continuo que disminuye dramáticamente el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto y/o servicio, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en todas las operaciones. De esta forma, se alcanzan resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad del negocio.

Principios del Lean Manufacturing:

- **Especificar el valor para los clientes (eliminar desperdicios):** el cliente adquiere aquello que considera valioso para él, por lo que todo lo que no está dispuesto a adquirir son desperdicios.
- **Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada producto y/o servicio:** la secuencia de actividades que permite responder a las necesidades del cliente representa un flujo de valor. Con la creación de un mapa de la corriente de valor es posible identificar aquellas actividades que no agregan valor, desde el punto de vista del cliente, a fin de poder ser eliminadas.

- Favorecer el flujo (sin interrupción): se debe lograr un movimiento continuo del producto y/o servicio a través de la corriente de valor. Por ello, hay que reducir los tiempos de demora en el flujo de valor, quitando los obstáculos en el proceso.
- Dejar que los clientes tiren la producción (sistema PULL): la aplicación de este sistema y la aplicación del Flujo, generan una respuesta más rápida y exacta, con un menor esfuerzo y menores desperdicios. Esto permite producir únicamente lo que el cliente solicita, y de esta forma se evita la generación de un stock muchas veces innecesario.
- Perseguir la perfección (mejora continua): se debe seguir trabajando constantemente para conseguir unos ciclos productivos más cortos, obtener una producción ideal (calidad y cantidad), y focalizar los esfuerzos en el valor para el cliente.

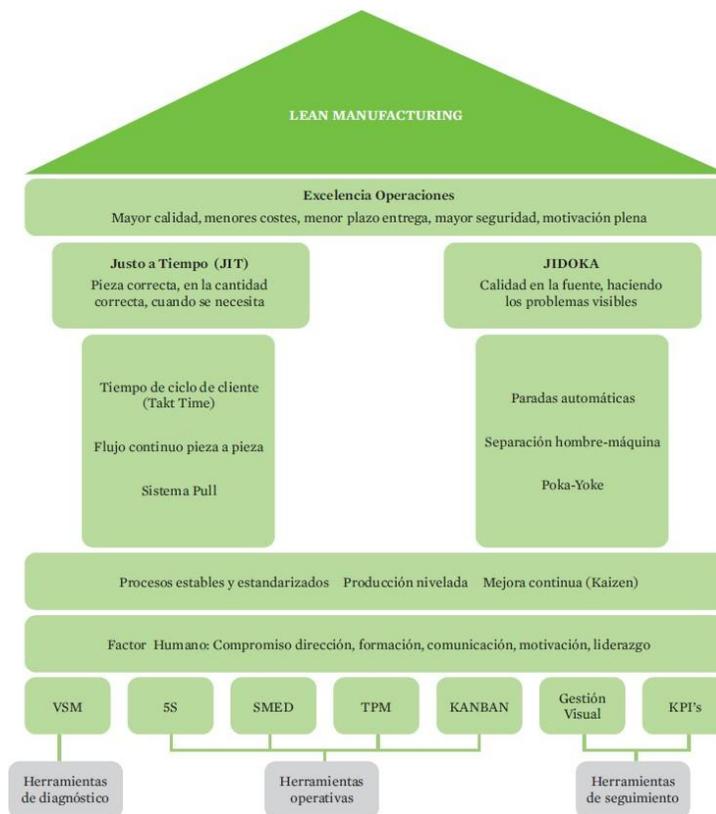


Imagen 9 Lean Manufacturing. (Segundo Serrano, 2014).

Concluyendo, solo las empresas que continuamente buscan operar a niveles de excelencia consiguen sobrevivir en el futuro, sobre todo, si además incorporan el aprendizaje como parte integrante de su forma de ser.

2.1.9 Modelo de Operational Excellence Management "OEM":

El siguiente Modelo de Operational Excellence Management "OEM" muestra cómo se debe unir el Business Plan, el Risk Management y la tecnología, para generar valor. Para conducir a la organización hacia la Excelencia Operacional, hay que alinear las tres áreas antes citadas; por tanto, la Excelencia Operacional se presenta como un paraguas, que recoge todo el conjunto de ideas.

En este modelo las tres líneas transversales relacionadas al Business Plan, Risk Management y la tecnología, caen en cascada con apoyo en la tecnología para el desarrollo de los procesos, de tal manera de aumentar la productividad y el uso de los datos. Estas tres áreas se retroalimentan entre sí y como variable compartida, éstas se soportan por la organización (cultura), roles, resiliencia y el proceso de toma de decisión.

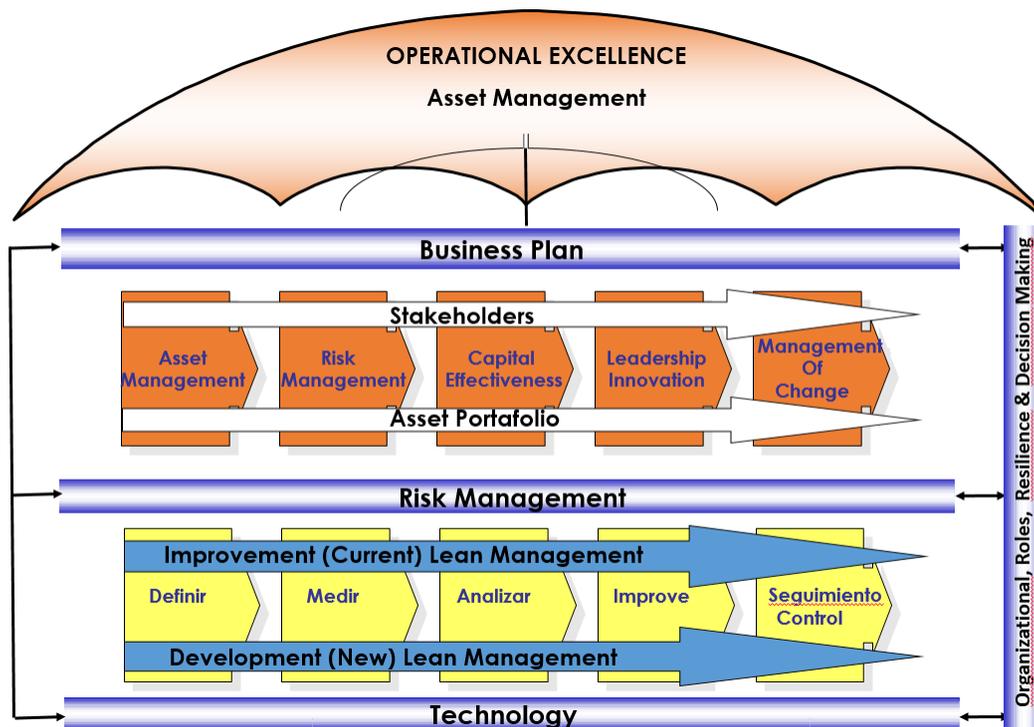


Imagen 10. Modelo de Operational Excellence Management "OEM" (Amendola L. 2013 © Copyright PMM)

2.1.10 Modelo de Dupont:

En el modelo de Dupont, la gestión de la Excelencia Operacional se desarrolla como un sistema integrado, que impulsa la productividad empresarial mediante la aplicación de prácticas y probados procedimientos, según: productividad de los activos, efectividad de capital y gestión de riesgos de operaciones.

Su sistema de gestión integrado se puede aplicar a las instalaciones existentes, nuevas instalaciones y ampliación de las instalaciones.

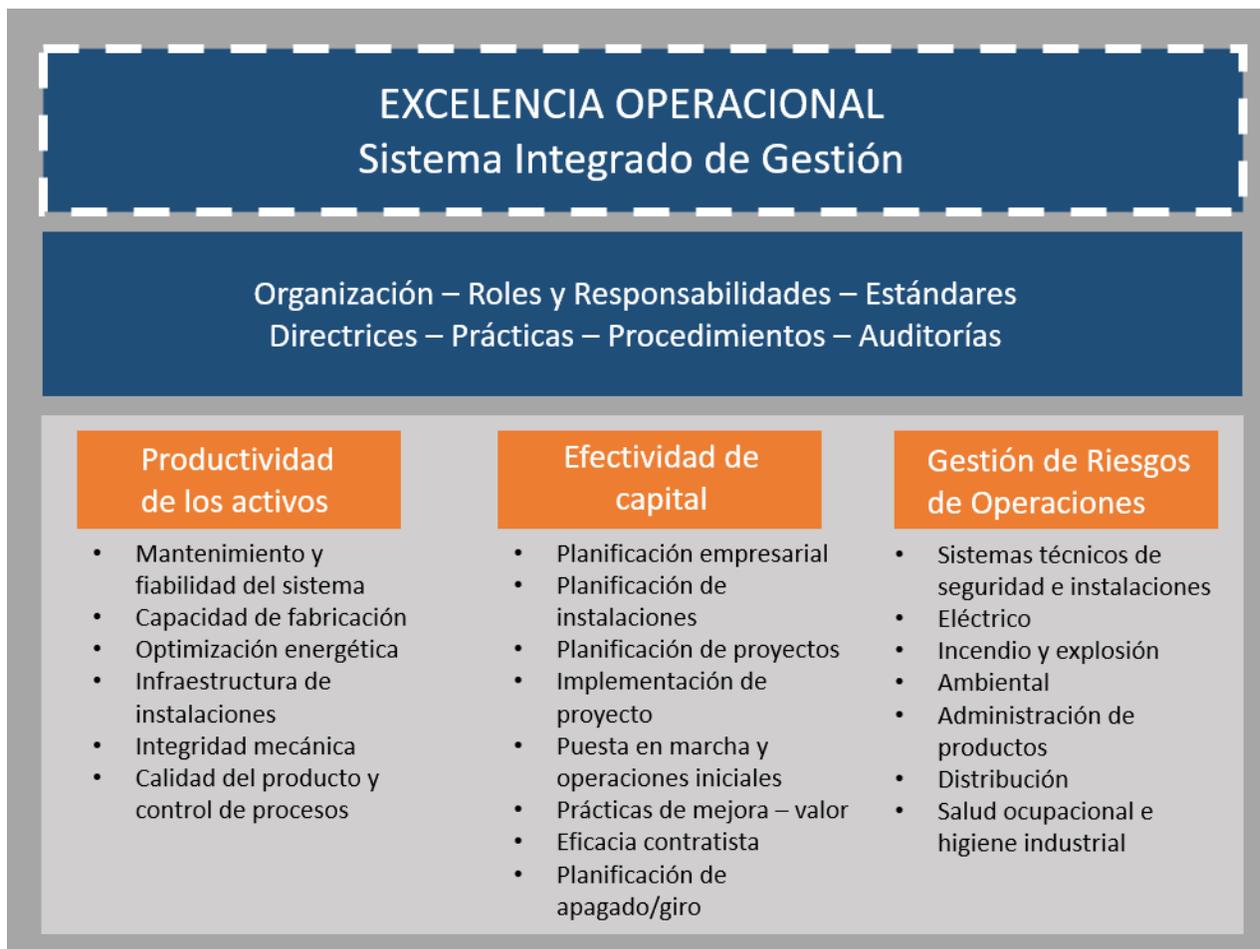


Imagen 11. Modelo de Excelencia Operacional según Dupont" (Amendola L., 2013)

La Excelencia operacional debe desmitificarse y plasmarse de una forma realista, sistemática y repetible; es decir, bajarla de solo un estado filosófico a su materialización, por lo tanto, se recomiendan siete pasos que conduzcan a materializar la Excelencia Operacional en organizaciones que compartan las características de los resultados obtenidos, o bien, que quieran iniciar este camino

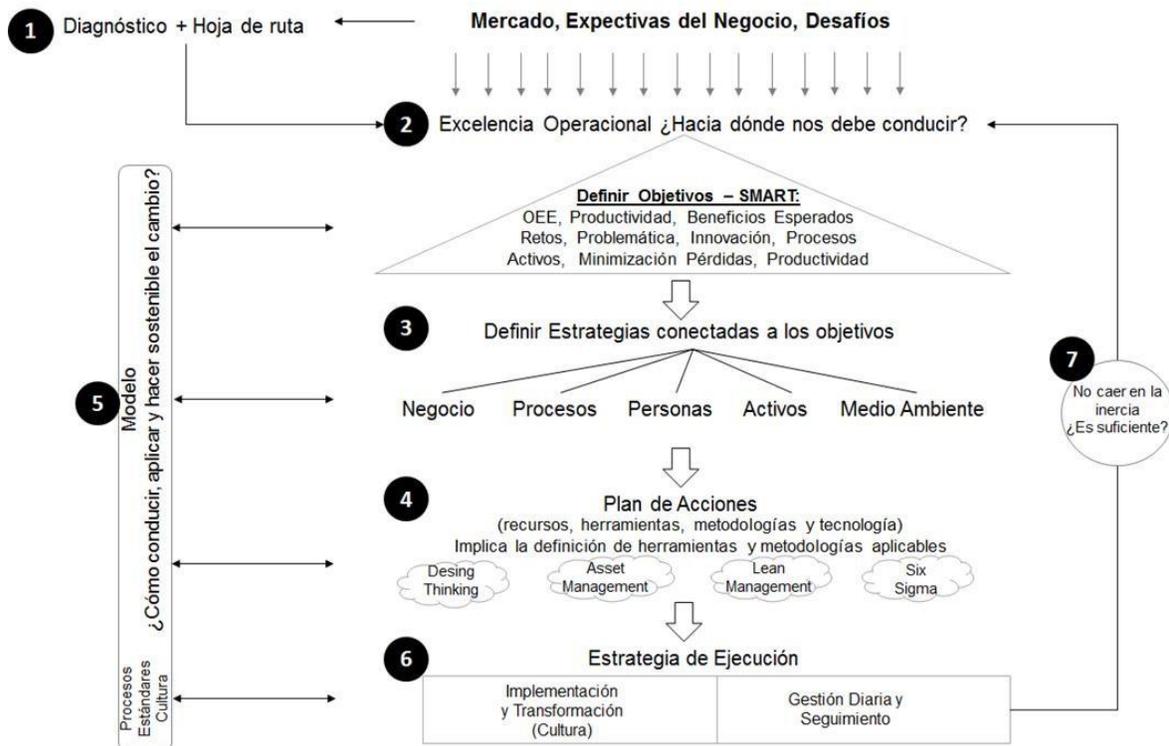


Imagen 12. Siete pasos para la materialización de la Excelencia Operacional (Amendola, L. 2013© Copyright PMM)

2.1.11 Siete pasos para la materialización de la Excelencia Operacional:

A continuación se explican uno a uno los siete pasos representados en la figura anterior.

- El primer paso (se asocia a realizar un diagnóstico acerca de qué tan lejos se está con respecto a las expectativas del negocio con respecto a la Excelencia Operacional (Negocio, Procesos, Personas, Activos y Medio Ambiente) y una hoja de ruta. Para ello debe tenerse total claridad acerca de cómo define la organización la Excelencia Operacional y cómo va a medir ese cumplimiento.

- El segundo paso consiste en definir objetivos SMART (Específicos, Medibles, Asignables, Realistas y en un Tiempo determinado) de acuerdo a las necesidades de la organización, capacidad y madurez de la organización para alcanzar esos objetivos (relacionado con el diagnóstico).
- El tercer paso consiste en la definición de estrategias concretas sobre las áreas en las que la organización enfocará las acciones de mejora, alineado a los objetivos fijados de Excelencia Operacional.
- El cuarto paso se orienta al desarrollo del plan de acciones (recursos, herramientas, metodologías y tecnología) para la implementación de las estrategias.
- El quinto paso se relaciona directamente a la construcción del modelo de Excelencia Operacional, puede tomarse como referencia algunos de los existentes y adaptarlo a la necesidad y cultura de la organización. El diseño del modelo se orienta a permitir que las mejoras sean sostenibles, alcanzables en la Excelencia Operacional, que sea sistemático, sistémico, holístico y auditable.
- El sexto paso se relaciona al nivel de estrategia de ejecución. Ésta se compone de: la Implementación y Transformación (Cultura), la Gestión Diaria y Seguimiento.
- El séptimo paso se define como “No caiga en la inercia”, que hace referencia a la mejora continua. Ello debe dar respuesta a ¿Realmente estamos haciendo lo suficiente para mejorar?

La conclusión del Dr. Luis Amendola obtenida de este modelo propuesto por él para PMM, es: El equipo humano es la base de un buen modelo de Excelencia Operacional.

2.2 Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria:

Los clientes de cualquier negocio en el mundo contemporáneo esperan productos y servicios que cumplan con los estándares más altos. La rápida tasa de globalización ha permitido que esta expectativa alcance a casi todas partes del mundo (Devadasan et al., 2005; Graisa y Al-Habaibeh, 2011; Vinodh et al., 2011; Maletic et al., 2012). Este fenómeno ha obligado a las organizaciones modernas a proporcionar productos y servicios a nivel de clase mundial (Inman et al., 2011; Vinodh et al., 2011). Se puede alcanzar este nivel mediante la adopción e implementación de estrategias de clase mundial. El mantenimiento productivo total (TPM) y la certificación de la Organización Internacional de Normalización (ISO) 9001 son dos de esas estrategias que impulsan a las organizaciones de hoy a

alcanzar el nivel de clase mundial (Graisa y Al-Habaibeh, 2011; Franceschini et al., 2011).

La norma ISO 9001 se publicó formalmente en el año 1987 (Franceschini et al., 2011; Al-Refaie et al., 2012). El éxito de la certificación ISO 9001 se puede atribuir a su capacidad para transformar cualquier organización en una organización de clase mundial. Algunas de las evidencias de un rendimiento superior por parte de organizaciones certificadas ISO 9001, según informan muchos investigadores y profesionales, apoyan el éxito de la certificación ISO 9001 (To et al., 2011; Gotzamani, 2010; Fotopoulos y Psomas, 2009). TPM se desarrolló en Japón en el año 1971 (Wakjira y Singh, 2012). Más adelante en el mismo año, el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) promovió TPM en todo Japón. Actualmente, TPM se adopta ampliamente para mejorar la calidad, la productividad y el beneficio de la organización a través del mantenimiento del equipo. Además, el TPM se considera hoy como una estrategia de Manufactura de Clase Mundial (WCM) debido a su capacidad para mejorar el desempeño de una organización para mantenerse en el escenario competitivo global (Ahuja y Khamba, 2008; Ahuja, 2011).

Durante su evolución, el TPM absorbió numerosas estrategias de mantenimiento. Como resultado, TPM se ha convertido en una estrategia integral que ayuda a mejorar la calidad de las actividades de mantenimiento (Ahuja y Khamba, 2008; Chan et al., 2005). Junto con el mantenimiento, TPM facilita la gestión de la planta con énfasis en la calidad, la seguridad y la productividad, lo que se traduce en una mejora general del rendimiento de las organizaciones (Graisa y Al-Habaibeh, 2011; Lazim y Ramayah, 2010). TPM es una aplicación de los principios de la Administración Total de la Calidad (TQM) en el campo de la ingeniería de mantenimiento (Graisa y Al-Habaibeh, 2011). Por lo tanto, los principios de TQM, como la participación de los empleados, la mejora continua y el enfoque en el cliente, están encapsulados en el modelo TPM. La certificación ISO 9001 puede considerarse como el brote de TQM, ya que abarca ocho principios de gestión de la calidad. En otras palabras, la certificación ISO 9001 facilita la construcción de la cultura de TQM en la organización (Martínez-Costa et al., 2009). Estas facetas implican que, TPM y la certificación ISO 9001 se basan en los principios de TQM. Por lo tanto, las certificaciones TPM e ISO 9001 por sí mismas deben tener elementos comunes. Si estos elementos comunes se identifican e integran adecuadamente, los beneficios de implementar TPM y obtener el certificado ISO 9001 se pueden obtener de manera más efectiva.

2.3 Otros Sistemas de Gestión:

Los sistemas tradicionales de control de calidad o ingeniería de planta han tendido a enfocar y desarrollar métodos de control, incluyendo colección de datos sobre defectos, descomposturas, análisis de causas, acciones para remediar o prevenir repeticiones, entre otras, y en este esquema los defectos o descomposturas son cotidianas; de hecho, la idea del cero defectos de calidad, cero accidentes, cero

mermas o cero descomposturas ha sido siempre considerado un mundo irreal o de fantasía.

Con TPM, hacemos de cero accidentes, cero defectos y cero descomposturas una realidad. Esto se hace incorporando en el Genba (el lugar de trabajo) y el Genbutsu (el equipo) varios sistemas y procedimientos que evitarán que ocurran todas las posibles pérdidas, tales como accidentes, defectos y descomposturas.

La idea es que aun cuando los equipos estén operables, alguno todavía necesite mantener un ojo en él para evitar que se presenten polvo, artículos desgastado, piezas flojas, fugas, corrosiones, deformaciones, rupturas, cambios de temperatura, vibraciones, olores y otras anormalidades (fugais); ya que son las causas de accidentes, defectos, descomposturas, paros temporales y otras clases de pérdidas (Suzuki, 1995).

Las diferentes herramientas de mejora en la producción fueron desarrolladas dentro de la industria automotriz, ya que requería conceptos avanzados de manejo de tiempos de producción y reducción de defectos; estas metodologías con el tiempo interesaron a la producción de excelencia de automóviles japonesa, quienes desarrollaron una técnica de mejora llamada producción esbelta, que comenzó a popularizarse rápidamente.

2.3.1 Just in Time (JIT)

La producción esbelta nos refiere a Toyota, método de producción ahora conocido como “just in time (JIT) “. No solamente el JIT es ampliamente aceptado en casi toda la industria en Japón, sino también en industrias alrededor del mundo.

“Just in time” (que también se usa con sus siglas JIT), literalmente quiere decir “Justo a tiempo”.

Define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que son necesarios.

El JIT es una filosofía de producción que se orienta a la demanda; su ventaja competitiva ganada, deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida. (Cuatrecasas LL., 2000)

El concepto de JIT es manufacturar una variedad de productos en pequeños lotes ajustados a las necesidades de los consumidores; esto implica recibir las partes necesarias solamente en el tiempo correcto, en las cantidades correctas, de tal forma que la mezcla del flujo de productos pueda ser procesada sin acumulación de inventario en proceso. Esto es JIT, producir productos por medio de un método de

producción esbelto y libre de desperdicio. Para que el sistema de producción esbelto o JIT logre ser efectivo, es esencial que las líneas de producción no se paren debido a descomposturas de máquinas, que los cambios de piezas se realicen en el mínimo de tiempo y que no se produzcan partes defectuosas. Esto se llama TPM ya que con TPM no hay absolutamente pérdidas de este tipo (Susuki, 1995).

En otras palabras, TPM será aún más efectivo donde cualquier sistema de mejora esté trabajando, donde las operaciones de desarrollo de gente estén en progreso o donde la producción JIT está ejecutándose. Esto establece una clara relación entre la producción JIT y TPM.

El Just in Time implica una forma de pensar y razonar los negocios como los procesos productivos. Pensar en términos de Just in Time significa concentrarse en la detección y eliminación sistemática de desperdicios. Los centros de trabajo solo deben tener cabida aquellos elementos necesarios para efectuar las tareas y actividades con eficiencia y eficacia, lo cual implica deshacerse de aquellos elementos innecesarios. Como conclusión, el Just in Time requiere, y al mismo tiempo genera, los niveles de flexibilidad, los cuales permiten mejorar de manera continua y consistente a los cambios en las demandas y el entorno. Es necesario gestionar el cambio para implantar y hacer viable el Just in Time, pero al mismo tiempo, este sistema de producción facilita por su filosofía y metodología, el cambio. (Mauricio Lefcovich, 2005).



Just in Time

Imagen 13. JIT (Mauricio Lefcovich, 2005).

2.3.2 Kaizen, Deming

El fundador de Kaizen Institute, Masaaki Imai (1930), es un teórico organizacional y consultor de gestión, que trabajó en la gestión de calidad, específicamente en “Kaizen”. La palabra Kaizen proviene de la unión de dos vocablos japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que quiere decir bondad. Entonces, Kaizen significa mejoramiento; más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la organización (alta administración, gerentes y trabajadores). (Dounce E.,1998). Imai reconoció que “Kaizen” comienza con la detección de las necesidades y problemas.

Kaizen nace del deseo instintivo de mejorar. Es un enfoque humanista, porque espera que todos participen en él. Está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, en donde pasa gran parte de su vida.

Su enfoque de mejora en la productividad es procedente del norteamericano Edwards Deming. El desarrollo de Kaizen fue paso a paso por los círculos de control de calidad de Deming, pero no se limita a simplemente garantizar la calidad de los productos; el desarrollo kaizen es un paso adelante con una estrategia dirigida al consumidor para el mejoramiento. Comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas; con la intención que en el futuro, las actividades deben conducir a una mayor satisfacción del cliente.

Es importante recalcar que Kaizen es un camino, un medio, una forma de gestionar la organización; pues típicamente en una compañía hay dos tipos de actividades. Por un lado tenemos actividades que agregan valor; es decir, por la cual los clientes están dispuestos a pagar; y el resto es lo que llamamos desperdicio, y es todo aquello que el cliente no paga.

La cultura Kaizen se basa en mejorar contundentemente las acciones de predicción y otras, así como detectar y eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor a la compañía por ejemplo: fallas en equipos, falta de materiales e insumos, acumulación de stock, pérdida de tiempo por reparaciones, entre otras.

2.3.3 Total Quality Management (TQM)

La gestión TQM (Total Quality Management), que quiere decir Administración Total de la Calidad, conduce a la implementación de procesos productivos que generen productos sin defectos y que lo hagan a la primera.

El objetivo perseguido por TQM es lograr un proceso de mejora continua de la calidad, por un mejor conocimiento y control de todo el sistema (diseño del producto o servicio, proveedores, materiales, distribución, información, etc.), de forma que el producto recibido por los consumidores este en correctas condiciones para su uso; en otras palabras, cero defectos en calidad; además de mejorar todos los procesos internos de forma tal de producir bienes sin defectos a la primera, implicando la eliminación de desperdicios para reducir los costos, mejorar todos los procesos y procedimientos internos, la atención a clientes, proveedores y los tiempos de entrega.(Cuatrecasas LL., 2000.)

Los sistemas que en la actualidad consiguen optimizar conjuntamente la eficiencia productiva de los procesos y la calidad de los productos resultantes son considerados como altamente competitivos.

Capítulo III Mantenimiento Productivo Total (TPM)

3.1 TPM:

3.1.1 ¿Qué es Mantenimiento Productivo Total?

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM® (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. TPM permite crear estrategias para un mejoramiento continuo de las capacidades y procesos actuales, para tener equipos de producción siempre listos.

“Es un sistema de administración diseñado para facilitar el desarrollo de la industria. Se apoya en la participación proactiva de todo el personal que compone la empresa, incluyendo a los proveedores. Se soporta en las ciencias técnico-administrativas que le permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de sus productos o servicios haciendo énfasis en la predicción y prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos. El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos”. (Dounce Villanueva, E.,2006)

“El TPM es un sistema que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva con la participación de todos sus miembros, desde la alta gerencia hasta el operario de primera línea. Esta estrategia gerencial de origen oriental permite la eliminación rigurosa y sistemática de las pérdidas, el logro de cero accidentes, alta calidad en el producto final con cero defectos y reducción de costos de producción con cero averías o fallas. TPM necesita del trabajo en grupos, que sean autónomos y permitan consolidar tareas

específicas, en lo administrativo, productivo y en la gestión de mantenimiento que conlleven a procesos más eficaces para contribuir al objetivo general de la empresa.

TPM es orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones para ser más competitivos, transforma los lugares de trabajo hasta proyectarlos de buena apariencia elevando el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de mantenimiento y producción e involucrando al 100% del personal. Con la participación del personal se tiene más motivación, sugerencias de mejora y deseos de éxito, debido al cambio de pensamiento que se da al interior de la organización. El TPM es una cultura que aprovecha y multiplica las ventajas que dan las destrezas habilidades, liderazgo y compromiso de todos los miembros de la organización". (Cuatrecasas, L. ,2003).

Se define TPM como un sistema que garantiza la efectividad de los procesos productivos, donde la atención o punto meta es cero desperdicios (eliminándolos). (Nakajima S,1991).

"El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implementadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación con su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales". (Álvarez Laverde, H. ,2008)

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo deben participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

Hoy en día, TPM encuentra popularidad a lo largo de todo el mundo debido al hecho de que más y más gente está tomando conciencia que implementándolo puede producir resultados dramáticos. De hecho TPM puede doblar la productividad y reducir sus pérdidas crónicas a cero.

El efecto de TPM es medido por la mejora en la salida del sistema de producción, es decir, en términos de producción (P), calidad (Q), costo (C), entrega (D), seguridad y ambiente (S), y moral (M). Con TPM, no solo se busca mejorar el producto, relacionado con los otros factores de salida como P, Q, C y D, sino también lo relacionado a aspectos humanos como S y M (Suzuki, 1995).

Dadas las definiciones anteriores se puede decir que el Mantenimiento Productivo Total TPM es un sistema que busca optimizar los procesos de producción, la competitividad, y la comunicación en una organización.

Este nuevo concepto busca el desarrollo industrial utilizando como herramienta a todo el personal involucrado en la organización haciendo que sea de vital importancia la participación de los miembros en las labores de mantenimiento en todos los niveles, desde los directivos hasta los obreros.

El TPM implica mayor conocimiento y desarrollo de las habilidades de todo el personal haciendo que la organización crezca en todos sus aspectos, el impacto que tiene este sistema afecta a toda la cultura de la organización obteniendo como resultado personal motivado, creativo, proactivo y aportando ideas que ayuden al continuo crecimiento.

3.2 OBJETIVOS DEL TPM:

El objetivo del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente, como producto de la interacción del personal con los sistemas y equipos usados día a día, maximizando la efectividad total de los sistemas productivos, por medio de la eliminación de sus pérdidas, con la participación de todos los empleados. Entendiéndose por pérdida como, todo aquello que puede ser mejorado.

Tiene la mira de maximizar la efectividad del equipo con un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra toda la vida de este. Involucrando a cada uno en todos los departamentos y en todos los niveles, motiva al personal para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias. También está enfocado a la obtención del máximo rendimiento y eficacia global de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos que lo forman.

Las actuaciones TPM se centran en la eliminación o reducción de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las defunciones y defectos derivados de los procesos que intervienen en los equipos.

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

3.2.1 Objetivos estratégicos

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas

productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Algunos de los objetivos estratégicos son los siguientes:

- Inicio de producción de nuevos productos en tiempo oportuno y forma efectiva.
- Adecuación flexible a las tendencias de la demanda.
- Reducción de costos de las mercancías.
- Garantía de un gran nivel de calidad.
- Conservación de recursos naturales y energéticos.

3.2.2 Objetivos operativos.

El TPM tiene como Propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Los objetivos operativos principales son:

- Evitar la degradación de los equipos debido a las averías, aumentos de producción y de calidad.
- Evitar la degradación de los equipos por operativa continua con carga elevada.
- Reducir los equipos con defectos, por deficiencias en los proyectos.
- Mejorar el conocimiento y concienciación sobre el control de los equipos.
- Elevar la moral con satisfacción en la operativa y el control de los equipos.
- Reducción de averías de los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos (setup).
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de herramientas y equipos.

3.2.3 Objetivos organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato. (Torres Cuesta, 2001)

Algunos de los objetivos del TPM enfocados a la organización son los siguientes:

- Formación y entrenamiento de los recursos humanos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Participación de todo el personal de la organización.
- Romper las barreras de la comunicación.

- Crear una cultura organizacional nueva y eficaz.
- Mayor capacitación al personal para desarrollar sus habilidades creativas, de análisis, soluciones y aportación de ideas.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL TPM:

El TPM se caracteriza por los objetivos “cero”. Para que cualquier cosa tenga un valor cero, hay que impedir que ni tan siquiera ocurra una sola vez. Sencillamente, es demasiado tarde si se espera a que ocurra un problema para luego resolverlo.

Por ello, el TPM pone sobre todo énfasis en la prevención la cual se fundamenta en los siguientes tres principios:

1. Mantenimiento de las condiciones normales o básicas de la instalación. Para ello, se debe impedir el deterioro de la máquina mediante un mantenimiento que maximice su vida útil y su disponibilidad.
2. Descubrimiento temprano de anomalías o causas de variabilidad, ya que modifican las condiciones operativas normales y afectan negativamente a los resultados económicos del proceso productivo, al incurrirse en mayores gastos.

Por ello se debe seguir una estrategia en la que se empleen herramientas o índices que permitan detectar cualquier indicio de que vaya a ocurrir una situación anormal, sólo así Implantación del TPM se podrán emprender acciones correctivas a tiempo sin merma para las condiciones normales del proceso.

3. Respuesta rápida. Ante la detección temprana de anomalías, la empresa debe disponer de una estructura competente, ágil y flexible que reaccione rápidamente y elimine las incómodas causas de variabilidad, antes de que se produzcan las averías.

Eficacia del equipo.

La eficacia del equipo es una medida de valor agregado de la producción a través del equipo. TPM maximiza la eficacia del equipo por medio de dos tipos de actividad.

- ✓ Cuantitativa: incrementa la disponibilidad total del equipo y mejora su productividad en un período dado de tiempo.
- ✓ Cualitativa: Estabiliza la calidad.

Una meta de TPM es incrementar la eficacia del equipo para que cada parte pueda ser operada en todo su potencial y mantenida a ese nivel. El creer que las cero descomposturas pueden ser alcanzados es un prerrequisito para el logro de TPM.

EL uso de TPM en la industria busca:

La gestión total del mantenimiento se basa en la mejora de los equipos desde su diseño, orientándolos a la prevención y detección de futuras fallas; es por ello que se debe formar y motivar a este personal en el desarrollo de tareas, para obtener “retroalimentación” de su conocimiento práctico del equipo.

El propósito primordial es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial; es decir, toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. La idea es que la “adopción de TPM” es un objetivo que todos compartiremos, pues también genera beneficios para todos los involucrados. El hacernos responsables de la conservación de nuestro equipo, repercute en mayor productividad, seguridad y facilidad para la operación. Incluso la participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados, pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes conviven con el equipo todos los días.

El TPM permite diferenciar una organización en relación con su competencia a través del impacto en la reducción de los costos, la mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas (Know-How) *, la calidad de los productos y servicios al cliente, M. SMITH (2004).

**KNOW-HOW. es el conocimiento práctico de cómo hacer algo. Know-how es a menudo el conocimiento tácito, lo que significa que es difícil de que se transfiera a otra persona por medio de la escritura o verbalizarlo en forma sintética.*

Los objetivos principales del TPM son:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.
- Crear un sentido de la propiedad.
- Promover la Mejora Continua (“Kaizen”) a través de actividades de pequeños grupos que involucran a todo el personal.
- Crear un entorno de trabajo vigoroso y entusiasta.

Las dos principales metas del TPM son:

I. Desarrollo de las condiciones óptimas en el taller como un sistema conjunto hombre-máquina. (personas trabajando conjuntamente y cerca de las máquinas).

II. Mejorar la calidad general del lugar de trabajo.

TPM sistema orientado a lograr:	Cero Accidentes
	Cero Defectos
	Cero Averías
	Cero contaminaciones
	Cero pérdidas de rendimiento

Las personas con mayor posibilidad de detener anomalías en el equipo son los operadores, ellos tienen contacto con la máquina la mayor parte del tiempo. Si se les capacita podrían detectar y prevenir averías. Los enfoques actualizados, con base en los desarrollos japoneses están de acuerdo en que el Mantenimiento Productivo Total para lograr una buena aplicación debe incluir cinco elementos básicos:

1. Llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la efectividad y disponibilidad del equipo (eliminando las seis grandes pérdidas).
2. Establece un sistema de mantenimiento preventivo y reingeniería para cada equipo. (predictivo para toda su vida útil.)
3. Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realice por los operarios, después de que hayan sido debidamente capacitados y hayan adquirido la destreza para que puedan prevenir y corregir fallas.
4. Establecer cursos de formación (capacitación) permanente a los trabajadores que aumenten su nivel técnico. Activamente involucrar a todos los miembros de la organización, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
5. Establecer un sistema para que el desarrollo de mantenimiento productivo y la gestión temprana del equipo. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.

A partir de todos estos conceptos surge el mantenimiento productivo.

Estas acciones buscan la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo hay participación en las áreas productivas, pues se busca la eficiencia global con la participación de todos los departamentos de la empresa. El objetivo de “cero pérdidas” se logra a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa, a través de la eliminación de las Seis Grandes Pérdidas*.

*Seis Grandes Pérdidas, las pérdidas más importantes que se generan e interfieren con la operación:

En el TPM los equipos constituyen el punto principal, en su administración se comienza por la identificación de las pérdidas. Siempre que un equipo funciona por debajo del nivel requerido, la pérdida de funcionamiento se registra y se monitorea. Estas pérdidas pueden agruparse en 6 categorías:

1) Pérdidas por fallas del equipo. (Averías)

Impacta la Disponibilidad como un tiempo muerto: Algunos ejemplos son: fallos de utillajes, mantenimiento no planificado, avería general de equipos, fallos de equipos.

En TPM el funcionamiento continuo de las máquinas en óptimas condiciones es de gran importancia; por lo que no deben existir fallas durante el proceso. Una falla o avería se define como el daño o deterioro que impide el funcionamiento de un equipo o herramienta.

Las fallas en los equipos son inminentes; sin embargo, es posible conocer el tiempo útil del equipo a emplear y el tiempo en el que se presenta la primera falla para poder estimar el tiempo que tendremos el equipo disponible. Hay flexibilidad en donde fijar el umbral entre una avería y una pequeña parada.

2) Pérdidas por falta de puesta a punto y ajustes de las máquinas

Impacta la Disponibilidad como un tiempo muerto: Algunos ejemplos son: puesta a punto/ cambios de máquinas, falta de materiales, falta de operarios, ajustes mayores, tiempo de calentamiento de máquina. Esta pérdida es normalmente tratada con técnicas de reducción de tiempo de alistamiento de máquinas como el SMED.

3) Pérdidas por tiempos muertos, marchas en vacío, esperas y detenciones menores durante la operación normal.

Impacta sobre la Eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento: Algunos ejemplos son: Obstrucción del flujo de productos, Atascos de componentes, alimentaciones incorrectas, sensor bloqueado, entrega bloqueada, limpieza, verificaciones. Típicamente se incluyen las paradas de menos de cinco minutos y que no requiere la intervención del personal de mantenimiento.

Las paradas breves pueden tener una incidencia muy grande en la efectividad de una línea, pues generan reducción de la eficiencia de los equipos, afectando directamente a la productividad, costo, calidad, plazo de entrega y también la seguridad.

4) Pérdidas por Velocidad de operación reducida.

Impacta sobre la Eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento: Algunos ejemplos son: funcionamiento áspero, debajo de la capacidad diseñada o estándar, desgaste de máquina, Ineficacia del operador. Cualquier cosa que evite que el proceso funcione a su velocidad estándar (Ej. ritmo ideal de producción)

5) Defectos en el proceso de manufactura

Impacta como una pérdida de Calidad: Algunos ejemplos son: rechazos por ajustes, retrabajos, reprocesado, daños internos del proceso, caducidad del proceso, montaje incorrecto.

Los rechazos durante el calentamiento, cambios o cualquier otro durante el inicio de producción pueden ser debidos a un alistamiento incorrecto, etc.

6) Pérdidas de Arranque.

Impacta como una pérdida de Calidad: Algunos ejemplos son: reparaciones, retrabajos, reprocesado, daños internos del proceso.

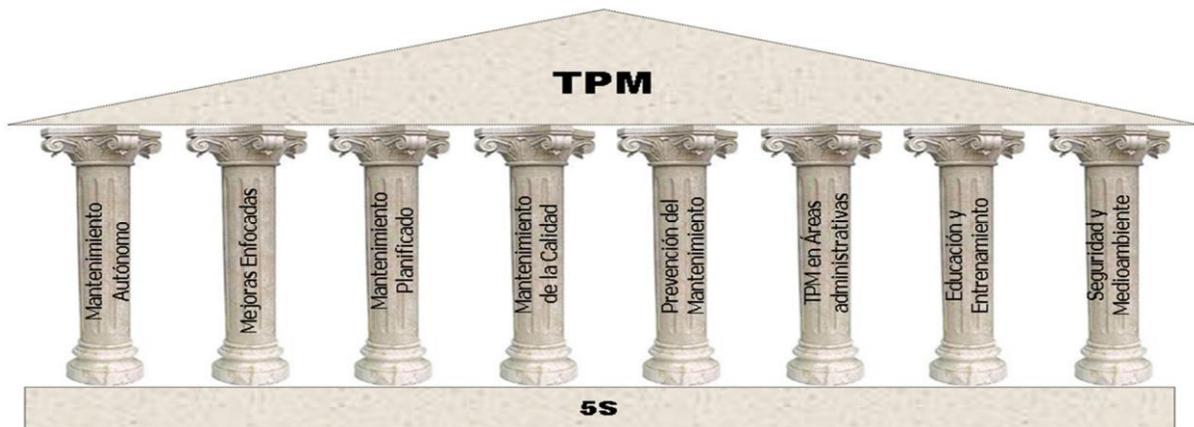
Por lo anterior, la meta fundamental del TPM con respecto al equipo es aumentar su eficacia hasta su máximo potencial y mantenerlo en dicho nivel. Esto puede lograrse entendiendo las pérdidas mencionadas anteriormente y diseñando medios para eliminarlas. (Ver Imagen 14)

3.4 Estructura del TPM:

El TPM puede visualizarse como uno un edificio con cimientos (5's) y 8 pilares sobre los que se apoya la filosofía, se lo describe en el siguiente gráfico:

Imagen 14. Pilares del Mantenimiento Productivo Total

Fuente: Keyword book (2002). TPM Encyclopedia. Japan Institute of Plant Maintenance



Filosofía de mejora 5's (Cimiento del TPM)



(Fernández ,2019)

Visión general de las 5´S

5´S, es una filosofía de trabajo cuyo objetivo es ayudar a las personas a que tomen la decisión de organizar el lugar de trabajo y mantenerlo limpio, que permita crear condiciones estandarizadas, bajo una actitud disciplinada. 5´S simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

Esta metodología fue elaborada por Hiroyoki Hirano, y se denomina 5´S debido a las iniciales de las palabras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke que significan clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina respectivamente.

El programa 5´S pretende que la actividad en los puestos de trabajo sea ordenada y limpia, y se mantenga el entorno de trabajo conforme a las especificaciones establecidas.

5´S es un programa de participación expandida en las compañías, que incluye a todo el personal de la organización.

Tiene un alcance muy efectivo para motivar gente y mejorar nuestro ambiente de trabajo y efectividad.

3.5 Las 5´S. Definiciones:

1. Seiri (Clasificación)

Significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo y lo que es innecesario y debe desecharse o retirarse.

Se debe eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario, identificando los elementos que habrán de ser eliminados y los que son utilizables para otra operación. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima.

2. Seiton (Orden)

Significa organizar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquier persona pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.

Se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos. Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, entre otros. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

3. Seiso (Limpieza)

Significa limpiar suelos y mantener las cosas en orden, además de identificar las fuentes de suciedad e inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallas.

Una vez que se haya eliminado los estorbos y la basura, y relocalizado lo que se necesita, viene una limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpio y ordenado que tienen su lugar de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas y rotas. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevar a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.

4. Seiketsu (Estandarización)

Significa que siempre se debe seguir la misma secuencia de trabajo, además tomar en consideración lo siguiente:

- Los métodos totalmente documentados.
- Los métodos están visibles en cada estación de trabajo.
- El material está colocado siempre en el mismo lugar.
- La información se presenta de la misma forma en toda la planta.

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "s". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Al implementar las 5'S, se deben estandarizar las mejores prácticas en el área de trabajo. Es importante motivar a los trabajadores para que participen en el desarrollo de estos estándares o normas ya que constituyen una valiosa fuente de información en lo que se refiere a su trabajo.

5.Shitsuke (Disciplina)

Significa seguir siempre procedimientos de trabajo en forma específica.

Pasos:

- Hacer visible los resultados de las 5 S's.
- Provocar la crítica constructiva con otras áreas, plantas y hasta empresas.
- Promover las 5 S's en toda la empresa mediante esquemas promocionales.
- Provocar la participación de todos en la generación de ideas para fomentar y mejorar la disciplina en las 5 S's.

Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "s" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Esta será, con mucho, la "S" más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las 5'S. Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Estatus Quo" y la "vieja" forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "estatus quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

Beneficios de las 5'S

- Liberar espacio útil en planta y oficina
- Reducir los tiempos de accesos a las herramientas
- Facilita el control visual de herramientas y documentos
- Identificar rápidamente el lugar de los elementos
- Mejora presentación y estética del área
- Reduce el riesgo de que se produzcan accidentes
- Se evitan pérdidas por suciedad
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- Crea el hábito de conservar impecable el sitio de trabajo.

Objetivo de las 5'S:

- Hacer que varíen de forma duradera los comportamientos y las prácticas diarias de los actores que toman parte en la actividad de la empresa
- Facilitar la identificación de pérdidas que hasta el momento estaban ocultas, con la finalidad de analizarlas mejor y reducirlas.
- Mejorar la seguridad, la calidad, el rendimiento y reducir las interrupciones.

Condiciones para el éxito del programa de las 5S:

- Compromiso de la dirección.
- Participación efectiva de todos.
- Cambiar las mentalidades y eliminar los obstáculos para la acción (Ej.; siempre se ha hecho así; hay problemas más importantes por resolver; no es mi responsabilidad; nada cambiará; esto es imposible; etc.).

Una vez bien implementado, la filosofía de las 5'S eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de mejora continua genera menores desperdicios y mejor calidad de productos, los cuales, hacen a la organización más remunerativa y competitiva en el mercado.

3.6 Pilares del Mantenimiento Productivo Total

El sistema de mejora continua TPM se fundamenta en 8 pilares específicos para acciones concretas diversas, que al ser aplicados en forma gradual y progresiva dentro de la organización garantizan la obtención de mejoras en los sistemas productivos.

3.6.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

Kaizen es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo".

Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra. Aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas, permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora. (López, 2009) Menciona que este pilar se encuentra compuesto por siete pasos: selección del tema de estudio, crear la estructura para el proyecto, identificar la situación actual y formular objetivos, diagnóstico del problema, formular plan de acción, aplicar las mejoras y evaluar las mejoras.

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos ínter funcionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Su objetivo es incrementar la productividad, controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación.

3.6.2 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen.)

El objetivo del mantenimiento autónomo es “Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador”.

Consiste en la participación por parte de los operarios, por medio de la capacitación en el conocimiento a detalle de la operación y funcionamiento de su equipo, así como de su entorno; para evitar fallas o deterioros en las máquinas y equipos; es decir, se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales”. (Tajiri M., 2008).

Una característica básica del TPM es, que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

(López, 2009) Explica que hay tres etapas de desarrollo que se deben alcanzar con la implementación del mantenimiento autónomo: mejora la efectividad de los equipos con la participación del personal, mejora las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos los niveles de eficacia de los procesos de producción, y mejorar el funcionamiento de manera general de la empresa.

La idea principal es atender los síntomas fuera de lo normal que presente el equipo, mediante el diagnosticar y prevenir fallas eventuales de su equipo por parte del operario y de este modo prolongar la vida útil del mismo.

El aumento de la efectividad del equipo es mediante la eliminación de averías o fallas; de acuerdo a la expresión coloquial es muy cierto que: “Operadores/Usuarios son los ojos y oídos del equipo”. (Dounce E., 1998). Por lo que las funciones de mantenimiento preventivo son mejor ejecutadas por los mismos operadores (capacitados).

Sus beneficios son muy importantes y se enuncian a continuación:

- Incrementar los conocimientos y habilidades del personal de producción, para que utilice adecuadamente su máquina, y participe en su cuidado y restauración.
- Restaurar las máquinas y mantenerlas en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Formar equipos autónomos que contribuyan con el logro de los objetivos de la planta.
-

3.6.3 Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercarse progresivamente a la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero desperdicios, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores será ejecutado por personal especializado en mantenimiento. Lo que finalmente se busca con este pilar es gradualmente llegar a “cero averías”, que es uno de los propósitos estratégicos y resultados esperados en la implementación de TPM en una organización (López, 2009)

La idea del mantenimiento planificado consiste en que el operario diagnostique la falla y la indique en etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina.

Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

Órdenes de Trabajo

Es el documento mediante el cual se autoriza realizar determinado trabajo, estimando el alcance y extensión del trabajo, contemplando datos que son de suma importancia, y posteriormente es archivada.

Contiene información que describe el trabajo a realizarse en forma planificada incluyendo hora, fecha de inicio y de finalización entre otros datos.

Plan de Mantenimiento

Permite obtener mayor control de los equipos en materia de mantenimiento mediante formatos de operación por equipo o máquina, generalmente se realiza una división de la planta productiva en tres grupos:

- Producción: Todos los equipos que intervienen directamente en la producción ya sean mecánicos, eléctricos, neumáticos, electrónicos, etc.
- Servicios: Son equipos que suministran servicios como agua, luz, aire, etc. que no intervienen directamente en la planta productiva pero que son necesarios para la producción.
- Edificios: Se refiere a las instalaciones compuestas de instalaciones eléctricas, red de drenaje, agua, estructuras como oficinas, bodegas, almacenes, etc. Las cuales requieren de mantenimiento de obra civil principalmente.

El plan de mantenimiento permite programar las acciones de mantenimiento a mediano y largo plazo, reduciendo las paradas por fallas de equipos y permitiendo una producción en forma continua.

3.6.4 Mantenimiento de la Calidad (Hinshitsu Hozen)

Tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen un impacto directo en las características de la calidad del producto.

Su propósito radica en establecer las condiciones del equipo para obtener "cero defectos". Las acciones del Mantenimiento de Calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" con el objeto de facilitar la continuidad de operación de los equipos.

A continuación se mencionan las tareas del Mantenimiento de Calidad:

- Prevenir defectos de calidad, certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos", dentro de los estándares establecidos.
- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que éste no genere defectos de calidad.
- Documentar las variaciones de la calidad del producto en cada equipo y con cada elemento del equipo, con la intención de prevenir defectos futuros en el producto final y en caso de presentarse variaciones, tomar acciones oportunas a la situación y cambiar los elementos de la máquina que sean los causantes de los defectos.

Mantenimiento de Calidad no es...

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

Mantenimiento de Calidad es...

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

3.6.5 Prevención del Mantenimiento

Objetivo: Reducir los costes de mantenimiento, mediante la realización de actividades de mejora durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos.

Es un sistema de mantenimiento que apunta a tomar las precauciones “antes de que pase”.

Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia el nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad*, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

**Teoría de la fiabilidad. - Probabilidad de que un componente o sistema, desarrolle durante un periodo de tiempo dado, la tarea que tiene encomendada sin fallos, y en las condiciones establecidas.*

Se pretende con este pilar, asegurar que los equipos de producción a emplear sean: fiables, fáciles de mantener, fáciles de operar, seguros, y lograr un arranque vertical (arranque rápido, libre de problemas correcto desde el principio)

3.6.6 Mantenimiento en Áreas Administrativas

Objetivo: Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.

Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

En estas áreas las siglas del TPM toman estos significados como se muestra en el siguiente cuadro:

T	Total Participación de sus miembros
P	Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)
M	Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Cuadro 1 .TPM en Áreas Administrativas

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

3.6.7 Educación & Entrenamiento

Objetivo: Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
 - Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades; para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo.

De acuerdo a las necesidades detectadas en las reuniones de Mantenimiento Autónomo y de otros programas, los mismos empleados proponen que capacitación requieren. Facilitando la formación práctica básica, que realmente se requiera para mantener un determinado equipo o liderar con éxito un programa específico.

La capacitación o entrenamiento constante y formal al personal; y la responsabilidad de cada integrante, son parte de la piedra angular para el éxito de TPM.

3.6.8 Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

La práctica de los procesos TPM crea responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad.

3.7 Beneficios del TPM:

Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.

Seguridad

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.

- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.

Productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las organizaciones.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del servicio y producto final.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.
- Apoya al JIT* asegurando el funcionamiento óptimo del equipo

*Just in time (Justo a tiempo). es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés. También conocido como método Toyota o JIT, permite aumentar la productividad. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias.

Capítulo IV Implantación de TPM en la industria de quesos frescos en México

4.1 Surgimiento de la idea de implantación en una empresa

La idea de maximizar la efectividad de los equipos a través de su ciclo de vida ha conllevado a las empresas a introducirse en el mundo del TPM desde que el JIPM* promovió su implementación en el año de 1971 (Tajiri & Gotoh, 1999). Este fenómeno comenzó con la reconsideración de los conceptos de calidad de Deming, que luego fue desarrollada en la industria del automóvil y que paso a formar parte de la cultura corporativa de las empresas como Toyota, Nissan y Mazda y sus suministradores y filiales. Luego se empezaron a introducir industrias de proceso, partiendo de sus experiencias en el mantenimiento preventivo (Suzuki, 1995). Las compañías que han deseado implementar TPM dirigen sus metas hacia las “Cero averías” y hacia las “cero fallas”; Mantener óptimamente al equipo no solo implica lograr que la maquina ruede bien, sino que además nunca se detenga por alguna falla (Shirose, 1992). El TPM apunta hacia el mejoramiento de las condiciones existentes de la planta y al incremento del conocimiento y las habilidades para llevar a cabo las metas de cero accidentes, cero defectos y cero paradas. En México el TPM es un tema relativamente nuevo que ha tomado importancia gracias a los buenos resultados que han obtenido empresas grandes de la economía mexicana. Debido a esto las empresas comenzaron en la implementación de la filosofía a partir de compañías filiales o proveedores que se encontraban implementando dicha disciplina (Suzuki, 1995). En el mundo de hoy para que una empresa pueda sobrevivir, debe ser competitiva y para hacerlo debe cumplir con tres condiciones fundamentales:

- Brindar un producto de óptima calidad: Es debido a esto que muchos de los clientes sugieren a las empresas que las proveen de algo, ya sea materia prima u otro recurso, la implementación del TPM, con el fin de aumentar la calidad o conformidad del producto entregado y así ambas partes salir beneficiadas.
- Tener costos competitivos: Una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta.
- Realizar las entregas a tiempo: Disminuir el tiempo de entrega hacia el cliente para aumentar su satisfacción, es otro punto importante por la cual empresas interesadas en el beneficio de estas sugieren la implantación de TPM (Steinbacher & Norma, 1993).

Es importante tener en cuenta que antes de iniciar un proyecto de este tipo, se debe tener conciencia de la inversión grande de tiempo, dinero y de esfuerzo de entrenamiento antes de que se empiecen a observar resultados sustanciales. También no se debe apurar a implementar TPM sin estar preparados. Es un paso drástico que cambiará la cultura corporativa y tomará mucha preparación y fuerte compromiso (Hartman, 1992).

**JIPM: Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas. Posee el registro del término TPM.*

Las compañías buscan la implementación de TPM para lograr resultados como:

- El ahorro de dinero que se da primordialmente de la eliminación de retrasos y paradas operativas. Si los operarios se encuentran preparados para la búsqueda y eliminación de fallas los ahorros de dinero serán considerables.
- Mejorar la calidad del producto ya que los operadores por medio de respuestas rápidas a las interrupciones en los procesos pueden prevenir ajustes subsecuentes.
- Aumentar la seguridad, ya que sin el TPM, frecuentemente operadores y mecánicos pueden recurrir a métodos inseguros para simplificar sus trabajos. Ellos pueden no tener las herramientas adecuadas, entrenamiento o suministros para realizar un trabajo seguro.
- Reducir pérdidas, ya que entre las metas del TPM incluye maximizar la efectividad de los equipos y eliminar el desperdicio causados por estos.
- Mejorar el estado del mantenimiento, debido a que los operadores se vuelven dueños de sus equipos siendo más conscientes de las funciones que el equipo debe realizar y son capaces de realizar reparos menores, hacer chequeos de ajuste y mantenimiento preventivo.
- Mejorar la disponibilidad de los equipos, debido a que menos tiempo será gastado en la espera por el personal de mantenimiento.
- Mejorar el trabajo en equipo entre el personal de producción y mantenimiento. Con el TPM ambas partes trabajan juntos para buscar áreas

en las cuales puedan complementarse, comenzando a compartir conocimientos y habilidades entre operarios y técnicos.

- Mejorar habilidades y flexibilidad de los empleados, ya que cada uno está mejor preparado para responder a las necesidades del equipo (Maggard & Rhyne, 1992).

TPM tiene un doble objetivo: cero caídas en producción y cero defectos, cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado, y en consecuencia la productividad se incrementa. Típicamente se requieren 3 años desde la introducción del TPM para obtener resultados satisfactorios. El costo depende del estado inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento.

Para introducir TPM en la fábrica, la alta dirección debe incorporar el TPM dentro de las políticas básicas de la compañía, y concretar metas, tales como incrementar el período de uso del equipo a más del 80%, reducir las descomposturas en 50%, etc. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades de pequeños grupos en el lugar de trabajo, que aseguren el cumplimiento de las metas. En TPM, los grupos pequeños establecen sus propias metas basadas en las metas globales.

La mayoría de la gente tiene una resistencia innata al cambio, aún con los cambios que tienen consecuencias deseables, TPM, incrementa productividad, calidad, reduce costos, mejora las ganancias, y crea un ambiente favorable para los trabajadores. Aun así la alta gerencia de muchas compañías cuestiona el uso de TPM en su firma, aun observando los resultados dramáticos obtenidos por otras compañías.

Eliminar tal resistencia requiere educación preliminar en cada nivel. En Japón, sesiones de dos días han sido suficientes para los gerentes de departamento y de sección, y para líderes de grupo, mientras tres días se requirieron para los ingenieros de apoyo. Para los empleados de piso, se les instruye por sus supervisores, en como acerca de cómo participar en las actividades de grupo, y se les capacita con una presentación gráfica sobre el TPM.

Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM, deben ser desarrollados individualmente por cada compañía, es decir, ajustado a sus requerimientos. Hay cinco metas interdependientes, que representan los mínimos requerimientos para desarrollar el programa TPM:

- Mejora en la eficacia del equipo
- Mantenimiento autónomo por los operadores
- Un programaplaneado de mantenimiento y administrado por el departamento de mantenimiento

- Entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento
- Un programa de administración del equipo, para prevenir problemas que ocurren durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas.

4.2 El concepto del TPM

El TPM es un modelo completo de dirección industrial. No se trata de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es una estructura de gestión industrial que involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano

En cuanto al proceso de implantación, la gran mayoría de los autores coinciden en que se requiere una transformación de la cultura corporativa para crear el escenario propicio para el TPM. Sólo unos pocos consideran que éste es adaptable y puede introducirse en las empresas sin la necesidad de establecer un cambio cultural profundo. En cualquier caso, el éxito o fracaso del TPM, depende de la creación de una organización bien estructurada que se fundamenta en el compromiso de la Alta Dirección, la cultura de la compañía y las características personales de sus integrantes.

La implementación estratégica de TPM también puede facilitar el logro de las diversas prioridades y metas de manufactura organizacional, en el aspecto de la productividad una de las consideraciones deberá ser que proporcione personalización con capacidad adicional, cambio rápido y diseño del producto; reduce los problemas de la calidad de producción inestable; en cuanto a costo se refiere ayuda a la eficiencia de los procedimientos de mantenimiento; refiriéndose a la entrega, mejora la eficiencia de entrega así como la rapidez y la confiabilidad, seguridad, elimina situaciones peligrosas y por último la moral, en la cual se empodera y desarrolla a los empleados. (Ahuja & Khamba ,2008)

Paralelo al establecimiento de las condiciones estructurales, el éxito o fracaso de un proyecto de TPM depende también de un adecuado manejo del cambio y aprendizaje individual y organizacional. Este es el vehículo para el correcto establecimiento de las condiciones organizacionales requeridas y fue otro de los hallazgos importantes que se tuvo en un proyecto de investigación anterior (Vélez y Villegas, 2005). Una apropiada orientación del proceso de cambio requiere de la oportuna identificación y manejo de los obstáculos tanto individuales como organizacionales que impiden que las nuevas formas de trabajar se establezcan debidamente.

4.3 Aspectos relacionados con el inicio del proyecto de implantación.

El TPM como cualquier estrategia empresarial requiere de una estructura organizacional para su puesta en marcha. Son muchos los diseños de organización que se han visto utilizar para la implementación de TPM en las empresas. Unos más eficaces que otros, ya que han sido desarrollados con estudios previos y rigurosos y otros como resultado del impulso de la alta dirección que asignan el proyecto a un responsable TPM.

Desde el punto de vista teórico, diseñar una organización significa preparar cómo los integrantes de una compañía van a desarrollar la forma de ejecutar las acciones previstas, relaciones de comunicación, delegación y redes de control de las acciones.

El éxito o fracaso de un programa como TPM, depende de la creación de una organización bien estructurada, lo cual es una labor delicada, que se fundamenta en el tipo de personas que la componen, la cultura de la compañía y las características personales de sus integrantes. Es posible que una organización muy bien estructurada no funcione en otra compañía con características similares, ya que los perfiles personales son distintos. Sin embargo esta arquitectura organizacional se debe cuidar lo suficiente ya que con solo las cualidades personales no se pueden lograr las metas propuestas (Hartman, 1992).

Una tendencia comúnmente utilizada al iniciar el proyecto TPM, es definir una línea piloto, la cual permitirá identificar los cambios a venir, en cuanto a inversión, capacitación, cultura y demás, visualizando así los beneficios, barreras y estrategias a utilizar para poder sacar adelante el proyecto. Esto garantizará poder estandarizar el proceso de implementación, identificar las mejores prácticas, determinar la mejora en los diferentes indicadores de la línea, contagiar al resto del personal al ver los beneficios y permitir una mayor aceptación, rapidez, cambio cultural y replica hacia las otras líneas y/o áreas de la planta. Para la selección de esta línea o equipos piloto, las empresas hacen uso de algunas matrices, con las cuales de acuerdo a ciertos criterios internos como complejidad, impacto, criticidad, entre otros, establecer una categoría de priorización para las líneas y/o equipos, indispensables para la creación del Plan Maestro.

Paralelo al establecimiento de las condiciones estructurales, el éxito o fracaso de un proyecto de TPM depende también de un adecuado manejo del proceso de cambio y aprendizaje individual y organizacional. Este proceso es el vehículo para el adecuado establecimiento de las condiciones organizacionales requeridas. El adecuado manejo del proceso requiere de la oportuna identificación y manejo de los obstáculos tanto individuales como organizacionales que impiden que las nuevas formas de trabajar se establezcan adecuadamente.

De acuerdo con la experiencia de las empresas con implementación exitosa adicionalmente a la estructura interna de TPM se requiere de un soporte o asesoría externa, capacitado en el tema, que guíe a la empresa en cada una de las etapas, garantizando la correcta implementación y alineando las empresas con los requerimientos para las certificaciones establecidas por la JIPM.

4.4 El proceso de cambio

Para los teóricos es claro que el establecimiento de cualquier modelo administrativo “hard” requiere paralelamente el manejo de procesos de cambio “soft” necesarios para que los propósitos buscados en el modelo administrativo se conviertan realmente en hábitos de trabajo y en verdadera transformación de la forma como se hace el trabajo (Norton, 2002). Muchos estudios se han hecho sobre modas administrativas (Villegas López, 1999), y sobre el fracaso de los procesos de cambio (Kotter, 1997).

Para el manejo de los procesos de cambio, la literatura establece que a los cambios técnicos debe corresponder un trabajo paralelo de cambios en la parte cultural y personal de la empresa, especialmente en los aspectos del aprendizaje y adaptación de las personas (Allaire & Firsirotu, 1985). Todo proceso de cambio implica un proceso de aprendizaje. La teoría del aprendizaje de adultos juega un papel importantísimo en el estudio de los procesos de implantación de tecnologías en la empresa. El adulto aprende porque desaprende muchas de las cosas que sabe hacer. El rompimiento con el pasado implica una pérdida real para la persona que debe superarse si se quiere que se pase de la simple fase de cumplimiento con las nuevas tareas a una fase de abierto compromiso. Esta etapa de terminación es dolorosa y requiere de un acompañamiento especial con el fin de que el duelo y la ruptura coloquen a las personas en condiciones de asimilar con verdadero significado los procesos propuestos (Bridges, 1993).

Ahuja & Khamba (2008) argumentan que en la implementación estratégica de TPM también puede facilitar el logro de las diversas prioridades y metas de manufactura organizacional, en el aspecto de la productividad una de las consideraciones deberá ser que proporcione personalización con capacidad adicional, cambio rápido y diseño del producto; reduce los problemas de la calidad de producción inestable; en cuanto a costo se refiere ayuda a la eficiencia de los procedimientos de mantenimiento; refiriéndose a la entrega, mejora la eficiencia de entrega así como la rapidez y la confiabilidad; seguridad, elimina situaciones peligrosas y por último la moral, en la cual se empodera y desarrolla a los empleados.

El concepto de cambio, visto desde la perspectiva como el paso en el tiempo de una persona o grupos de un estado o condición de operación “A” a un estado o condición de operación “B”, implica un proceso de mejoramiento o transformación de la manera como se hacen las cosas en una determinada unidad de la empresa o en una determinada persona. Los cambios pueden ser superficiales o profundos En los

primeros solamente se altera o mejora la manera de hacer las cosas o los procesos, sin alterar los supuestos sobre los cuales está definido el sistema de trabajo. En el segundo se logra un cambio en los supuestos bajo los cuales se está actuando, dando paso éste último a lo que se denomina una transformación o cambio de estatus quo. Los cambios pueden hacerse dentro del estatus quo o pueden llevar a cambios o transformaciones del estatus quo (Van Gigh, 1981); (Robbins, 1999).

Desde un enfoque normativo, la adecuada implantación del TPM debe conllevar una transformación en la forma de pensar y de hacer las cosas dentro del negocio. El cambio profundo debe llevar a un cambio en los paradigmas de operación del negocio y a un replanteamiento de las prácticas establecidas para dar lugar a nuevas formas de operar y relacionarse las personas dentro del contexto organizacional. Cuando el cambio es solamente de procedimientos, procesos, o funciones del organigrama, o cuando solamente toca los aspectos formales de la operación, el cambio no llega a la esencia de la transformación del negocio que consiste en el establecimiento de una nueva manera de ver y trabajar dentro de la empresa. El cambio profundo debe llevar a un cambio en el pensamiento de la gente. El mero actuar por cumplimiento no garantiza que el cambio está realmente establecido. A pesar de que formalmente se hayan establecido los sistemas, procedimientos y prácticas, si no se logra un cambio en el pensamiento el cambio se queda a mitad de camino y no cumple con el propósito de establecer una nueva forma de trabajo significativo para la gente (Senge, 2000).

El cambio de pensamiento requiere tiempo, no se da en el corto plazo. Las metodologías de cambio proponen una primera etapa de confrontación, en la que las personas se expongan a las razones y a la necesidad de cambiar. Si esto no se logra el proceso tiende a hacerse difícil. Las personas hacen las cosas por cumplir, pero no realmente porque encuentren verdadero sentido en hacerlo.

La estabilidad de resultados del proceso de cambio delata que las personas han llegado a este nivel de convencimiento. Cuando el cambio es motivado o inducido solamente por razones de fuerza, autoridad o de intereses económicos, las conductas resultantes son de alienación, cumplimiento o interesadas (Etzioni, 1975). La consistencia de los resultados no va más allá de la presencia de los elementos externos que indujeron estos comportamientos. El cambio con argumentos externos se sostiene a un costo de administración, alto. Su permanencia depende en gran medida de la presencia de los elementos de fuerza exterior que los indujo. Tal es el caso de cambios que dependen de la presencia de un líder fuerte o de incentivos, o de normas regulatorias establecidas para tal efecto.

Por el contrario cuando el cambio proviene de la convicción personal, de razones personales apropiadas por la persona, el cambio tiene una duración mayor. Este segundo estadio se manifiesta en el nivel de autonomía que las personas adquieren en el manejo del proceso. Estudios sobre autonomía en el trabajo y sobre grupos

autónomos han delatado esta segunda condición (Orsburn, Moran, Musselwhite, & Zenger, 1990); (Hackman, 1992).

Los modelos clásicos de cambio organizacional, siguiendo los planteamientos de Kurt Lewin, identifican tres etapas del proceso que de manera genérica pueden identificarse como las etapas de descongelamiento, movimiento y recongelamiento. (Tichy & Sherman, 1993); (Robbins, 1999).

Al interior de cada una de las tres etapas se presentan obstáculos que deben ser superados adecuadamente para que el proceso quede bien establecido. No necesariamente las tres etapas se encuentran en estricta secuencia. De hecho existen traslajos importantes en las etapas, pero, para efectos de análisis, las tomaremos independientemente.

Pueden existir muchos obstáculos para el cambio, algunos característicos de alguna etapa, otros, los más, cruzan transversalmente las tres etapas. Las principales categorías de obstáculos pueden caer bajo las siguientes denominaciones:

Liderazgo inapropiado: Muchos obstáculos para el proceso de cambio vienen de la falta de liderazgo expresado en la inadecuada comunicación tanto de la visión como de las razones del cambio como de qué es lo que va a cambiar definitivamente. Falta de liderazgo expresado en la falta de exigencia en los estándares mínimos de desempeño requeridos, falta de presión para lograr resultados o para iniciar el cambio. Falta de liderazgo expresada en la falta de apoyo a las personas con el entrenamiento y educación necesaria para el establecimiento de las nuevas rutinas de trabajo, Liderazgo inapropiado expresado en el hecho de que el jefe no demuestra interés por el proceso de cambio, o por sus resultados.

Motivación inapropiada: Las personas no sienten necesidad de cambiar. Piensan que el cambio está motivado más por caprichos e intereses personales del jefe que por situaciones reales de empresa; sienten que hay falta de consenso organizacional acerca del cambio, que es visto más para atender las ideas de una persona que para lograr un resultado corporativo. Los objetivos del cambio son conflictivos con los intereses de las personas o de los grupos implicados. Las personas no ven con claridad cómo y qué papel es el que quedarán jugando después del proceso. Entienden que el proceso es una amenaza de alguna manera para ellos (con relación a su estabilidad, autoimagen, seguridad, etc.).

Desalineamientos organizacionales formales: Se presentan condiciones estructurales, formales del negocio que no se identifican, y que hacen que las iniciativas choquen con políticas, procedimientos o sistemas establecidos. Otros obstáculos están relacionados con la desarticulación de las iniciativas de cambio y los demás sistemas y áreas de la empresa. A este respecto pueden verse problemas como el desalineamiento entre las pretensiones del cambio y la operación de las demás áreas, el choque entre la filosofía que se quiere implementar y el enfoque de políticas y procedimientos establecidos.

Diferencias en enfoques y expectativas: Otros obstáculos están relacionados con la naturaleza misma del proceso tales como la lucha entre los que quieren ver resultados ya, ciertos, y los que piensan que el proceso toma tiempo y que en el entretanto hay que manejar alguna ambigüedad. Otro posible problema es que los cambios compiten con otros procesos dentro de la empresa y/ compiten con eventos de mayor prioridad dentro de la compañía, de manera que se inicia el proceso y debido a la presencia de otros asuntos que trabajar se pierde la dinámica misma del proceso y éste se queda a nivel simplemente formal o en etapas iniciales, cuando no es que aborta el proceso.

Luchas y juegos de poder. Otros obstáculos, de índole política están ligados al conflicto de intereses o a luchas territoriales entre las áreas, o a la colisión de intereses de la organización y los que están implementando el cambio o los operadores de éste.

Conflictos individuales. Hay obstáculos asociados a los individuos que participan del proceso, especialmente en lo relacionado con el manejo de las pérdidas que tiene el cambio para las personas y las reacciones de éstas a las pérdidas del cambio. Los hallazgos de Bridges al respecto son de suma importancia (Bridges, 1993).

Patologías organizacionales. Existen otros obstáculos de tipo estructural que son resultado de patologías organizacionales. Estas patologías inmovilizan a las personas y los grupos a actuar, y se convierten en barreras inconscientes para el aprendizaje colectivo. La identificación y manejo de estos obstáculos es de primera importancia para el adecuado liderazgo y manejo del cambio en el TPM. Los principales obstáculos que uno pensaría que se pueden encontrar son los relacionados con el empoderamiento de las personas, el jugar a dar iniciativa para el desarrollo del trabajo, el manejo de la desconfianza y falta de credibilidad entre áreas o niveles de la organización involucrados en el proceso del TPM, las creencias o actitudes derrotistas de las personas por malas experiencias del pasado, los miedos de las personas a equivocarse, a correr riesgos, a hacer cosas diferentes, etc., o el juego de doble moral existente en el cual está institucionalizada la separación de la palabra y la acción. Se dicen cosas pero se hacen otras y la gente considera esto legítimo. La literatura sobre patologías y doble moral de las organizaciones identifica muy bien estos fenómenos (Kets De Vries & Miller, 1985); (Etkin, 1993); (Frost, 1985).

Peter Senge identifica los siguientes obstáculos (Senge, 2000).

- Para el inicio del cambio:
- Falta de tiempo.
- Falta de ayuda (entrenamiento y apoyo).
- Falta de enfoque y significado del proceso para personas que están en él.
- Falta de pertinencia.

- Falta de mantener las expectativas sobre el proceso, a pesar de que los resultados no se manifiesten tan pronto como las personas lo desean.

Para el sostenimiento del proceso de cambio:

- Manejo del temor y la ansiedad.
- Mantener la medición y el seguimiento al proceso.
- Manejo de la falta de credibilidad y aceptación de otras áreas.

Para el proceso de rediseñar y repensar los sistemas y procesos implicados en el cambio:

- Mantener un líder corporativo y un campeón del cambio con la suficiente credibilidad y persistencia para sacar el proceso adelante.
- Problemas de gobierno organizacional, difundir los resultados y logros del proceso de cambio con el fin de lograr crear una atmósfera adecuada al proceso dentro de la empresa.
- Mantener clara la estrategia y el propósito del proceso con el fin de que no se confundan los fines con los medios y no se pierda la mirada de conjunto con los detalles y problemas de la implantación del día a día.

El concepto de “Resistencia al cambio”, como obstáculo, ha sido revisado por Bridges. Las personas no se resisten al cambio sino a las pérdidas que el cambio les acarrea. Una adecuada identificación de las pérdidas que tiene la persona o el grupo y una buena estrategia de acompañamiento son fundamentales para un adecuado proceso (Bridges, 1993).

La identificación y manejo de los obstáculos para el cambio es un factor de primer orden para la adecuada implantación del modelo de TPM. No existe una fórmula estricta para ello. Queda la creatividad y recurso e ingenio de los líderes para el manejo de estos problemas.

Se propone que, cuando no hay una adecuada identificación y no se han desarrollado adecuadas estrategias para manejo de los obstáculos para el cambio, el avance de la implantación formal del modelo es lento, costoso y no da los resultados esperados. (Villegas López, 2014).

4.5 Principios básicos para implantar TPM

1) Crear un lugar “limpio y brillante” de trabajo

Una de las bases principales en las cuales está fundada la filosofía de TPM, es la de lograr sitios de trabajo en los cuales todos los trabajadores se sientan estimulados y cómodos por las mismas condiciones de su entorno. Es por esto por lo que TPM también busca crear un lugar limpio y brillante de trabajo en el cual se cree una conciencia de respeto por el entorno.

Esto es ejemplificado por la fábrica “Shiga”, compañía japonesa dedicada a la manufactura de equipos de aire acondicionado, la cual ganó el premio PM de Planta excelente en 1990. Esta fábrica ha estado haciendo TPM para crear un ambiente placentero porque piensa que en la fábrica: “Nuestro negocio después de todo, es proveer unidades de aire acondicionado para crear un espacio confortable para la gente que viva o trabaje en él”. La administración de la fábrica pensó: “¿Por qué, entonces, no hacemos nuestra fábrica por sí misma un lugar placentero de trabajo, así como lo hacen nuestros productos?”. Ahora, caminando a través de la fábrica Shiga, uno encuentra el piso literalmente brillante, con muchas áreas reservadas para descanso de trabajadores o relajamiento, en lugar de ser usadas para inventarios de productos, lo que era frecuente antes de que TPM fuera implementado. Ahora están disponibles sillas confortables y mesas, con macetas y plantas, y algunos acuarios a lo largo de las áreas de manufactura. Esta es claramente una fábrica placentera, y todo en el piso está inclinado a sentirse feliz y alegre (Suzuki, 1995).

2) Reforzar la organización

Una vez comprendido el propósito de TPM, suena familiar entender que éste será alcanzado solamente mejorando los sistemas de producción. Para lograrlo, será necesario reforzar a la gente e instalaciones y, a través de ellos, la organización.

Reforzar gente significa, en efecto, cambiar sus formas de pensar y sus actitudes. En TPM, se insiste, sobre “Mantenimiento autónomo de los operadores”; esto es, que cada operador debe ser responsable del cuidado de su equipo. Cada operador debería estar involucrado en aquellos trabajos de mantenimiento del día a día, tales como: limpieza, lubricación, ajuste de tornillos, inspección etc. Se insiste en que el concepto tradicional de división del trabajo de: “Tú ajustas la máquina y yo la operaré” se debe eliminar. Se sugiere que todos en la compañía, desde la alta gerencia hasta los operarios de línea, cambien su actitud y adopten la idea de: “cada operador de máquina mantendrá la máquina por sí mismo”. También se sugiere perseguir el concepto de reducir las pérdidas crónicas a cero y maximizar la efectividad de los sistemas de producción al límite absoluto. Sin duda alguna, necesitamos entrenar a los trabajadores para que ellos tengan las suficientes habilidades y conocimientos para poner esas ideas dentro de la práctica; necesitamos desarrollar gente que sean expertos con sus máquinas y equipos (Shirose, 1995).

El concepto de reforzar las instalaciones significa mejorar las máquinas y equipos para que no haya pérdidas crónicas como: descomposturas, pérdidas de ajustes, pérdidas de velocidad y mala calidad en los productos. Así que si aprendemos como hacer mejor estas tareas, no debería haber pérdidas.

Si la gente cambia para mejorar, las instalaciones mejorarán. Si las facilidades cambian para mejorar, el cambio en las formas de pensar de la gente y sus actitudes también se acelerarán (Shirose, 1995).

3) Efectividad total de equipo (ETE)

Uno de los indicadores importantes utilizados en TPM, es la efectividad total del equipo (ETE) como un criterio de medida de qué tan bien son usados la planta y sus equipos.

ETE se ve afectada por una variedad de pérdidas que limitan la efectividad del equipo, entre las mayores pérdidas comúnmente observadas están: a) Pérdidas por descomposturas, referentes a aquellas pérdidas causadas por fallas inesperadas en las maquinas en operación o en su preparación; b) Pérdida de capacidad, esto es, pérdidas por capacidad no usada como: marchas en vacío, pequeñas paradas, velocidades reducidas y c) Pérdidas de calidad causadas por defectos o reprocesos.

La pérdida por descompostura puede presentarse en términos de la “tasa de tiempo de operación”, la pérdida de capacidad en términos de “tasa de desempeño” y la pérdida de defectos en términos de “tasa de productos de calidad”. De este modo, la efectividad global del equipo puede ser obtenida usando la siguiente fórmula:

ETE = (Tasa de tiempo de operación) x (tasa de desempeño) x (tasa de productos de calidad).

Las tasas mínimas que se requieren para ganar el premio de Consistencia del Instituto Japonés del mantenimiento de Plantas (JIPM) son los siguientes:

Tasa de tiempo de operación: 90 % o más. Tasa de desempeño: 95 % o más.

Tasa de productos de calidad: 95 % o más. ETE Efectividad global del equipo: 85 % o más.

En vista de que el promedio de ETE de las firmas industriales oscila entre el 40 % y el 60 %, el objetivo de 85 % significa una ganancia en producción de 1.5 a 2.0 veces usando los equipos existentes. Esto es TPM (JIPM, 1999).

4) Organizar pequeños grupos traslapados

Una de las características de TPM es que es implementado a través de la formación de un gran equipo para alcanzar un objetivo común que debe involucrar a todos, estructurando pequeños grupos organizados a diferentes niveles. La organización debe integrarse con miembros desde la alta gerencia hasta los trabajadores de línea de operación.

¿Qué pasa típicamente?, primero un “Comité de promoción” es formado en el nivel mayor de la organización, donde un gerente de primer nivel actúa como líder de grupo y los representantes departamentales, tales como gerentes de división, gerentes de planta y directores de división, participan como miembros del grupo.

Este pequeño grupo de alto nivel es entonces seguido por otro reducido grupo sobre el siguiente nivel inferior de la organización, donde las cabezas de los departamentos, como gerentes de planta actúan como líderes, mientras los

gerentes de los siguientes niveles participan como miembros. Esto continúa hacia abajo con los niveles inferiores, tal vez siendo dirigidos por los supervisores de línea con participación de los trabajadores de línea. De esta forma cada miembro de grupo participa en ambos sentidos, como miembro y como participante, a esto se le llama “organización de pequeños grupos traslapados”. Con los líderes de grupo interactuando como enlace entre diferentes niveles se facilita la comunicación vertical y horizontal donde la organización resultante establece una participación total de grupo.

En este sistema, no solamente los niveles de piso, sino también los pequeños grupos en otros niveles están esperando hacer algo para que ellos contribuyan en la mejora de eficiencias. Por ejemplo, los grupos de alto nivel pueden ser llamados para verificar el progreso de TPM en acción o enterarse de los análisis de las actividades de piso; los grupos de niveles intermedios pueden ser llamados para experimentar en los equipos modelo para ver si ellos pueden incrementar la efectividad del mantenimiento autónomo o mejoramiento individual, y entonces aplicarlo (Shirose, 1995).

En sus primeras etapas los grupos se integran con personal que se desempeña en las áreas de fabricación y mientras éstos maduran buscando soluciones cada vez más interdisciplinarias es que se integran paulatinamente algunos miembros de áreas administrativas y financieras. Luego de algunos años de trabajo estas áreas también desarrollan grupos propios generando una forma de trabajo a todo lo largo y ancho de la organización.

5) Eliminar las barreras interdepartamentales

TPM busca mejorar la línea, o las actividades de producción; eliminar barreras interdepartamentales, favorece la cooperación entre las líneas y los departamentos de soporte o staff. El objetivo es reducir las pérdidas y maximizar la efectividad total de los sistemas productivos.

Bajo circunstancias normales, el departamento de línea es responsable de la maximización de la efectividad de los sistemas de producción y de todo lo que pase en el piso de producción; mientras que los departamentos de staff, tales como mantenimiento, ingeniería y planeación así como desarrollo, ventas y administración, están para ayudar al departamento de manufactura a cumplir con su responsabilidad.

El departamento de manufactura establece objetivos para la efectividad total de la planta y equipos y promueve el mantenimiento autónomo para alcanzar esos objetivos. El personal de línea realiza diferentes tipos de actividades de mejora para minimizar pérdidas posibles que puedan impedir la efectividad y uso de las instalaciones, tales como descomposturas, pérdidas por paros menores y perdidas por defectos o reprocesos; éstos son en general pérdidas que están a su alcance, pero cuando se enfrentan a problemas que están más allá de su habilidad para

resolverlos, el personal de línea va con el grupo de soporte o staff experto para obtener ayuda.

El mantenimiento autónomo por los trabajadores de línea hace posible el desarrollo de personal quienes están comprometidos con plantas y equipos. Esto también mejora su efectividad total y ayuda a mantener el staff de mantenimiento, ingeniería y planeación bien informado de la causa exacta de las descomposturas de las máquinas y otros desarrollos de equipos. También ayuda a promover la comunicación entre la línea y los departamentos de staff, los cuales facilita la obtención de apoyo de las oficinas centrales.

Todo esto contribuye a acercar la cooperación entre departamentos de línea y staff, permitiéndoles desarrollar instalaciones de producción que sean confiables y fáciles de usar, mantener y operar, así como que sean seguras y económicas.

En algunas fábricas, las relaciones de cooperación están incluso resultando en un esfuerzo común para desarrollar productos que son fáciles de producir y que se realizan con altas eficiencias de producción.

El siguiente cuadro representa las barreras que tradicionalmente se generan entre los departamentos administrativos y operativos. TPM impulsa a romper barreras y logra que todos seamos responsables de lo que sucede en la compañía, con un concepto de trabajo real en equipo (JIPM, 2000).

Administradores		Trabajadores
Lo saben todo		No tienen conocimiento ni información del negocio
Toman decisiones		Obedecen ordenes
Responsabilidad por resultados del negocio		No son, ni se sienten responsables por los resultados del negocio
Comprometido		Hacen su trabajo
Monopolio en la inteligencia		Solo usan sus habilidades manuales
De confianza		De desconfianza

Cuadro 2. Barreras que se generan entre los departamentos administrativos y operativos.

(Marín-García & Martínez, 2013) mencionan los siguientes facilitadores para la implementación del TPM: Involucración y liderazgo de la alta dirección, la alineación de la misión de la compañía, el plan de implementación, el tiempo para la implementación, involucrar de manera total a los empleados (motivación de los

empleados y dirección), formación y entrenamiento, transformación cultural, así como políticas de mantenimiento tradicional y proactivo, prevención del mantenimiento, mejoras enfocadas en la producción, medibles para la evaluación de los resultados, contexto ambiental el organizacional y el de la gestión.

A su vez, menciona, las barreras englobadas en el compromiso de la alta dirección (involucración y liderazgo de la alta dirección), plan estratégico, enfoque a recursos humanos, enfoque al proceso, las cuáles se describen a continuación. (humano)

1. Compromiso de la alta dirección: Falta de soporte por la alta dirección por no entender el objetivo del TPM y el esfuerzo requerido, incapacidad de apoyar las iniciativas de mejora debido a la crisis de recursos, falta de mano de obra, poco presupuesto, tolerancia de la alta dirección ante las barreras existentes, incapacidad para alinear a los trabajadores con las metas de la organización, no remover los obstáculos.

2. Plan estratégico: Falta de visión clara que ayude a enfocar el cambio usando estrategias y planes que marquen la dirección en que la organización necesite moverse, no implementar el TPM a través de pequeños grupos conducidos por producción y asistidos por mantenimiento. Introducir el TPM en demasiadas máquinas simultáneamente. Existencia de baja sinergia y coordinación entre los departamentos de mantenimiento y producción

3. Enfoque a Recurso humanos: Incapacidad de la alta dirección para aumentar la competencia de los trabajadores en sus trabajos y motivarlos a “desaprender para aprender”(I. Ahuja & Khamba, 2008), Falta de formación, entrenamiento, habilidades y experiencia a todos los niveles de la organización, incluidos equipos TPM y mandos intermedios: en conocimiento y entendimiento de conceptos y principio TPM, técnicas de mejora de calidad y diagnóstico de problemas, nuevas tecnologías, Incapacidad de la organización para cambiar el modo de pensar del personal para obtener su involucración total (I. Ahuja & Khamba, 2008)

4. Enfoque al proceso: Hacer mayor énfasis en la restauración de las condiciones de los equipos, que en la prevención de los fallos y las iniciativas de prevención del mantenimiento para la mejora de las capacidades y fiabilidad de los sistemas de producción, No implementar procedimientos adecuados para la estandarización de las operaciones, Disponer de operarios con poca capacitación para la toma de decisiones de mejora en los equipos (I. Ahuja & Khamba, 2008)

5. Enfoque al sistema de producción: No tener claros los objetivos, No disponer de un sistema de gestión del mantenimiento, adecuado para las instalaciones e infraestructuras en la organización, No disponer de un sistema comprensible, accesible y fiable de información para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados de manera metódica (I. Ahuja & Khamba, 2008).

4.6 TPM paso por paso:

TPM tiene un enfoque paso por paso como lo ejemplifican los “12 pasos de la implantación de TPM” y el desarrollo de cada Pilar “paso por paso” incluyendo un diagnóstico previo. De hecho, este enfoque paso por paso, hace de la implantación de TPM un camino fácil y efectivo. El programa de implantación de TPM implica cuatro grandes etapas: la Preparación, el Lanzamiento (kick off), Implantación y Aplicación Estable o Consolidación.

Cada etapa está hecha de uno o más pasos, y los puntos clave en cada uno de ellos están resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 2. Etapas de Implementación de TPM “paso a paso” (Metodología JIPM)

ETAPAS	PASOS	PUNTOS CLAVE
PREPARACIÓN	1.- Anuncio de la alta gerencia de la decisión de implantar TPM. 2.- Lanzamiento de la campaña de educación y de introducción de TPM. 3.- Creación de la organización de promoción de TPM. 4.- Establecimiento de políticas y objetivos básicos de TPM. 5.- Establecimiento del Plan maestro de implantación de TPM.	1.- Declaración realizada en una junta interna. 2.-Capacitación a gerentes y empleados. 3.- Comité, Oficina de promoción, Línea Piloto. 4.- Punto de partida (benchmark) y metas. 5.-Actividades y preparativos hasta lograr el premio.
LANZAMIENTO (Kick Off)	6.- Lanzamiento Oficial Kick Off.	6.- Invitación a proveedores, empresas afiliadas y colaboradores.

<p>IMPLANTACIÓN</p>	<p>7.- Establecimiento de sistemas efectivos de departamentos de producción.</p> <p>7.1.- Mantenimiento Autónomo</p> <p>7.1.- Mejora Enfocada.</p> <p>7.3.- Mantenimiento Planeado.</p> <p>7.4.- Educación y Entrenamiento.</p> <p>8.- Establecimiento de sistemas de Control Inicial para nuevos productos y equipos.</p> <p>9.- Establecimiento de sistema de Mantenimiento de Calidad.</p> <p>10.- Desarrollo de sistemas efectivos para departamentos administrativos y oficinas</p> <p>11.- Establecimiento de sistemas de seguridad, sanidad y ambiente laboral.</p>	<p>7.- Buscar eficiencia máxima de la producción.</p> <p>7.1- Sistema de pasos y auditoria.</p> <p>7.2- Actividades de pequeños grupos</p> <p>7.3- Mantenimiento predictivo y correctivo</p> <p>7.4- Elevar nivel de habilidades</p> <p>8.- Hacer productos de fácil manufactura y equipos de fácil operación.</p> <p>9.- Establecer controles y condiciones para eliminar productos defectuosos.</p> <p>10.- Apoyo para la producción desde áreas de oficinas o administrativas.</p> <p>11.- Cero accidentes y Cero contaminaciones.</p>
<p>APLICACIÓN ESTABLE (CONSOLIDACIÓN)</p>	<p>12.-Aplicación total de TPM y superación de los niveles de este.</p>	<p>12.-Aplicación para el primer Premio de TPM. Desafío a metas más altas.</p>

(JIPM, 2000)

Es importante mencionar que se tienen cuatro Pilares básicos con los cuales se arranca la implementación (enumerados en el punto 7 de la tabla), estos son Mantenimiento Autónomo (MA), Mejora Enfocada (ME), Mantenimiento Planificado (MP) y Educación y Entrenamiento (EyE). Luego de estar trabajando estos cuatro se integran el resto: Mantenimiento de la Calidad (MQ), Seguridad, Salud y Medio ambiente (SHE), Prevención del Mantenimiento y TPM en Oficinas.

El ritmo de la implementación y los primeros avances se dan vía Mantenimiento Autónomo, así que, en general, los avances de toda la implementación se pueden medir de acuerdo con el avance en los siete pasos de Mantenimiento Autónomo (JIPM, 1999), ya que finalmente la filosofía nos orienta al crecimiento y desarrollo del piso de trabajo donde el Pilar mencionado juega un papel fundamental.

TPM se implementa en **CUATRO FASES**, la Preparación, la Introducción, la Implantación y la Consolidación. Estas fases se desarrollan en 12 pasos que son (Suzuki, 1995):

FASE DE PREPARACIÓN. Esta fase comienza con el anuncio de la decisión de la alta dirección de introducir el TPM en la empresa y termina con la formulación inicial del Plan Maestro del desarrollo del TPM. Esta fase consta de los siguientes pasos:

1. Anuncio formal de la decisión de implementar el TPM: Todos los empleados deben comprender por qué se va a introducir TPM en la empresa y estar convencidos de su necesidad. Sin embargo, cuando la alta dirección formule este compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la alta dirección comprende el valor estratégico del TPM y que facilitará el apoyo físico y organizacional que se requiera (Suzuki, 1995).

Considerar el tipo de programa de TPM que se requiere implantar, así como aprender de las experiencias pasadas y entender situaciones de la empresa y su organización

2. Campaña publicitaria y educación introductoria: Antes de poner en práctica el programa de TPM debe comprenderse. Para garantizar que todos comprenden las características del TPM y las razones estratégicas que han llevado a la alta dirección aceptarla. El fin es eliminar la resistencia inicial mediante formación previa, dando a conocer el concepto a implantar y su objetivo general.

3. Creación de una organización promocional: El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización con el fin de desplegar metas y objetivos por toda la compañía. En dicho sistema los líderes de cada nivel pertenecen al siguiente más elevado. Se Crea una organización con autoridad y responsabilidad

4. Establecer los objetivos y políticas básicas: La política TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar. Los objetivos TPM deben relacionarse con la

planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos a medio y a largo plazo de la compañía.

Realizar un benchmarking para establecer prerrequisitos, objetivos y políticas, tomando en consideración las estrategias para limitar causas de posibles fallas.

5. Diseñar un Plan Maestro (Cronograma de trabajo) para implementar el TPM:

El plan maestro consiste en definir las actividades a poner en práctica dentro de los pilares tradicionales de TPM en un periodo de tiempo para lograr los objetivos propuestos (Suzuki, 1995). Este es desarrollado normalmente por el líder y el personal de TPM. Es una visión de las mayores actividades de TPM en un periodo determinado. Muchos de los planes maestros son desarrollados para cubrir un periodo de tres años (Álvarez Laverde, 2002).

Es difícil estimar el tiempo requerido para implementar las diferentes actividades, debido que en esta parte aún no se tiene experiencia. Por esta razón el plan maestro debe servir primeramente como propósito para visualizar todas sus actividades a través de la línea del tiempo (Hartman, 1992).

FASE DE INTRODUCCIÓN. Esta fase se inicia cuando se ha aprobado el plan maestro, y consiste en una reunión con todo el personal, donde la alta dirección confirma su compromiso de implementar el TPM, y expone el trabajo realizado en la fase de preparación. Esta fase contiene el siguiente paso:

6. Arranque y lanzamiento : Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el “saque inicial” del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación (Suzuki, 1995).

Fomentar un ambiente de dedicación del personal, con base en información detallada sobre el comienzo de la implantación, estructura de promoción, plan maestro, políticas y objetivos.

FASE DE IMPLANTACIÓN. En esta fase se realizan actividades para lograr los objetivos del plan maestro. Aquí se ajusta el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 al 11, y se adaptan a las características de la empresa. Esta fase consta de los siguientes pasos:

7. Establecimiento de un proceso para mejorar la eficiencia del sistema productivo: incluye realizar actividades del pilar de Mejoras Enfocadas, establecer y desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo, implementar un programa de Mantenimiento Planeado y formar y entrenar al personal en capacidades de mantenimiento y operación.

7.- Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de producción:

Desarrollar trabajadores con diversas habilidades que permitan alcanzar los objetivos del TPM además de fomentar la creación de líderes que capacitan al resto del equipo. Pilar 2: Desarrollar los siete pasos de Nakajima, pudiéndose aplicar las 5's, además de auditar cada paso y gratificar. Pilar 3: Analizar las causas de cada una de las

grandes pérdidas que afectan al OEE, mediante la aplicación de mejora Kaizen. Pilar 4: Planificar las actividades del mantenimiento al dejar claras las responsabilidades, basándose en las responsabilidades de producción, restaurando el deterioro, analizando averías

8. Crear un sistema para la Gestión Inicial de nuevos equipos y productos.

Crear equipos libres de mantenimiento, que no produzcan defectos al recopilar y documentar experiencias.

9. Crear un sistema de Mantenimiento de la Calidad.

Implantación de un proceso de reducción de defectos de calidad, retrabajos, tiempo de inspección, mano de obra, reclamos del cliente, determinando las características clave de los productos y proceso productivo.

10. Crear un sistema TPM en Departamentos Administrativos.

Aplicar un sistema para mejorar la eficiencia del tiempo de las personas administrativas mediante las 5's. López (2009) manifiesta la importancia de las 5'S de manera previa a la implementación del TPM, ya que busca disciplina y orden en los empleados e instalaciones en la organización, cita también el origen de las 5'S como una estrategia desarrollada a principios de los años ochenta basada en cinco palabras japonesas que comienzan con S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) que buscan la calidad total en el ambiente de trabajo, cuyo propósito como cultura organizacional es crear un entorno de responsabilidad con los recursos, además de mejoras permanentes y actitud disciplinada. Las 5S, son una herramienta simple que promueve la organización y limpieza del ambiente de trabajo, haciendo más seguro, agradable, eficiente y de mayor calidad.

A continuación, se describe de manera breve cada uno:

- **Seiri (organizar y clasificar):** implica arreglar o separar los objetos que no se necesitan en el lugar de trabajo y causan pérdidas de tiempo, su principio está basado en la separación de los materiales necesarios y los innecesarios.
- **Seiton (ordenar):** es definida como la colocación del lugar donde los elementos necesarios tendrán un lugar definido con una demarcación correcta para que cualquier persona pueda ubicarlos de manera fácil, prevalece un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
- **Seiso (limpieza):** definida por la eliminación de polvo, residuos, limpiar la maquinaria, es decir, mantener todo de forma aseada, además responsabiliza a cada individuo de su área de trabajo, garantizando más que la limpieza es el no ensuciar.
- **Seiketsu (estandarizar):** busca mantener los tres pasos anteriores, para lograr crear un hábito, es decir, que se haga de manera constante; asegura que todos los involucrados saben lo que hacen y cuando, dejando en claro cuando hay una desviación de la normalidad.

- **Shitsuke (Disciplina):** busca evitar reprimendas y sanciones, además de mejorar la eficacia de los operarios, así como, aumentar el aprecio de los jefes con los empleados, velando que toda la gente este comprometida a satisfacer las mejoras técnicas y las normas éticas y continuas en el nivel personal y organizacional.

11. Desarrollar un sistema de Gestión de la Seguridad, Salud y del Medio Ambiente (Suzuki, 1995).

Crear un ambiente de trabajo seguro que permita el cumplimiento de los requerimientos legales de seguridad e higiene, para así reducir los costos de accidentes y cumplir con el objetivo de cero accidentes, enfermedades y contaminación.

FASE DE CONSOLIDACIÓN. En esta fase se mantienen los niveles logrados.

12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos: Una corporación crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados, objetivos que reflejen una visión de lo que la corporación cree debe llegar a ser (Suzuki, 1995).

El perfeccionamiento del TPM, se logra auditando el proceso, y en caso de ser necesario redefinir los objetivos mayores mediante la comparación con empresas similares.

La experiencia en otras empresas muestra que se requieren alrededor de 3 años para la implementación del TPM y obtener resultados satisfactorios. El costo depende en gran medida de las condiciones iniciales del equipo, experiencia del personal y de la cobertura de las áreas. Para introducir TPM en la industria, la Alta Dirección debe incorporar el TPM dentro de las políticas básicas de la compañía, y concretar las metas. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades en pequeños grupos, que aseguren el cumplimiento de las actividades estableciendo sus propios objetivos basados en las metas globales.

Capítulo V Análisis y discusión

Para llevar a cabo la propuesta de diseñar un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la industria quesera en México, se propone de programa de implementación, en el cual se describe las acciones que se pueden tomar para que con la implementación del TPM, se conozca su desarrollo correcto, mejore la seguridad, se reduzcan costos y permita optimizar el sistema productivo que actualmente se tiene.

El primer paso por realizar es ubicar las etapas del proceso donde puede haber una posible contaminación en la elaboración de quesos frescos, lo anterior se puede observar en la tabla número 3.

El segundo paso por ejecutar es llevar a cabo un programa de higiene en las instalaciones es a través de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES) y Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) que, junto con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), establecen las bases fundamentales para un sistema que asegure la calidad y la inocuidad de los alimentos, esto genera un eficaz sistema para tener bajo control los productos e incrementa la productividad.

Todo esto se realiza con el fin de lograr una relación armónica y disciplinada entre los equipos que conforman la producción, las instalaciones y el personal, teniendo como objetivo principal los cero defectos y las cero averías.

Se tiene que tomar en cuenta que el proceso de elaboración para quesos frescos es variable de una empresa a otra, ya que cada organización hace las modificaciones necesarias para adaptarlo a sus instalaciones, a su tecnología, a su disponibilidad de materia prima e incluso al mercado al que está dirigido el producto.

La producción de quesos en las zonas rurales es común en México. Pese a la importancia que tienen, existen pocos estudios que midan la inocuidad e higiene en sus procesos.

Hoy día, dentro de la producción de lácteos, el queso enfrenta problemas que dificultan su comercialización. Debido al proceso artesanal de producción con leche sin pasteurizar, el queso es altamente perecedero y su consumo constituye un riesgo potencial para la salud.

5.1 Etapas del proceso en la Producción de queso fresco.

Tabla 3. Producción de queso fresco (Buenas Prácticas de Manufactura)			
Etapas del proceso	Contaminación	Descripción de contaminación potencial	Medidas de control
Recepción de la leche	Biológica	Presencia de microorganismos patógenos debido a la falta de higiene durante el ordeño y el transporte, además de un insuficiente enfriamiento de la leche durante su transporte a la planta.	La leche debe llegar a la planta a temperaturas inferiores a los 7°C para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos. La leche deberá tener un pH entre 6.5 y 6.7.
	Química	Residuos de antibióticos y/o plaguicidas.	Control de proveedores.
	Física	Presencia de pelos, moscas, tierra u otro objeto que pudiera transportar microorganismos patógenos	Filtrar la leche al momento de la recepción.
Pasteurización	Biológica	Sobrevivencia de patógenos por un procesamiento térmico inadecuado (empleo de temperaturas y tiempos incorrectos 60°C durante 30min o una elevada carga microbiana inicial).	Controlar el proceso térmico (tiempo- temperatura). Verificar con prueba de fosfatasa alcalina.
Coagulación	Biológica	Contaminación a través del agua usada como diluyente del cloruro de calcio y del cuajo.	Revisión periódica de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua utilizada.

(ISO 22000:2005)

Tabla 3. Producción de queso fresco (Buenas Prácticas de Manufactura). (continuación)			
Etapa del proceso	Contaminación	Descripción de contaminación potencial	Medidas de control
Corte de la cuajada	Biológica	Contaminación debido a la falta de limpieza en los utensilios (lira y rastrillo).	Limpieza efectiva de los equipos y utensilios (revisar procedimientos, detergentes y desinfectantes utilizados)
Salado	Química	Empleo de sustancias tóxicas por confusión con aditivos.	Aislamiento de sustancias tóxicas. Control periódico de almacén.
Moldeado	Biológica	Contaminación por la limpieza insuficiente en lienzos, moldes y manipuladores.	Limpieza efectiva del área de moldeado, que los lienzos y moldes a utilizar hayan sido previamente lavados y desinfectados.
Reposo en refrigeración	Biológica	Contaminación en la cámara de refrigerado por falta de limpieza en el área.	Limpieza efectiva del área de refrigeración, mantener cerrada la puerta así como cortinas de plástico para evitar contaminación por el medio ambiente.
Empacado	Biológica	Contaminación del producto antes de ser envasado a través de los manipuladores y medio ambiente y/o por envasado deficiente o incorrecto.	Vigilancia y entrenamiento de los manipuladores con buenas prácticas de fabricación, vigilancia del correcto etiquetado con la leyenda visible de mantener el producto en refrigeración.

(ISO 22000:2005)

Después del análisis de las posibles contaminaciones potenciales, lo siguiente es determinar los puntos críticos del proceso.

Uno de los objetivos principales de la presente investigación fue proporcionar una guía para la aplicación de un sistema de calidad en la industria quesera en México, para ello, se identificaron los puntos críticos del proceso de elaboración de quesos frescos.

Dichos puntos críticos del proceso son: recepción de la leche, proceso de pasteurización, el uso de agua como diluyente de calcio y cuajo, empackado de producto, limpieza de áreas y utensilios.

*La limpieza podría ser controlada por las BPM y los POES, sin embargo, no garantizan la eliminación de los peligros descritos anteriormente, por lo que éstos se pueden englobar en un solo punto crítico de control que se refiera a la limpieza y desinfección del equipo, utensilios y áreas involucradas en la elaboración del producto.

1) La recepción de la leche.

Se debe tener control en la calidad microbiológica de la leche, pero también existen otros factores que ponen en peligro al consumidor como la contaminación por sustancias químicas, por ejemplo: los residuos de antibióticos o drogas a base de sulfonamidas empleadas con fines terapéuticos en el ganado.

2) El proceso de pasteurización.

Una pasteurización ineficiente implicaría la posibilidad de la sobrevivencia de microorganismos patógenos

3) El uso de agua como diluyente durante adición de cloruro de calcio y cuajo

La calidad microbiológica de los reactivos utilizados es de suma importancia para evitar una recontaminación después del pasteurizado, esto se resuelve de manera relativamente sencilla limitándose al uso de aditivos de grado alimenticio, en el caso de cloruro de calcio y cuajo que se agregan en solución y es importante utilizar agua microbiológicamente aceptable por lo que es necesario realizar pruebas rutinarias al agua utilizada.

4) El empackado del producto.

La utilización de un empaque apropiado y un envasado eficiente es indispensable para evitar una contaminación durante el almacenado aun en refrigeración, se debe mantener limpia el área de empackado para evitar una contaminación en esta etapa, además de vigilar que el personal encargado deberá empackar de la manera más higiénica posible.

Empaque y Envase:

Todo el material de empaque y envase se almacenará en condiciones tales que estén protegidos del polvo, plaga o cualquier otra contaminación.

El material de empaque y envases no debe transmitir al producto sustancias, olores o colores que lo alteren o lo hagan riesgoso para la salud, y deberá conferir una protección apropiada contra la contaminación.

Los envases y empaques deberán revisarse minuciosamente antes de su uso, para tener la seguridad de que se encuentran en buen estado, limpios y desinfectados. Cuando se laven antes de ser usados, se escurrirán y secarán completamente antes del llenado.

En la zona de envasado solo debe estar el envase que se va a usar en cada lote y el proceso se hará en forma tal que no permitan la contaminación del producto (Escamilla, 2007).

De cada lote deberá llevarse un registro continuo, legible, con la fecha y detalles de elaboración. Los registros se conservarán por lo menos durante un período que no exceda la vida útil del producto. Los productos que hayan salido a la calle no deben ser reprocesados.

5) La limpieza del equipo, utensilios y áreas involucradas en la elaboración del producto:

Como ya se ha referido, este punto crítico de control abarca muchas etapas del proceso por lo que es importante utilizar los detergentes y desinfectantes apropiados para esta operación, además de planes de limpieza y desinfección efectivos.

5.2 Limpieza

Principios Generales:

La seguridad y calidad de un alimento, está ligada con los procedimientos de limpieza y desinfección que sean aplicados en cada una de las etapas del proceso a que sea sometido, por ello cada Empresa elaboradora de alimentos debe de contar con un sistema que permitan remover y eliminar todos los residuos producidos durante las operaciones de producción, estos serán diferentes para cada planta, ya que no manejan los mismos alimentos y sus características son diferentes. Es necesario implementar prácticas higiénicas eficaces y específicas en la cadena alimentarla desde la producción o recolección hasta el consumo del alimento. Cada etapa influye en la calidad e higiene de los alimentos, por ejemplo el color, el olor y la duración de la leche pueden estar

determinados por la higiene al realizar la ordeña, la incidencia de Salmonellas y otros microorganismos presente (Escamilla, 2007).

La razón por la que se limpian y desinfectan las superficies que están en contacto con los alimentos y el ambiente es para ayudar en el control microbiológico y químico. Si este proceso, se realiza con eficacia y en el momento apropiado, su efecto será la eliminación de estos contaminantes. La estética no debe prevalecer sobre el objetivo primario de lograr el control de contaminantes; las superficies pueden verse limpias y seguir siendo inaceptables microbiológicamente; en algunos casos puede ser necesario establecer mecanismos de monitoreo como la bioluminiscencia o la toma de muestras y sembrado en Cajas Petri, para evaluar el crecimiento de microorganismos (Obdulio y Amador, 2001).

El proceso de limpieza tiene como objetivo el eliminar todos los residuos que proporcionan los nutrientes necesarios para la proliferación microbiana y toda la mugre gruesa que queda después de un proceso, o que se produce durante el mismo (CAC/RCP). Una buena limpieza debe reducir considerablemente la población microbiana por simple efecto mecánico de arrastre. El intervalo de tiempo entre los lavados adquiere importancia porque elimina contaminación, reduce la carga bacteriana y materia extraña que pueden llegar a los alimentos. El tipo de suciedad influye también sobre el procedimiento de limpieza.

La efectividad de un proceso de limpieza depende generalmente de:

Tipo y la cantidad del material a remover.

Propiedades químicas y fisicoquímicas del agente de limpieza (ácido o alcalino, actividad de superficie entre otros), concentración, temperatura y tiempo de exposición en que se use (Obdulio y Amador, 2001).

Energía mecánica aplicada, por ejemplo, turbulencia de la solución de limpieza en tanques de almacenamiento, efecto de mezclado, impacto del chorro de agua.

Condiciones de la superficie a limpiar.

Programa de inspección de la Higiene:

Un inspector específico deberá ser el responsable de verificar el cumplimiento y la eficiencia del programa y hará los chequeos que sean necesarios antes de iniciar los procesos, durante éstos y al finalizar las labores de limpieza (Flores et al., 1996).

Precauciones:

Para impedir la contaminación de los productos, equipos, utensilios y manos de los operarios, estos deberán lavarse las y desinfectárselas con la frecuencia necesaria siempre que las circunstancias así lo exijan.

En cualquier caso se tomarán las precauciones necesarias para que los productos no se contaminen con detergentes, desinfectantes, o cualquier otra solución (Albarracín y Carrascal, 2005).

Los detergentes y desinfectantes serán seleccionados cuidadosamente para que cumplan con el objetivo propuesto y deben ser aceptados por la autoridad sanitaria.

No deben mezclarse productos alcalinos con ácidos; los ácidos no deben mezclarse con hipoclorito ya que producen gas de cloro (Flores et al., 1996). Las personas que trabajen con ácidos o productos muy alcalinos deberán ser instruidos cuidadosamente en el Procedimiento Operativo Estandarizado de Sanitización a aplicar en cada caso y deberán usar ropas y los elementos protectores (gafas, guantes, mascarillas) necesarios. Los envases que contengan los productos de limpieza y sanitización deberán estar claramente rotulados y se guardarán en compartimientos especiales, solos y bajo llave, para poder llevar controles de existencias y posibles riesgos de malos usos. Siempre se deben cumplir las instrucciones del fabricante.

Cuando se usan materiales abrasivos, hay que tener mucho cuidado para que no modifiquen las características de las superficies (Obdulio y Amador, 2001).

Métodos de Limpieza:

La limpieza se efectúa usando en forma individual o combinada diferentes métodos físicos (restregando o utilizando fluidos turbulentos) y métodos químicos (mediante el uso de detergentes, álcalis y ácidos). El calor es un factor adicional importante para ayudar los métodos físicos y químicos, teniendo en cuenta que es necesario seleccionar las temperaturas, de acuerdo con los detergentes que se usen, las superficies a lavar y los desechos a eliminar.

Se aplican varios métodos de limpieza entre los cuales se encuentran:

1. Preventivos: Recoger rápidamente los desechos que se vayan originando para evitar que se adhieran a las superficies.

2. Manuales: Es cuando hay que eliminar la suciedad, restregando con una solución detergente. Cuando se lavan equipos desarmables es bueno remojar con detergente las piezas desmontadas, para desprender la suciedad antes de comenzar a restregar:

a) Pulverización a baja presión y alto volumen. BPAV: Es la aplicación de agua o una solución detergente en grandes volúmenes a presiones de hasta 6.8 Kg /cm².

b) Pulverización a alta presión y bajo volumen. APBV: Es la aplicación de agua o una solución detergente en volumen reducido y alta presión, es decir hasta 68 Kg/cm² (Escamilla, 2007).

3. Limpieza a base de espuma o gelatina: Es la aplicación de un detergente en forma de espuma 15 o 20 minutos, para enjuagar posteriormente con agua pulverizada (Flores et al., 1996).

4. Limpieza a base de espuma: Este método se puede utilizar en las tinas de almacenamiento de leche o tinas de cuajo, su aplicación es mediante un detergente en forma de espuma, que se deja actuar en tiempo comprendido de 15 a 20 minutos, donde posteriormente se tiene que hacer un enjuagado para eliminar los residuos del detergente (Obdulio y Amador, 2001).

5. Limpieza por medio de máquinas lavadoras: Algunos utensilios empleados en la elaboración de productos lácteos (moldes para queso) pueden lavarse con máquinas. Estas máquinas realizan el proceso de limpieza mediante diversas aplicaciones y al final se hace un enjuagado con agua caliente, una vez concluido en ciclo de limpieza (Flores et al., 1996).

Tipos de residuo a eliminar:

Los principales compuestos residuales de la industria láctea a eliminar durante la limpieza y Sanitización son:

- Lactosa
- materia grasa
- proteína
- sales minerales

Cada tipo de compuesto requiere su particular consideración para lograr una correcta eliminación de estos, en la siguiente tabla se mencionan algunas consideraciones en la eliminación de los residuos de la industria láctea.

Tabla 4. Residuos presentes en la elaboración de productos lácteos

Residuos presentes en la elaboración de productos lácteos			
Compuesto residual	Solubilidad	Eliminación sin cambios debido al calentamiento	Cambios debido al calentamiento
Lactosa	Soluble en agua	Fácil	Caramelización
Materia grasa	Poco soluble en agua, en soluciones alcalinas y acidas, y en ausencia de sustancias tenso - activas.	Fácil en presencia de sustancias tenso-activas	Polimerización
Proteínas	Poco soluble en agua, ligeramente soluble en soluciones ácidas, soluble en soluciones alcalinas	Difícil en agua, más fácil en soluciones alcalinas	Desnaturalización
Sales y minerales	Solubilidad en agua variable, pero la mayoría es soluble en soluciones ácidas	Realmente fácil	Precipitación

(Escamilla, 2007)

5.3 Mantenimiento

El mantenimiento preventivo del equipo es fundamental para lograr alimentos seguros y de calidad. El deterioro de las instalaciones y los equipos puede ocasionar contaminaciones físicas, químicas o microbiológicas, y ocasionar accidentes. Incluso puede afectar los rendimientos ocasionando pérdidas económicas además de afectar imagen comercial.

Es necesario contar con un buen programa de limpieza y desinfección apoya sustancialmente los planes de mantenimiento, en este se debe indicar la frecuencia de

limpieza de las diversas partes de la planta, contando con un registro que permita evidenciarlo.

Cuando sea necesario realizar tareas de mantenimiento, lubricación u otras, se retirarán todas las materias primas o productos expuestos, se aislará el área correspondiente y se colocarán señales indicativas, en forma bien visible, de forma tal que se eviten los riesgos de contaminación.

Todos aquellos instrumentos que se utilicen durante proceso de elaboración del alimento, como; medidores de tiempo, temperatura, pH, humedad, flujo y básculas deberán estar en buenas condiciones de uso para evitar alteraciones al pesar los ingredientes para la elaboración del alimento, así como la pesada del alimento. Es recomendable contar con un programa de calibración regular y permanente. Se recomienda que las calibraciones se realicen dos veces al año, por una compañía aprobada y acreditada ante el tema. Los equipos estarán instalados en forma tal que el espacio entre la pared, el cielo raso y el piso, permita su limpieza, repararlos o lubricarlos cuando sea necesario desarmar, sus componentes o piezas no se colocarán sobre el piso.

Los equipos deben ser diseñados en forma tal que no tengan tornillos, tuercas, remaches o partes móviles que puedan caer en los productos. Se debe evitar derrames o la presencia de manchas contaminantes en las superficies que entran en contacto con los productos, o que tengan esquinas o recodos que permitan acumulación de residuos (Flores et al., 1996).

Las superficies que están en contacto con los alimentos no deben pintarse pues la pintura se desgasta y descarapela o se desprende y puede caer al producto. Las partes externas que no sean anticorrosivas pueden pintarse con una pintura especial para preservarlas (Obdulio y Amador, 2001).

Los encargados de realizar el mantenimiento deberán usar uniformes limpios cuando ingresen al área de proceso en la que se esté trabajando; una vez terminada la reparación notificarán a los operarios de saneamiento para que procedan a lavar y desinfectar el equipo antes de reanudar el proceso (NOM-251-SSA1-2009).

Después del mantenimiento o reparación del equipo se debe inspeccionar con el fin de eliminar residuos de los materiales empleados para dicho objetivo. El equipo debe estar limpio y desinfectado previo a su uso en el área de producción.

Al lubricar los equipos se debe evitar la contaminación de los productos que se procesan.

Se deben emplear lubricantes grado alimenticio en equipos o partes que estén en contacto directo con el producto, materias primas, envase primario, producto en proceso o producto terminado sin envasar.

5.4 Propuesta para la aplicación de TPM en la industria quesera en México

Recordando que el problema principal del mal funcionamiento de los planes de calidad es la falta de entendimiento de este y la falta de herramientas (tecnología y recursos) en la industria láctea, es necesario considerar el factor económico para adoptar un sistema de calidad en nuestro país, por lo que la propuesta de un Plan de Calidad en la elaboración de quesos frescos es:

Tener un enfoque al sistema ISO 22000:2005 desde una perspectiva económica de mejora, con la finalidad de crear un sistema para obtener resultados que se reflejen en la calidad del producto a corto, mediano y largo plazo. Además una vez implantado ISO 22000:2005 sería más fácil a cualquier empresa adoptar la filosofía de TPM.

Una vez que se identifiquen los Puntos Críticos del Proceso, se deben clasificar por prioridad de acuerdo con su impacto económico, con la finalidad de generar planes de acción que tengan como objetivo a largo plazo, no sólo el control sino la eliminación de riesgos y peligros, logrando así asegurar la inocuidad del producto. Aunque en principio, la implementación del sistema de control de calidad implique una importante inversión monetaria, los beneficios que se obtendrán a mediano plazo son significativos: a mayor control de la recepción de la materia prima, menor es el peligro para la inocuidad del producto y a mayor calidad del producto, mayor competitividad en el mercado.

Los productores de queso generalmente cuentan con poca tecnología para la elaboración del producto. Los ganaderos ordeñan a las vacas de manera manual y transportan la leche en recipientes de metal sin enfriamiento y, a veces, demoran más de dos horas en entregar la leche para la producción, lo que ocasionaba problemas microbiológicos como el inflado del queso, producido por bacterias coliformes. Es necesario adquirir un terreno lo suficientemente amplio para el ganado, con área de ordeño, almacén para forraje, etc.

Además es necesario el uso de por lo menos 5 tanques de enfriamiento para recolectar la leche, y en el área de producción. Se recomienda como inversión inicial, la adquisición de tinajas de cuajado de acero inoxidable con doble fondo, tanque de pasteurización lento, enfriador de placas, e instalación de una cámara de enfriado. Todo esto con la finalidad de ofrecer un producto más higiénico y tener menos pérdidas y mayores ingresos.

Desarrollar un sistema de calidad, podría dar un empuje para exportar el producto, incluso a través del gobierno y con esto acceder a otro tipo de mercado donde las oportunidades son mayores. En la siguiente tabla se resume, de manera muy breve, el plan de acciones para llevar a cabo este proyecto

Tabla 5. Plan de acciones

N.º	Proceso	Causas	Acción
1	Recepción de la leche.	Puede recibirse leche contaminada proveniente ganado enfermo o con antibióticos u otro residuo químico, o mala calidad microbiológica.	<p>Contar con ganado propio para tener el control de la leche. Inversión inicial de \$400 mil</p> <p>(Considerando la adquisición de ganado Holstein en aproximadamente 40 mil c/u.)</p> <p>O bien llevar un registro trimestral de cada proveedor de leche</p>
2	Limpieza de equipo, utensilios y planta.	Puede producirse contaminación cruzada en caso de no controlar la limpieza de las áreas.	Establecer planes de fumigación mensual, contar con planes y registros de limpieza y capacitación del personal.
3	Empacado.	Puede haber una recontaminación por un mal empacado	<p>Adquirir empacadoras al vacío.</p> <p>Revisión diaria de los registros de empaques</p> <p>Brindar capacitación al personal encargado.</p>
4	Pasteurización.	Puede haber ineficiencia en el proceso de pasteurización (temperatura inadecuada, tiempo insuficiente)	<p>Adquirir un equipo de pasteurización y enfriado en placas.</p> <p>Revisar los registros de todos los lotes procesados diariamente.</p> <p>Calibración de los termómetros.</p>
5	Agua Purificada	Puede existir contaminación por parte del agua utilizada como diluyente en el cuajo y en el calcio.	<p>Instalar los filtros de purificación y tanques de reposo que garanticen la seguridad del agua utilizada en la empresa.</p> <p>Cambio de filtros cada 6 meses.</p>

5.5 Proceso/Elaboración

En la elaboración de productos se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) No permitir la presencia de personas que no porten el uniforme completo (incluso visitantes) o que no cumplan con los requisitos establecidos.

b) Las áreas de producción o proceso deben estar limpias y desinfectadas antes de comenzar el proceso, los servicios tales como agua, luz deben estar funcionando y los elementos auxiliares como lavamanos, jabón, desinfectantes, toallas de papel o en casa contrario secador de manos, deben estar suministrados. Es conveniente hacer un chequeo previo de condiciones para autorizar iniciación de proceso para evitar contratiempo (Flores et al., 1996).

c) Las zonas de producción debe estar libre de materiales extraños al proceso. No se permite el tránsito de materiales o personas extrañas que no correspondan a las actividades que se realizan en el área.

d) Durante la fabricación del producto, no se realizan actividades de limpieza que generen polvo ni salpicaduras que puedan contaminar los productos. De igual manera al terminar labores no estará permitido dejar expuestas en las salas de proceso, materias primas que puedan contaminarse.

e) Todas las materias primas en proceso que se encuentren en tambos, frascos, barriles, cubas, deberán estar tapadas y las bolsas con cierre sanitario, para evitar posible contaminación. Se recomienda no usar recipientes de vidrio por el peligro de ruptura. Si se emplean recipientes, deberán ser de plástico o acero inoxidable grado alimenticio 316.

f) Todos los insumos en cualquier etapa de proceso, debe estar identificado en cuanto a su contenido.

g) Si durante el proceso es necesario reparar o lubricar un equipo, se deben tomar las precauciones necesarias para no contaminar los productos y los lubricantes usados no deben causar algún efecto en el alimento.

h) Se tomará especial precaución para evitar que vengan adheridos materiales extraños (polvo, agua, grasas) o impregnados de olores (solventes) en los empaques de los insumos que son introducidos a las salas de proceso, los cuales pueden contaminar los productos.

i) Se recomienda no utilizar termómetros de vidrio a menos que tengan protección metálica.

j) Los envases deben retirarse cada vez que se vacían y no está permitido usarlos en actividades diferentes para evitar una contaminación cruzada.

k) Todas las operaciones del proceso de producción, se realizarán a la mayor brevedad, reduciendo al máximo los tiempos de espera, y en condiciones sanitarias tales que eliminen toda posibilidad de contaminación.

l) Todos los procesos de elaboración deben ser supervisados por personal capacitado.

m) Los métodos de control y conservación, han de ser de tal forma que protejan contra la contaminación o la aparición de riesgos para la salud de los consumidores.

n) Se recomienda que todos los equipos, estructuras y accesorios sean de fácil limpieza, que eviten la acumulación de polvo y suciedad, la condensación, la formación de mohos e incrustaciones y la contaminación por lubricantes y piezas o fragmentos que se puedan desprender.

o) Todas las acciones correctivas y de monitoreo deben ser registradas en los formatos establecidos por cada área (Obdulio y Amador, 2001).

Implantación del TPM:

1. Es importante comenzar estableciendo un programa fuerte de 5S`s que posiblemente llevé alrededor de 3 a 6 meses ya que es importante generar hábitos básicos de organización, orden y limpieza de áreas e instalaciones; una vez observados cambios drásticos en los lugares de trabajo, iniciar con las actividades de Mantenimiento Autónomo, en este caso contribuí en el entrenamiento de todo el personal en 5S`s y en temas específicos del mantenimiento Autónomo.

2. Siempre habrá una inquietud de avanzar más rápido y generar resultados inmediatos, de hecho los negocios lo requieren sin embargo hay que tomar los tiempos necesarios (recomendados) para ir avanzando paso a paso entendiendo y aprendiendo las actividades; en otras palabras, no ir al segundo paso sin estar seguros de haber concluido y comprendido el paso uno, aquí el coordinador de TPM tiene un papel importante al determinar los tiempos de las actividades y la validación de las mismas una vez concluidas que fue mi aportación.

3. Existen elementos importantes que pueden resultar claves durante la Implementación y que deben estar acordados por el grupo de líderes de Pilares y gerentes:

a) Establecer líneas piloto donde “todos” participen y entiendan los pasos y las actividades a desarrollar y conducir con TPM. (No necesariamente tenemos que empezar con toda la planta al mismo tiempo)

b) Tener un sistema robusto de colección de datos y análisis de la información, si este no es lo suficientemente completo, mejor no arrancar, habrá muchas confusiones, del cual se encargó el departamento de Ingeniería Industrial.

c) Es deseable la asistencia o apoyo externo de un consultor, este se convierte en un guía de las actividades y sus visitas son detonadores de otras actividades y compromisos, este será definido por la alta gerencia.

d) Desarrollar un grupo sólido de Multiplicadores de la filosofía que empuje al resto de sus compañeros y tome el liderazgo de las actividades

4. En la organización se debe estar muy consciente de que al inicio, quizás los primeros dos años, solo se observan cambios drásticos en instalaciones, equipos y actitudes de trabajo, lo cual se puede ver solo como un gasto. Hay que justificar estas actividades tal manera que sean una inversión, mostrando pequeños resultados de los avances, estableciendo que el verdadero retorno de ésta se podrá observar más adelante, posiblemente en el tercer año de trabajo, dependiendo del ritmo y el compromiso que se tenga en la implementación.

5. La gente en general, hablando de cualquier trabajador en la organización, quiere hacer cosas diferentes y requiere ser reconocida por estos pequeños logros o propuestas que pueda aportar a su trabajo fuera de la rutina, recordemos que una suma de pequeños logros son los que verdaderamente hacen la gran diferencia.

6. La conducción siempre estuvo a cargo de los mandos directivos de la compañía, sin duda asistidos por los responsables de Pilares y directamente por la oficina o grupo de TPM bajo mi responsabilidad, pero el convencimiento y seguimiento de los directivos logra el compromiso que se requiere para que todos los niveles entren en acción.

7. Romper con paradigmas de muchos años es doloroso e incómodo, pero es una exigencia en este mundo cada vez más globalizado, en el cual la competencia ya no solamente se da de manera local sino a nivel mundial.

8. Establecer como prioridad, al momento de proponer alguna nueva forma de trabajo, el hacer las cosas sencillas y siempre “ponerse en los zapatos” del operador o mecánico, quienes serán los responsables.

9. Es posible, ahora necesario, el generar valor desde el interior de las fábricas, y es una responsabilidad la participación de todos los trabajadores de todos los niveles en las estrategias para poder lograr resultados; la comunicación clara de las rutas y metas a lograr generan entendimiento, consecuentemente compromiso, y al final el resultado esperado.

10. Debe tomarse la educación y el entrenamiento como la herramienta básica del cambio; la capacitación tradicional ya es muy poco funcional, hay que generar talleres de conocimiento (teórico-prácticos), además no olvidar que estos talleres deberán estar enfocados a resolver problemas específicos que ayuden a la eliminación de pérdidas. Por lo anterior los entrenamientos básicos fueron diseñados por las áreas de operación y Recursos Humanos con una participación mía, así como en la impartición de diferentes entrenamientos y talleres no solo al nivel de los trabajadores sino también para coordinadores y gerentes.

11. Al momento de promover que todos se involucren dentro de la organización, se debe de tener cuidado en no generar “parálisis por análisis”, al intentar conseguir consensos para cada situación. Sin embargo, hacer que los diferentes grupos tomen decisiones compartidas es muy importante para enaltecer los aciertos y aprender de los errores, además crea un gran sentido de pertenencia.

12. Es importante contar con recursos tanto materiales como humanos, por los niveles de deterioro a los que se enfrentarán. El tomar el tiempo necesario para eliminar y aprender de estos deterioros para la verdadera eliminación de pérdidas, llevará a tomar decisiones que requerirán de fondos monetarios y humanos (especialistas); estas inversiones se deberán justificar y por supuesto hacer.

13. Una vez iniciado el proceso no hay vuelta atrás, el tener falsos arranques o solamente iniciativas aisladas provoca poca o nula credibilidad en los principales actores del piso, como operadores, mecánicos y hasta de coordinadores.

14. Una implementación exitosa, está determinada por el tiempo y recursos invertidos desde las primeras fases, por lo que contar con planes y tomar tiempo para definirlos y ejecutarlos, así como hacer las preparaciones necesarias, puede definir el rumbo de la implementación y, como consecuencia, la obtención de los resultados planteados.

Recomendaciones adicionales:

Se considera que para aplicar un buen sistema de gestión de la inocuidad en la industria quesera, es necesario además contar con lo siguiente:

1. Que la industria quesera cuente con un programa de Buenas Prácticas de Ordeño
2. Que la industria quesera cuente con programa de limpieza y desinfección en sala de ordeña
3. Contar con un programa de verificación del transporte y tanque de enfriamiento
4. Realizar pruebas sobre la calidad de composición y calidad microbiológica para su aceptación o rechazo y pago de la leche (pruebas de andén).
5. Establecer un programa de control microbiológico antes, durante y después de la elaboración de los quesos frescos como forma de hacer seguimiento del mantenimiento del sistema Buenas Prácticas de Manufactura.
6. Efectuar auditorias constantemente para verificar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura en el área de proceso y lavado de manos
7. Supervisar periódicamente la calidad higiénica y microbiológica de las diferentes áreas, para verificar si el sistema de aseguramiento de calidad funciona eficientemente.
8. Supervisar la correcta aplicación de los POE y POES, así como su actualización para mejorar su eficiencia.
9. Mantener una capacitación constante del personal, sobre la aplicación del sistema de aseguramiento de calidad en que se basa en el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Procedimientos Operativo Estandarizado (POE) y Procedimiento Operativo Estandarizado de Sanitización (POE's), para minimizar o prevenir riesgos sanitarios que puedan dañar al consumidor.
10. Documentar de forma detallada el sistema de aseguramiento de calidad y realizar su evaluación para mejorar dicho sistema de aseguramiento de calidad.

Bibliografía:

1. Aguilar Rodríguez Anabel (2010) Investigación Bibliográfica Acerca de la Elaboración de Quesos de Mayor Consumo Nacional Dirigida al Desarrollo de Pequeñas Empresas. Tesis Licenciatura. UNAM Facultad de estudios Superiores Cuautitlán, pp. 9-11, Cuautitlán Izcalli, Edo de México.
2. Ahmed, S., Hassan, M.H. and Taha, Z. (2005), "TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 11 No. 1, pp. 19-42.
3. Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 14(2), 123–147. <http://doi.org/10.1108/13552510810877647>
4. Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. (2008), "Total productive maintenance: literature review and directions", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 No. 7, pp. 709-756.
5. Ahuja, I.S. (2011), "Total productive maintenance practices in manufacturing organisations: literature review", *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 11 No. 2, pp. 117-138.
6. Alais, C. (1998). *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera*. CECSA. México.
7. Albarracín, F. y Carrascal, A. 2005. *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para microempresas lácteas*. Ed, Pontificia Universidad Javeriana. España.
8. Al-Hassan, K., Chan, J.F.L. and Metcalfe, A.V. (2000), "The role of total productive maintenance in business excellence", *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 11 No. 4, pp. 596-601.
9. Alonso, F. (2015). Recuperado el 20 de abril de 2019, de BM Editores: <http://bmeditores.mx/descripcion-agroindustria-quesera-en-mexico/>
10. Al-Refaie, A., Ghnaimat, O. and Li, M. (2012), "Effects of ISO 9001 certification and KAAE on performance of Jordanian firms", *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol. 6 No. 1, pp. 45-53.
11. Álvarez Laverde, H. (2002). Reflexiones para la actuación en una organización. Retrieved from <http://www.ceroaverias.com/enciclopedy/centroTPM/articulos2014/implantaciondeltpm.pdf>
12. Álvarez Laverde, H. (2008). *TPM y Aprendizaje Organizacional, Cero averías*. Fecha de consulta: 19 de abril de 2019. URL: <http://www.ceroaverias.com/aprendizaje.pdf>
13. Amendola, L. *Excelencia Operacional. Operations Integrity Management*. Editorial PMM Institute for Learning, 2013.

14. Ávila J., Mantenimiento, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995. 133p.
15. Badui, Salvador. (2006). Química de los alimentos. Editorial: Alambra. México.
16. Bamber, C., Sharp, J. and Hides, M. (2002), "The role of the maintenance organisation in an integrated management system", *Managerial Auditing Journal*, Vol. 17 Nos 1/2, pp. 20-25.
17. Bamber, C.J., Sharp, J.M. and Castka, P. (2004), "Third party assessment: the role of the maintenance function in an integrated management system", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10 No. 1, pp. 26-36.
18. Bamber, C.J., Sharp, J.M. and Hides, M.T. (2000), "Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 11 No. 7, pp. 454-461.
19. Battro, P. (2010). Quesos artesanales (1 ed.). Buenos Aires, Argentina: Albatros Saci.114.
20. Bayo-Moriones, A., Merino-Díaz-de-Cerio, J., Escamilla-de-Leon, S.A. and Selvam, R.M. (2011), "The impact of ISO 9000 and EFQM on the use of flexible work practices", *International Journal of Production Economics*, Vol. 130 No. 1, pp. 33-42.
21. Bello L. Juan Manuel, Lizeldi Bernardino V. González V. Erika, Manzo S. Anabelle, Nochebuena P. Xóchitl, Quiñones Ramírez Elsa Irma, Vázquez Salinas Carlos. (2004) Productos Lácteos. La ruta de la metamorfosis. Revista digital Universitaria. Vol. 5. No. 7.
22. Biazzo, S. and Bernardi, G. (2003), "Process management practices and quality systems standards: risks and opportunities of the new ISO 9001 certification", *Business Process Management Journal*, Vol. 9 No. 2, pp. 149-169.
23. Bridges, W. (1993). *Managing Transitions: Making the most of change*. Massachusetts: Perseus Books.
24. CANILEC. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos (Primera ed.)*. México: CANILEC.
25. Centro de Actividad Regional Para la Producción Limpia (CAR/PL). (2002) *Prevención de la contaminación en la industria láctea*, Ministerio del Medio Ambiente de España.
26. Cervantes, F. Villegas, A. Cesín, A. Espinosa, A., 2013. *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse*. 2da. Chapingo: Editorial del colegio de postgraduados Universidad Autónoma de Chapingo.
27. Cervantes, F., Villegas, A., Cesín, A. & Espinoza, A. 2008. *Los quesos mexicanos genuinos. Patrimonio cultural que debe rescatarse*. México: Grupo Mundi-Prensa.
28. Cesín, F., & Vargas, F. (2014). *La leche y los quesos artesanales en México*. *AGRICULTURA, SOCIEDAD Y DESARROLLO*, 11(2), 243-248.

29. Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., Chan, H.K. and Kong, S. (2005), "Implementation of total productive maintenance: a case study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 95 No. 1, pp. 71-94.
30. CODEX STAN. Norma general del Codex para el queso. 1978. 283-1978
31. COFEPRIS. (2016). Situación Actual en la Regulación Sanitaria en los Productos Lácteos para Brucelosis en el Estado de Nuevo León. Recuperado el 15 abril de 2019, de <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/zoonosis/descargas/pdf/SituacionActualRegSanitariaProdLacteosBruc.pdf>
32. Comisión del Codex Alimentarius "Código internacional. Recomendado de Prácticas. Principios Generales de Higiene de los Alimentos", CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003).
33. Connor, O., & Brien, O. (2004). *Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 1). Amsterdam: Elsevier Academic. 227.
34. Corral, A. (2014). Tierra Fértil. Recuperado el 20 de abril de 2019, de <http://www.tierrafertil.com.mx/mexico-tercer-productor-de-queso-artesanal-de-america/>
35. Cuatrecasas LL. (2000), *Total Productive Maintenance*, Gestión 2000, Barcelona, España, págs. 53,65
36. Cuatrecasas, L. (2003). *TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*, Barcelona, Editorial Gestión 2000.
37. De Alba, J. (1985). El Criollo Lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Boletín Técnico No. 15. 60 p.M.
38. Devadasan, S.R., Goshteeswaran, S. and Gokulachandran, J. (2005), "Design for quality in agile manufacturing environment through modified orthogonal array-based experimentation", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16 No. 6, pp. 576-597.
39. Diario Oficial de la Federación. DOF Reglamento de control sanitario de productos y servicios. 9 Ago. 1999.
40. Domínguez, A., Villanueva, A., Arriaga, C. M., & Espinoza, A. (2011). Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de Estudios Sociales, 19(38), 166-193. Recuperado el 14 de Abril de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/417/41719205007.pdf>
41. Dounce E., *La productividad en el manejo industrial*, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México 1998, págs. 42,350
42. Dounce Villanueva, E. (2006). *Un Enfoque Analítico Del Mantenimiento Industrial*, México, Editorial Continental.
43. Escamilla, J. 2007. *Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos de Operación Estándar de Sanidad, para la Industria Láctea*. Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias.

44. Espinosa, F. (2010). Identificación de Sistemas de Gestión para el Mantenimiento Industrial. *Revista de La Facultad de Ingeniería Mecánica Universidad de Talca*, pp. 8–27.
45. Espinosa, T., Villegas, A., Gómez, G. Cruz, J. y Hernández, A. (2006). La agroindustria láctea en el Valle de México: Un Ensayo de Categorización. *Técnica Pecuaria en México*, 44 (2):181-192. Recuperado de: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200607041547.pdf>.
46. Etkin, J. R. (1993). *La doble moral de las organizaciones* (p. 328). Madrid, España: McGrawHill.
47. Etzioni, A. (1975). *A comprehensive analysis of complex organizations (Revised)*. New York: NY: Free press.
48. Felman, P. Melero, M. (2010) sistemas de calidad en el sector agroalimentario. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Argentina. Pp 23-26.
49. Figueroa, C. (2003.) *Manual de Buenas Prácticas en la Producción de Leche Caprina*. SENASINA. México. [Fecha de consulta el 15 de Abril del 2019]: Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/3/manual_cabra.pdf
50. Flores, J. Martínez, J y Casillas, F. 1999. *Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad*. Dirección General de Calidad Sanitaria de Bienes y Servicios. 2a Ed. México, Distrito Federal.
51. Fotopoulos, C. and Psomas, E. (2009), “The use of quality management tools and techniques in ISO 9001:2000 certified companies: the Greek case”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 58 No. 6, pp. 564-580.
52. Fox, P., 2008. *Cheese: Chemistry, Phisycs and Microbiology*. 3rd. Estados Unidos de América: Elsevier Science.
53. Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D. and Mastrogiacomo, L. (2011), “A proposal of a new paradigm for national quality certification systems”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 28 No. 4, pp. 364-382.
54. Frost, T. (1985). *The sick organization*. Personnel.
55. Galván, D. (2012). *Análisis de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
56. Galván, M. (2005) *Proceso Básico de la Leche y el Queso*, *Revista Digital Universitaria*. Vol. 6. No. 9. Disponible a través de internet en: <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/int87.htm>
57. González Villarreal Manuel. (2002). *Tecnología para la Elaboración de Queso Amarillo, Cremas y Mantequilla*. Maestría en Tecnología Láctea. Profesor Investigador de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Macaracas, Los Santos, República de Panamá.
58. Gotzamani, K. (2010), “Results of an empirical investigation on the anticipated improvement areas of the ISO 9001:2000 standard”, *Total Quality Management*, Vol. 21 No. 6, pp. 687-704.

59. Graisa, M. and Al-Habaibeh, A. (2011), "An investigation into current production challenges facing the Libyan cement industry and the need for innovative total productive maintenance (TPM) strategy", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 4, pp. 541-558.
60. Hackman, R. J. (1992). *The psychology of self management in organizations*. (R. En glasser, Ed.).
61. Harbutt J. (1998). *La enciclopedia mundial del queso*. Editorial: Javier Vergara. Buenos Aires, Argentina.
62. Hartman, E. H. (1992). *Total Productive Maintenance: Successfully Installing TPM in Non Japanese Plant*. Pittsburgh, Pennsylvania. Charlotte, North Carolina.
63. Heras-Saizarbitoria, I., Casadesus, M. and Marimom, F. (2011), "The impact of ISO 9001 standard and the EFQM model: the view of the assessors", *Total Quality Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 197-218.
64. Hervás, A. (2012). *El Mercado del queso en México*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México.
65. Holland, B., Unwin, I., & Buss, D. (1990). *Milk Products and eggs: The Fourth Supplement to McCance and Widdowson's The composition of foods* (Cuarta ed.). Cambridge: Royal society of Chemistry/Ministry of Agriculture. 69.
66. Implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9(3), 823–853.
<http://doi.org/10.3926/ic.360>
67. INEGI. (2017). *Encuesta mensual de la industria manufacturera. Producción de Derivados Lácteos*. Recuperado el 26 de Marzo de 2019, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/#D104001000142>
68. Inman, R.A., Sale, R.S., Green, K.W. Jr and Whitten, D. (2011), "Agile manufacturing: relation to JIT, operational performance and firm performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 29 No. 4, pp. 343-355.
69. International Organization for Standardization (ISO) (2008), *Quality Management Systems – Requirements*, ISO, Geneva.
70. Islas, A., 2010., *Proceso de elaboración de queso análogo, propiedades, ventajas y desventajas, así como funcionalidad de los ingredientes utilizados*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.
71. Islas, A., 2010., *Proceso de elaboración de queso análogo, propiedades, ventajas y desventajas, así como funcionalidad de los ingredientes utilizados*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.
72. ISO 22000:2005, *Food Safety Management Systems - Requirements for any Organization in the Food Chain*
73. JIPM (1999). *Mantenimiento Autónomo Por Operadores*. Serie Producción. JIPM.
74. JIPM (2000). *TPM Instructors Course*. Manual de participante.
75. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 14 No. 3, pp. 262-271.

76. Karthi, S., Devadasan, S.R. and Muruges, R. (2011), "Lean Six Sigma through ISO 9001 standard-based quality management system: an investigation for research", *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol. 8 No. 2, pp. 180-204.
77. Kets De Vries, M. F. R., & Miller, D. (1985). *L'entreprise névrosée* (p. 175).
78. *Keyword book* (2002). TPM Encyclopedia. Japan Institute of Plant Maintenance.
79. Kotter, J. P. (1997). *El Líder del cambio*. México: McGrawHill.
80. Lazim, H.M. and Ramayah, T. (2010), "Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach", *Business Strategy Series*, Vol. 11 No. 6, pp. 387-396.
81. López, E. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación, 241.
82. Losada, M y Chamorro, M. 2002. *Tecnología de alimentos: El análisis sensorial de los quesos*. Ed, Mundi-Prensa. Madrid, España.
83. M. Smith Anthony, GLENN R. Hinchcliffe (2004). *RCM, Gateway to World Class Maintenance*. Linacre House, Jordan Hill, Oxford. Editorial Elsevier Butterworth Heinemann.
84. Maggard, B. N., & Rhyne, D. M. (1992). Total Productive Maintenance: A Timely Integration of Production and Maintenance. *Production and Inventory Management Journal*, 33(4), 6–10.
85. Maletic, D., Maletic, M. and Gomiscek, B. (2012), "The relationship between continuous improvement and maintenance performance", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 18 No. 1, pp. 30-41.
86. *Manual de elaboración de los productos lácteos en la empresa Chelmar S.A. de C. V. en Saltillo, Coahuila*. PMVZ. Héctor Javier Paniagua Díaz. Morelia, Michoacán, Enero de 2008. pp. 21-29.
87. Marín-García, J. a., & Martínez, R. M. (2013). Barreras y facilitadores de la
88. Martínez, A., Montes, N., & Villoch, A. (2016). Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales. *Salud Animal*, 38(1), 64-66.
89. Martínez, E. & Salas, H. (2002). *Globalización e integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería mexicana*. México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
90. Martinez-Costa, M., Choi, T.Y., Martinez, J.A. and Martinez-Lorente, A.R.M. (2009), "ISO 9000/ 1994, ISO 9001/2000 and TQM: the performance debate revisited", *Journal of Operations Management*, Vol. 27 No. 6, pp. 495-511.
91. Mauricio Lefcovich. *Just in time como camino hacia la excelencia*, 2005.
92. McKone, K.E., Schroedar, R.G. and Cua, K.O. (1999), "Total productive maintenance: a contextual view", *Journal of Operations Management*, Vol. 17 No. 2, pp. 123-144.
93. Murillo, Z. 2009. *Manual del procesamiento lácteo*. Instituto Nicaragüense de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (INPYME). Nicaragua. Recuperada el

10 de septiembre del 2013, de

http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

94. Nakajima S., (1991). Introducción al TPM, segunda edición, Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Madrid, España, . 196p.
95. Nakajima, Seichi. (1984). *TPM, Mantenimiento Productivo Total* (1984). Japón. Publicado por el Japan Institute for Plant Maintenance.
96. NOM-251-SSA1-2009. Norma Oficial Mexicana. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
97. Norma Mexicana NMX-713-COFOCALEC-2005. Sistema producto leche – alimentos – lácteos – queso y queso de suero – denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.
98. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
99. Norton, D. P. (2002). Managing strategy is managing change. Harvard Business School Publishing, Volume 4, Number 1.
100. Obdulio, V y Amador, R. 2001. Manual de Buenas Prácticas de Fabricación Aplicado a la Industria Láctea. Cooperativa Mixta de Procesadores de Leche Olancho Limitada. Honduras, C. A.
101. Olarte, C. W., Botero A., M., & Cañon A., B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, XVI (44), 354– 356.
102. Olivero García Palencia. Gestión de Activos Alzaprima de la Excelencia Operacional, 2013.
103. Orsburn, J., Moran, L., Musselwhite, E., & Zenger, J. H. (1990). *Self-Directed Work Teams*. Homewood, Illinois.
104. Palencia, O. (2007). Optimización integral del mantenimiento: hacia la terotecnología de clase mundial. *Clepsidra*, 1(4), 60–70.
105. Paniagua, H. 2008. Manual de Elaboración de Productos Lácteos. Tesis (Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Michoacana de San Nicola Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnista.
106. Parrilla, M. Vázquez, J. Sáldate, O. y Nava, L. Brotes de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario. *Salud Pública de México* [en línea] 1993, 35 (septiembre-octubre): [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10635505>> ISSN 0036-3634
107. Pepper, M.P.J. and Spedding, T.A. (2010), “The evolution of Lean Six Sigma”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 27 No. 2, pp. 138-155.
108. Poméon, T. y Cervantes, F. (2010). El sector lechero y quesero en México de 1990 a 2009: entre lo global y local. *Reporte de Investigación*, 89: 1- 47.

109. Poméon, T. y Cervantes, F. (2012). El sector Lechero y Queso en México en las Últimas Décadas. En Cervantes, F y Villegas, A. (Ed), La Leche y los Quesos Artesanales en México (7 – 49). México D.F.: Porrúa.
110. Psomas, E.L. and Fotopoulos, C.V. (2009), “A meta analysis of ISO 9001:2000 research – findings and future research proposals”, International Journal of Quality and Service Sciences, Vol. 1 No. 2, pp. 128-144.
111. Psomas, E.L., Fotopoulos, C.V. and Kafetzopoulos, D.P. (2010), “Critical factors for effective implementation of ISO 9001 in SME service companies”, Managing Service Quality, Vol. 20 No. 5, pp. 440-457.
112. Ramírez, I. (2015). BM Editores. Recuperado el 15 de abril de 2019, de <http://bmeditores.mx/buenas-practicas-de-manufactura-en-industria-quesera/>
113. Ramírez, J., Aguirre, J., Aristizabal, V., Castro, S., 2017. La sal en el queso: diversas interacciones. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 303 - 316.
114. Robbins, S. (1999). Comportamiento organizacional. México: Prentice Hall.
115. Rodríguez, M. & Durán, R. (2013). Los quesos de México y el Mundo. Recuperado: http://www.hablemosclaro.org/Temas/4/28/Los_Quesos_de_M%C3%A9xico_y_de_l_Mundo#.UoFz8HBg9e8.
116. Roe, S. and Mba, D. (2009), “The environment, international standards, asset health management and condition monitoring: an integrated strategy”, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 94 No. 2, pp. 474-478.
117. Sacristan, F. (2001a). Mantenimiento Total de la Producción. Proceso de implantación y desarrollo. Madrid: FC Editorial.
118. Sacristan, F. (2001b). Manual del Mantenimiento Integral en la empresa (1ra Ed). Madrid: FC Editorial.
119. SAGARPA/SIAP. 2005. Boletín Leche, julio-diciembre 2005
120. Santamaría, J. M. y Braña, P. A. Análisis y reducción de Riesgos en la Industria Química. Fundación MAPFRE. Barcelona. 1994.
121. Scott, B. 1999. Principios Básicos de Las Auditorias de la Calidad. Ed, Díaz de Santos. Madrid, España.
122. Segundo Serrano. Mejora continua de procesos. Lugar de publicación: Empresarium, 11 Noviembre 2014. Dirección: <http://www.empresarium.com/>. Última visita: 1 Septiembre 2016.
123. Senge, P. (2000). La danza del cambio. New York.
124. Seth, D. and Tripathi, D. (2005), “Relationship between TQM and TPM implementation factors and business performance of manufacturing industry in Indian context”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 22 No. 3, pp. 256-277.
125. Sharma, M. and Kodali, R. (2008), “TQM implementation elements for manufacturing excellence”, *The TQM Magazine*, Vol. 20 No. 6, pp. 599-621.
126. Shirose Kunio (1995). TPM Team Guide. Productivity Press.

127. Shirose, K. (1992). TPM for workshop leaders. Portland, Oregon, USA: Productivity press Inc.
128. Singh, P.J., Power, D. and Chuong, S.C. (2011), "A resource dependence theory perspective of ISO 9000 in managing organizational environment", *Journal of Operations Management*, Vol. 29 Nos 1/2, pp. 49-64.
129. Sivaram, N.M., Devadasan, S.R., Sreenivasa, C.G., Karthi, S. and Murugesh, R. (2012), "A literature review on the integration of total productive maintenance elements with ISO 9001 standard", *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol. 9 No. 3, pp. 281-308.
130. Sloan, T. W. (2004). A periodic review production and maintenance model with random demand, deteriorating equipment, and binomial yield. *Journal of the Operational Research Society*, 55(6), 647–656. <http://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601725>
131. Steinbacher, H. R., & Norma, L. (1993). TPM for America: What it is and Why you need it. Portland, Oregon: Productivite Press Inc.
132. Suzuki Tukutaro (1995). TPM en Industrias de Proceso. Japan Institute of Plant Maintenance.
133. Suzuki, Tokutaro. TPM in process industries. Ed Productivity Press, U.S.A., 1994
134. Tajiri M., TPM Implementation (A Japanese Approach), Mc Graw- Hill, Inc., New York, USA, 1992. 328p
135. Tajiri, M., & Gotoh, F. (1999). Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on the Shop (p. 352). Ilustrada.
136. Thomas, A., Barton, R. and Byard, P. (2008), "Developing a Six Sigma maintenance model",
137. To, W.M., Lee., P.K.C. and Yu, B.T.W. (2011), "ISO 9001:2000 implementation in the public sector – a survey in Macao SAR, the People's Republic of China", *The TQM Journal*, Vol. 23 No. 1, pp. 59-72.
138. Torres Cuesta, Idelfonso. Modelo de Mantenimiento Productivo Total para la empresa Productos Unidos Ltda. Cartagena de Indias, 2001, 84p. Trabajo de grado (Ingeniería Mecánica). Universidad Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Mecánica. Área de Mantenimiento.
139. Tsang, A.H.C. and Chan, P.K. (2000), "TPM implementation in China: a case study", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 No. 2, pp. 144-157.
140. Uribe, A. 2008. Diseño de un Modelo de Gestión de Inocuidad Alimentaria, Basado en Programas Pre-requisito y la Norma ISO 9001:2000, Para su Implementación en una Industria Panificadora de Bollería Dulce. Tesis (Ingeniero en Alimentos) Universidad Nacional Autónoma México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

141. Van Gigh, J. (1981). Teoría general de sistemas aplicada. México: Editorial Trillas.
142. Vélez, Alfonso; Villegas, Gustavo. Elaboración de un instrumento para el estudio de los procesos de cambio asociados con la implantación del TPM en Colombia. Universidad EAFIT, Cuadernos de investigación; No. 36, Septiembre de 2005.
143. Villegas de Gante A. (2004) Tecnología quesera. Trillas, México, D.F., pp. 13, 59, 32, 111, 134-140, 338-340.
144. Villegas de Gante A. (2004) Tecnología quesera. Trillas, México, D.F., pp. 13, 59, 32, 111, 134-140, 338-340.
145. Villegas López, G. A. (1999). Relación entre los resultados de la empresa y la gestión de su sistema social. Un estudio en empresas prestadoras de servicio de mantenimiento automotriz en Medellín-Colombia. Universidad Politécnica de Valencia.
146. Villegas, A., Cervantes, F., 2011. La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. Estudios sociales, 19 (38), 145-164.
147. Villegas, G.A. 2003. Los quesos mexicanos, 2ª ed. Universidad Autónoma Chapingo, México.
148. Villegas, S. (2014). Evaluación de la conformidad con la normatividad mexicana (NOM) de requesón artesanal elaborado en el Estado de México. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Cuautitlán Izcalli. 46.
149. Vinodh, S., Shivraman, K.R. and Viswesh, S. (2011), "AHP-based lean concept selection in a manufacturing organization", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 23 No. 1, pp. 124-136.
150. Wakjira, M.W. and Singh, A.P. (2012), "Total productive maintenance: a case study in manufacturing industry", Global Journal of Researches in Engineering, Vol. 12 No. 1, pp. 1-9.