



Índice

TABLA DE ILUSTRACIONES.....	4
1. Introducción y objeto del proyecto	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Objetivo del proyecto	9
1.3. Sumario del proyecto	10
2. Antecedentes del mantenimiento.....	12
2.1. El valor del mantenimiento	12
2.2. La importancia del mantenimiento en nuestros días	15
2.3. Enfoques para la mejora de la gestión	17
2.4. Proyectando sistemas de producción eficaces	19
2.5. Dirección de operaciones, gestión e ingeniería del mantenimiento	22
2.6. El ingeniero de mantenimiento.....	28
2.7. Evolución del mantenimiento	30
2.7.1. Introducción	30
2.7.2. Sistema predictivo	31
2.7.3. Sistema preventivo	34
2.7.4. Evolución del mantenimiento y la calidad.	35
2.7.5. Sistema correctivo.....	36
2.8. La fiabilidad operacional	38
2.9. Métodos y técnicas para la mejora continua del mantenimiento.....	39
2.9.1. Métodos básicos para el análisis de fallos, de fiabilidad, y de riesgo en la operación de un sistema.	39
2.9.2. RCM, Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad.....	41
2.9.3. TPM, Mantenimiento Productivo Total.....	42
3. Descripción del Sistema de Producción	47
3.1. Proceso industrial de la cerveza.....	47
3.1.1. Introducción	47
3.2. Proceso de envasado.....	67
3.3. Mercado de la cerveza.....	71
3.4. La empresa: Heineken España S.A.....	72
3.4.1. Un poco de historia	72
3.4.2. Las factorías Heineken en España.....	72
4. La metodología TPM aplicada a una Fábrica de Cerveza	75
4.1. Introducción.....	75
4.1.1. Escenario actual	75
4.1.2. La filosofía TPM.....	76
4.1.3. Puntos clave del TPM.....	76
4.1.4. La implantación de un programa TPM	77



4.1.5. Estructura TPM de la fábrica	79
4.1.6. La mejora del rendimiento de la línea	82
5. Desarrollo del proyecto.....	85
5.1. Introducción al desarrollo del proyecto.....	85
5.2. Expansión horizontal.....	86
5.2.1. Expansión horizontal: idea de empresa	86
5.2.2. Diseño inicial: Necesidades y características básicas	86
5.2.3. Primeras decisiones de diseño	87
5.2.4. Flujos de información.....	88
5.2.5. Implantación del sistema en Excel	90
5.3. Equipo de reducción de mermas de cerveza en bodegas	101
5.3.1. Definición del problema de mermas en bodegas.....	101
5.3.2. Componentes del equipo.....	103
5.3.3. Pasos del método	104
5.3.4. Zonas críticas y plan de acción	105
5.3.5. Análisis 5 porqués	105
5.3.6. Flujo de materia	109
5.4. Equipo de reducción de mermas de cerveza en cocimiento.....	110
5.4.1. Definición del problema de reducción de mermas en cocimiento.....	110
5.4.2. Componentes del equipo.....	112
5.4.3. Pasos del método	112
5.4.4. Áreas críticas y plan de acción.....	112
5.4.5. Análisis 5 porqués	113
5.4.6. Flujo de materia	115
5.5. Equipo de reducción de mermas de cerveza en filtración y BBT.....	116
5.5.1. Definición del problema de mermas en filtración y BBT.....	116
5.5.2. Componentes del equipo.....	117
5.5.3. Pasos del método	118
5.5.4. Áreas críticas y plan de acción general de filtración y BBT.....	118
5.5.5. Análisis 5 porqués	118
5.5.6. Flujo de materia	121
5.6. Equipo de mejora de turbios en BBT en cerveza Cruzcampo	122
5.6.1. Definición del problema de turbios en BBT.....	125
5.6.2. Componentes del equipo.....	127
5.6.3. Responsabilidades del equipo	127
5.6.4. Antecedentes a la creación del equipo: Situación inicial	128
5.6.5. Pasos del método	129
5.6.6. Análisis cinco por qué.....	129
5.6.7. Plan de acción equipo de mejora de turbios en BBT	132
6. Resultados.....	133
6.1. Resultados Expansión Horizontal.....	133



6.2.	Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Bodegas	135
6.3.	Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en el área de Cocimiento.....	136
6.4.	Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Filtrada y BBT.....	137
6.5.	Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de turbios en BBT ...	138
7.	Conclusiones del Proyecto	139
7.1.	Conclusiones de la Expansión Horizontal	139
7.2.	Conclusiones del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Bodegas.....	142
7.3.	Conclusiones del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas en Cocimiento.....	144
7.4.	Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Filtrada y BBT.....	150
7.5.	Equipo de mejora de reducción de turbios	155
7.6.	Conclusiones de la filosofía TPM	158



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distribución de dinero dedicado al mantenimiento por sectores	15
Ilustración 2. Desglose de la Disponibilidad de un sistema	19
Ilustración 3. La Dirección de Operaciones y sus subsistemas	22
Ilustración 4. La ingeniería de fabricación	24
Ilustración 5. Las diferentes generaciones del mantenimiento	35
Ilustración 6. Corte longitudinal de un grano de cebada	60
Ilustración 7. Corte transversal de un grano de cebada.....	61
Ilustración 8. Diagrama de flujo de un proceso de envasado con envase retornable.....	68
Ilustración 9. Diagrama de flujo de un proceso de envasado con envase no retornable.....	68
Ilustración 10. Estructura TPM de la Fábrica.....	79
Ilustración 11. Pilares del TPM	81
Ilustración 12. Objetivos del TPM	82
Ilustración 13. Desglose OEE	83
Ilustración 14. Desglose OPI	84
Ilustración 15. Diagrama de flujo del sistema de información.....	89
Ilustración 16. Hoja de cálculo de las mejoras de una zona	91
Ilustración 17. Vista general de la hoja de control	92
Ilustración 18. Vista de la columna 1 de la hoja de control	93
Ilustración 19. Vista de la columna 2 de la hoja de control	94
Ilustración 20. Vista de la columna 3 de la hoja de control	95
Ilustración 21. Vista de la columna 4 de la hoja de control	95
Ilustración 22. Vista de la columna 5 de la hoja de control	96
Ilustración 23. Vista de la sexta columna de la hoja de control	97
Ilustración 24. Vista de la columna 7 de la hoja de control	97
Ilustración 25. Vista de la columna 8 de la hoja de control	98
Ilustración 26. Vista de las columnas 9 y 10 de la hoja de control.....	99
Ilustración 27. Vista de la columna 11 de la hoja de control	99
Ilustración 28. Vista de la columna 12 de la hoja de control	100
Ilustración 29. Distribución mermas 2008 y 2009.....	101
Ilustración 30. Mermas 2009.....	102
Ilustración 31. Mermas bodegas 2009.....	102
Ilustración 32. Antecedentes de mermas en bodegas.....	103
Ilustración 33. Componentes del equipo.....	104
Ilustración 34. Pasos del método de reducción de mermas.....	104



Ilustración 35. Plan de acción del equipo de reducción de mermas en bodegas	105
Ilustración 36. Análisis Causa-Raíz.....	108
Ilustración 37. Flujo de materia descriptivo en bodegas.....	109
Ilustración 38. Desglose de mermas en 2008 y 2009	110
Ilustración 39. Mermas 2009.....	110
Ilustración 40. Mermas en silos en 2009	111
Ilustración 41. Mermas en cocción en 2009	111
Ilustración 42. Antecedentes mermas en Silos y Cocimiento.....	112
Ilustración 43. Componentes del equipo.....	112
Ilustración 44. Plan de acción de equipo de reducción de mermas en cocimiento	113
Ilustración 45. Análisis Causa- Raíz.....	114
Ilustración 46. Flujo de materia descriptivo de cocimiento.....	115
Ilustración 47. Desglose mermas en 2008 y 2009.....	116
Ilustración 48. Mermas 2009.....	116
Ilustración 49. Mermas bodegas 2009	117
Ilustración 50. Componentes del equipo.....	118
Ilustración 51. Plan de acción de equipo de reducción de mermas en filtración y BBT.....	118
Ilustración 52. Flujo de materia descriptivo de filtración y BBT.....	121
Ilustración 53. Esquema floculación/coagulación	124
Ilustración 54. Desglose FTR Q4- 2009.....	125
Ilustración 55. FTR BBT-GAP Q4 2009.....	125
Ilustración 56. Turbio en BBT.....	126
Ilustración 57. Turbio en guarda	126
Ilustración 58. FTR Turbio Q4 2009.....	126
Ilustración 59. Turbio Cruzcampo Barril a 0°C	127
Ilustración 60. Componentes del equipo.....	127
Ilustración 61. Responsabilidades equipo de mejora de turbio BBT en cerveza CC.....	128
Ilustración 62. Antecedentes Turbio en BBT.....	128
Ilustración 63. Turbio en guarda	128
Ilustración 64. Pasos del método para reducción de defectos.....	129
Ilustración 65. Plan de acción equipo de mejora de turbios	132
Ilustración 66. Resultados de la Expansión Horizontal	133
Ilustración 67. Gráfico de resultados de la expansión horizontal.....	133
Ilustración 68. Extracto del AM Overview.....	134
Ilustración 69. Acciones resultados del Método.....	135
Ilustración 70. Resultados de mermas de cerveza en el área de bodegas durante el tiempo de trabajo del equipo	135



Ilustración 71. Acciones del Equipo de Reducción de Merzas de Cerveza en el Área de Cocimiento.....	136
Ilustración 72. Resultados del Equipo de Reducción de Merzas de Cerveza en Silos y Cocimiento durante su período de funcionamiento.....	136
Ilustración 73. Acciones realizadas por el Equipo de Mejora de Reducción de Merzas de Cerveza en Filtrada y BBT.....	137
Ilustración 74. Resultados de Merzas de Extracto durante tiempo de operatividad del Equipo de Mejora de Reducción de Merzas de Cerveza en el Área de Filtrada y BBT.....	137
Ilustración 75. Evolución de Turbios durante el Período de Operatividad del Equipo.....	138
Ilustración 76. Evolución merzas bodegas 2010.....	143
Ilustración 77. Evolución merzas en silos y cocimiento.....	145
Ilustración 78. Auditoría equipo de reducción de merzas en cocimiento.....	148
Ilustración 79. Evolución equipo reducción de merzas en cocimiento.....	149
Ilustración 80. Evolución merzas filtrada y BBT.....	151
Ilustración 81. Resultados auditoría equipo de reducción de merzas filtrada y BBT.....	153
Ilustración 82. Evolución del equipo.....	154



1. Introducción y objeto del proyecto

1.1. *Introducción*

El proyecto de fin de carrera que se presenta a continuación es el resultado de una beca de colaboración en Heineken España S.A., más concretamente en el departamento de TPM. Tuve la oportunidad de hacer esta beca gracias al catedrático Adolfo Crespo Márquez, profesor de la asignatura de “Ingeniería de Producción y Mantenimiento”, cursada en quinto de Ingeniería Industrial, especialidad de Organización Industrial, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla, perteneciente a la Universidad de Sevilla. La beca tuvo una duración de 6 meses, con 600 horas de trabajo.

Durante estos seis meses he pertenecido al departamento de TPM de la fábrica Jumbo que Heineken España S.A. tiene en Sevilla. Pese a pertenecer a dicho departamento, he estado colaborando en diferentes áreas de la fábrica: envasado, mejora específica, cervecería, seguridad...

A continuación comentaré algunas de mis tareas desarrolladas durante estos seis meses ya que, aunque hubiera sido de mi agrado poder reflejar todo el trabajo desarrollado por mí en la fábrica, es imposible encuadrarlo al completo en el proyecto. En primer lugar realicé un análisis de criticidad de cambios de formato en las diferentes líneas de envasado. Para ello fue necesario un análisis de frecuencia y la definición de los estándares de tiempo. Se tomaron diferentes medidas para poder reducir dichos tiempos y posteriormente se hizo un seguimiento de resultados intentando igualar los tiempos reales a los estándares, actuando principalmente sobre los cambios más críticos según el análisis realizado anteriormente.

Llevé a cabo el desarrollo de un sistema de información para expansión horizontal en la fábrica, definiendo los flujos de información y el sistema de realimentación para que además de funcional fuera lo menos costoso posible.

También fui el encargado del desarrollo de un sistema de información para Incidentes y Near Misses en toda la fábrica.

Participé como miembro del departamento de TPM en los diferentes equipos de reducción de mermas de cerveza en las diferentes zonas de cervecería y de reducción de turbios en las mismas.



Implantación de gestión autónoma en cervecería, limpieza inicial de las áreas críticas e inspector de 5s en las mismas, sobre todo en la zona crítica, que tras un estudio se decidió que era la zona de centrifugas.



1.2. *Objetivo del proyecto*

Este proyecto tiene dos objetivos fundamentales:

1. Por un lado realizar el diseño, desarrollo e implantación de un sistema de información para la expansión horizontal de mejoras en la fábrica, es decir, un sistema de información para poder analizar cuáles de las mejoras que se han realizado en alguna zona o máquina de la fábrica podría implantarse en otra zona o área de la misma. La realización del sistema de información requiere:
 - a. Diseño de los flujos de información desde que la “mejora origen” se produce hasta que se verifica la realización de la “mejora expandida”.
 - b. Diseño del soporte del sistema de información
 - c. Formación de su funcionamiento al personal implicado
 - d. Implantación y puesta a punto del mismo

2. Por otro lado la coordinación de cuatro equipos de mejora que se llevaron a cabo siguiendo la metodología TPM, formando parte activa de estos equipos de mejora asegurando la correcta implantación de la metodología indicada y formando parte de las actividades comunes como cualquier otro miembro del equipo. Los equipos considerados en este proyecto son:
 - a. Equipo de reducción de mermas de extracto en bodegas
 - b. Equipo de reducción de mermas de extracto en cocimiento
 - c. Equipo de reducción de mermas de extracto en filtrada y BBT
 - d. Equipo de reducción de turbios en cerveza Cruzcampo en BBT



1.3. Sumario del proyecto

En el **Capítulo 2. Antecedentes del mantenimiento**, se tratará de dar una visión de cómo el mantenimiento ha evolucionado a lo largo de los años pasando de ser visto como un coste a ser un punto prioritario y estratégico para las empresas.

Se repasarán los diferentes enfoques de mantenimiento que existen, los diferentes sistemas de mantenimiento y las diferentes generaciones de mantenimiento que han existido, así como se hará referencias a las metodologías de mantenimiento más utilizadas.

En el **Capítulo 3. Descripción del sistema productivo**, se comenzará estudiando el proceso de producción de la cerveza: instalaciones, proceso biológico, historia... Posteriormente se analizará cómo es el proceso de envasado.

Para finalizar este capítulo se concluirá haciendo un pequeño análisis del mercado de la cerveza y de la empresa en la que se desarrolla el proyecto: Heineken España S.A.

En el **Capítulo 4. Metodología TPM en una fábrica de cerveza**, se aunarán los dos capítulos anteriores describiendo más a fondo la filosofía TPM, describiendo sus puntos claves, sus objetivos y cómo es su proceso de implantación.

Este capítulo concluirá con la descripción de la estructura TPM que tiene la fábrica de Sevilla de Heineken España S.A, lo que nos hará ver hasta qué punto esta filosofía se ha arraigado como emblema de mejora de la compañía.

En el **Capítulo 5. Desarrollo del Proyecto**, se concretará ya en el proyecto en sí, comenzando con una breve introducción y posteriormente explicando los diferentes apartados de los que consta el mismo.

En primer lugar se hablará de la Expansión Horizontal, en qué consiste y el sistema de información que se creó para su implementación. Posteriormente se tratarán los cuatro Equipos de Mejora, empezando por el Equipo de Reducción de Mermas en Bodegas, seguidos del de cocimiento, filtrada y BBT y, en último lugar, el Equipo de Mejora de Reducción de Turbios de Cerveza Cruzcampo en Filtrada y BBT.



En todos los equipos se describirá la metodología utilizada, los pasos del método y se mostrarán los diferentes análisis realizados.

El **Capítulo 6. Resultados**, se expondrán los resultados obtenidos de la filosofía TPM tanto en Expansión Horizontal como en los diferentes Equipos de Mejora.

En el **Capítulo 7. Conclusiones** se analizarán los resultados expuestos en el Capítulo 6 y las claves que nos han llevado al éxito. Finalizará con una pequeña reflexión sobre el TPM en general



2. Antecedentes del mantenimiento

2.1. *El valor del mantenimiento*

Que el Mantenimiento está asociado a la palabra Coste, es por todos conocido. Pero un mínimo análisis nos lleva a que, aparte de Coste, hay asociados otros conceptos como Generación de Valor, Incremento de Producción, Valor del Accionista, mejora de competitividad, etc.

Según la norma **UNE-EN 13306**, un proceso de mantenimiento es **“la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión que se aplican durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida”**.

Una vez finalizadas las fases de diseño y construcción, las instalaciones, sistemas y dispositivos presentan unas determinadas condiciones de Fiabilidad intrínseca. Con estas características de resistencia al fallo, se inicia la fase de explotación en la que se pretende alcanzar los niveles que se han fijados de Disponibilidad y Seguridad. En esta fase, la optimización de la función de mantenimiento es una de las opciones de mayor interés que se suelen acometer para conservar la Fiabilidad de los dispositivos y, por tanto, para evitar la aparición de costes asociados a la ocurrencia de averías, degradaciones o desperfectos que incrementarán seguro el coste total de explotación.

Bajo la perspectiva mencionada, el Mantenimiento debe ser visualizado como un **Centro de Beneficios** ya que, aun considerando que todas las actividades que realiza conllevan un determinado coste, dichas tareas generan valor al evitar la aparición de otros costes ligados al mal funcionamiento de los equipos (mayores consumos energéticos y de combustibles, indemnizaciones por daños a terceros, incremento de gastos financieros para sufragar reparaciones extraordinarias, etc.) y garantizar la continuidad de la producción y, por lo tanto, la generación de más ingresos que anteriormente.

Como principales objetivos, las actividades de mantenimiento pretenden evitar la pérdida de la funcionalidad de las instalaciones, alargar la vida operativa de los dispositivos, de manera que éstos superen su período legal de amortización sin que sea necesario la disposición de fondos adicionales para



proceder a su reposición, y evitar la pérdida de valor provocada por la aparición de desperfectos o desgastes.

La minimización a ultranza del presupuesto de Mantenimiento, política de actuación derivada de considerarlo exclusivamente como un centro de costes, puede poner en peligro el funcionamiento de las instalaciones y, por añadidura, la propia continuidad de los niveles de producción.

Tradicionalmente, los costes asociados al mantenimiento de los dispositivos se clasifican en las siguientes categorías:

- **Costes fijos y variables:** Los costes fijos son aquéllos que se producen sin tener en cuenta el número de tareas realizadas. Los costes variables son aquéllos que dependen del volumen de las tareas de mantenimiento efectuadas y normalmente se deben al material y a la mano de obra empleados.
- **Costes directos e indirectos:** Los costes directos son costes que pueden atribuirse claramente a cada tarea de mantenimiento, tales como los correspondientes a material y mano de obra. Los costes indirectos, por otro lado, son difíciles de asignar a actividades concretas (por ejemplo, consumos energéticos, amortización de equipos de mantenimiento, etc.).

Un planteamiento más acorde con la consideración del Mantenimiento como un Centro de Beneficios sería clasificar los costes de Mantenimiento en costes directos, costes inducidos y costes de oportunidad.

Los costes directos son los que recoge actualmente la contabilidad tradicional y son los relativos a mano de obra, materiales, subcontratación, energía, formación, etc., asociados con el desarrollo de las actividades del Departamento de Mantenimiento.

El resto de costes mencionados (costes inducidos y costes de oportunidad) presentan la particularidad de su doble carácter de costes reales y costes evitados.

Los costes inducidos se manifiestan cuando el mantenimiento preventivo aplicado es ineficaz o escaso. En tales circunstancias, dichos costes aparecen encubiertos en los costes directos del propio Mantenimiento o de otros departamentos de la organización (por ejemplo, incremento en los consumos energéticos de equipos que operan fuera de su punto óptimo de



funcionamiento, gastos incurridos en la reparación de los daños producidos a la instalación por la aparición de averías, pérdida de productividad, pago de indemnizaciones por daños a terceros, gastos en la reposición de equipos por el acortamiento de su vida útil, etc.).

Por otra parte y cuando el mantenimiento aplicado resulta eficaz, puede darse el caso de que los costes inducidos no lleguen ni siquiera a existir (porque han sido evitados) al lograr que los dispositivos operen en sus condiciones óptimas y reducir su probabilidad de fallo.

Los costes de oportunidad también presentan el mismo doble carácter ya comentado para los costes inducidos, con la particularidad de que si se producen (se hacen reales) su magnitud es muy elevada.

Mientras que los costes de oportunidad, si se producen, se hacen muy visibles, sólo el análisis de la evolución de los costes inducidos entre períodos distintos de explotación puede ponerlos de manifiesto.



2.2. La importancia del mantenimiento en nuestros días

De acuerdo con el informe de la **Asociación Española de Mantenimiento (AEM,2000)**, el coste directo de este conjunto de actividades en España (en concreto se estima en el citado informe el número de recursos destinados por empresas, entidades, administraciones públicas y particulares a la compra de recambios, repuestos y accesorios, al pago de los trabajos contratados a terceros –materiales y mano de obra- originados por la reparación de averías, desgastes y roturas, y a la retribución del personal de plantilla de las empresas o entidades, dedicado a realizar su propio mantenimiento) fue de 55.894 millones de euros) en el año 2000, lo que supone aproximadamente un 9'4% del Producto Interior Bruto del año en cuestión. Costes directos que se distribuyen conforme a la tabla representada en la **Ilustración 1**, incluida en el mismo informe.

Sectores	Millones de pesetas	Distribución %
Sector Primario	290 000	3.1
Sector Secundario	3 250 000	35.0
Sector Terciario	1 240 000	13.3
Sector Público	910 000	9.8
Sector Privado	3 610 000	38.8
TOTAL	9 300 000	100.0

Ilustración 1. Distribución de dinero dedicado al mantenimiento por sectores

Obviamente, los costes indirectos del mantenimiento, es decir, aquellos resultados que se producen en empresas y entidades, medidos como ahorros o incrementos de costes de operación a consecuencia de la buena o mala gestión del mantenimiento exceden a buen seguro los datos ofrecidos con anterioridad. Sin embargo, tal y como se indica en el informe AEM, son datos difícilmente cuantificables, de manera que los costes directos de mantenimiento son quizás la única variable susceptible de ser cuantificada con razonable fiabilidad.

La magnitud de estos valores da una clara idea de la importancia del mantenimiento en nuestra sociedad actual, de lo fundamental que puede resultar para un país como el nuestro en el que exista una mayor cultura de mantenimiento a todos los niveles y en todos los ámbitos. Estos valores



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



justifican, por tanto, la inversión que podamos hacer, en el mundo de la ingeniería, para el desarrollo de metodologías, técnicas, modelos y herramientas en general, que nos permitan mejorar la eficacia y eficiencia cotidianas en la gestión del mantenimiento.



2.3. Enfoques para la mejora de la gestión

Existen distintos enfoques que tradicionalmente se adoptan para intentar mejorar la gestión del mantenimiento en las empresas. En muchas ocasiones, la gerencia de la empresa decide optar por políticas similares a las de las empresas del sector. Se trata de realizar “copias” de políticas de mantenimiento a intervalos regulares de tiempo. Esto se conoce también como *benchmarking*.

Se persigue con ello evitar quedar atrapado en determinados modos de pensamiento y actuación en la gestión. Las empresas que siguen esta práctica se sitúan a remolque de aquellas tecnológicamente más avanzadas. Está claro que la opción por una política de este tipo genera poco ímpetu para el desarrollo de una gestión competitiva, aquella propia de una empresa que quiere ser líder en su mercado.

Otro enfoque típico que se ha seguido en determinadas empresas es ir impulsando proyectos puntuales dentro del área de mantenimiento. Conforme aparecen diferentes “siglas”, que caracterizan distintas metodologías de mantenimiento, la gerencia realiza una apuesta por alguna de ellas, asumiendo que supondrá un cambio en la forma de hacer las cosas, suponiendo una repercusión favorable a corto plazo en los resultados empresariales. Este tipo de actuaciones son muy valiosas bajo determinados aspectos, pero tienen el riesgo de ocasionar el apego de los gestores de mantenimiento a eslóganes y tendencias eventuales. El resultado puede ser la pérdida de orientación del mantenimiento respecto a los objetivos fundamentales del negocio.

Es común también creer encontrar en la consultoría externa la solución a los múltiples problemas que se derivan de la gestión y la ingeniería del mantenimiento. Se declina en muchos casos la opción sobre la paternidad del “*know-how*” de la gestión, que se confía a la empresa consultora, en otros esta paternidad es compartida. En la implementación de políticas cruciales para la empresa y salvo que exista alguna implicación especial por parte de la consultora, es difícil conseguir mediante agentes externos el apoyo suficiente. Este es el caso, por ejemplo, de la implantación de los nuevos sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO), para lo cual se necesita el conocimiento de aspectos íntimos de la empresa, que ayuden a encontrar soluciones adecuadas a la misma.

¿Pero cuál es la más adecuada? Este es un campo donde el hecho de que cada ambiente industrial es único se convierte en fundamental, y donde ningún



conjunto general de procedimientos funciona en todo tipo de condiciones. Es por esto, que los gestores futuros del mantenimiento en las distintas empresas y organizaciones de todo tipo tendrán que apoyarse en métodos y técnicas que les ayuden a comprender cada día más su sistema, a encontrar los puntos críticos, a buscar soluciones creativas y a obtener una mejora continua dentro de una organización que debe tener capacidad para aprender.

Este proyecto pone énfasis en un enfoque a largo plazo, en la ingeniería del mantenimiento como herramienta de soporte a distintos principios generales de la gestión del mantenimiento. Con esto pretende sobrepasar el enfoque a corto plazo, inherente a la utilización puntual de metodologías ocultas detrás de siglas.



2.4. *Proyectando sistemas de producción eficaces*

Un sistema de producción es **eficaz** (CEI 50(191), 1990) cuando demuestra su aptitud para responder a una demanda de servicio de unas características cuantitativas dadas. La eficacia de un sistema productivo dependerá de su capacidad y de su disponibilidad.

La capacidad del sistema productivo es su aptitud, en condiciones internas dadas (por ejemplo, con cualquier combinación de equipos en diferentes estados de funcionamiento posible, averiados o no), para responder a una demanda de servicio de unas determinadas características cuantitativas. Mientras que la disponibilidad del sistema de producción será la aptitud del mismo para estar en situación de realizar una función requerida en condiciones dadas en un instante dado, o durante un intervalo de tiempo dado, suponiendo que se proporcionan los medios exteriores necesarios. Esto se representa en la **Ilustración 2**:

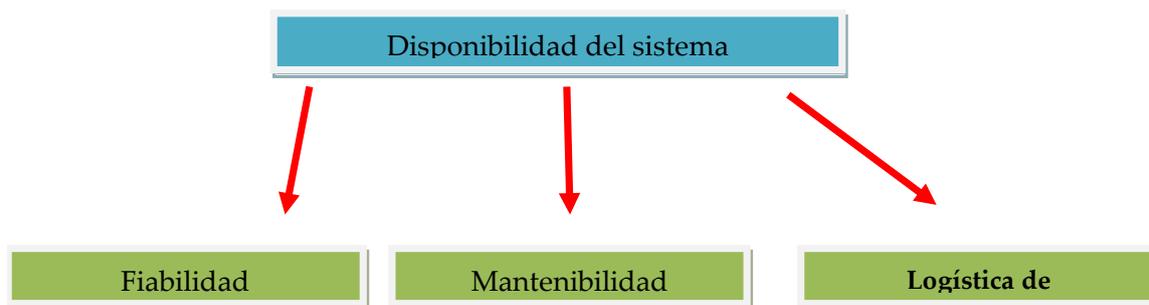


Ilustración 2. Desglose de la Disponibilidad de un sistema

El término seguridad de funcionamiento (en inglés **“dependability”**) expresa un concepto general, sin carácter cuantitativo, que engloba al conjunto de propiedades utilizadas para describir la disponibilidad de un sistema de producción y los factores que la condicionan (**Ilustración 2**): fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento. Como se describe a continuación, el mantenimiento incide en cada uno de estos factores.

En primer lugar, la **fiabilidad** se define como la aptitud de un elemento para realizar una función requerida, en unas condiciones dadas de empleo y mantenimiento, durante un intervalo de tiempo dado. Esto significa que sin un



adecuado mantenimiento, las previsiones de fiabilidad de los equipos no se cumplen. Circunstancia que muchas veces no es tenida en cuenta en la industria.

En ocasiones se adquieren equipos para trabajar en condiciones duras de operación, con la confianza de que la fiabilidad asegurada su fabricante garantizará un mejor resultado en la disponibilidad de los mismos.

Curiosamente, en muchos casos, los equipos teóricamente más fiables ofrecen un resultado parecido a los equipos reemplazados, ni mucho menos cercano a lo que cabía esperar teniendo en cuenta la información ofrecida por el fabricante.

Si el mantenimiento de los equipos no era y continúa sin ser el adecuado, si se continúan haciendo las cosas mal, la disponibilidad esperada estará siempre amenazada.

En segundo lugar, la *mantenibilidad* de un elemento se define como su aptitud, en condiciones dadas de utilización, para ser mantenido o restituido, a un estado en el que pueda realizar una función requerida. Siempre y cuando, de igual forma, su mantenimiento se lleve a cabo en condiciones dadas, y utilizando procedimientos y medios establecidos.

Un ejemplo simple lo tenemos en la accesibilidad y facilidad para el diagnóstico en determinados equipos industriales cuyas condiciones de limpieza y mantenimiento no son las adecuadas. En aquellos casos en que la suciedad y la acumulación de polvo o barro son importantes, los tiempos de diagnóstico se multiplican, los problemas se complican a la hora de ser resueltos, suelen además provocarse nuevos problemas intentando solventar los antiguos, etc.

Mientras que fiabilidad y mantenibilidad hacen referencia a aptitudes propias de elementos o de sistemas, inherentes a los mismos, la *logística de mantenimiento* tiene que ver con aspectos organizativos, es la aptitud de una organización de mantenimiento, en unas condiciones dadas, para proporcionar sobre demanda los medios necesarios para mantener un elemento conforme a una política de mantenimiento dada.

Las anteriores definiciones enseñan cómo el mantenimiento condiciona la eficacia de los sistemas productivos y debe considerarse por tanto como un



aspecto estratégico, crucial para la obtención de una ventaja competitiva de la empresa, de los productos y servicios por ella suministrados.

Además, estas definiciones describen igualmente la importancia de la consideración del mantenimiento de un elemento, no sólo en su fase de operación, sino fundamentalmente en la fase de preparación del mismo (concepto, diseño, fabricación, montaje y puesta a punto), en la cual se condicionan su fiabilidad y mantenibilidad, y por tanto se compromete la gran mayoría del coste de su **ciclo de vida**.



2.5. Dirección de operaciones, gestión e ingeniería del mantenimiento

El siguiente apartado está centrado en describir la fase operativa de los equipos, enfatizándose en el papel de la moderna ingeniería del mantenimiento en este período del ciclo de vida de los mismos, y su relación con la dirección de operaciones.

La función producción, se conoce también como función operativa y la gestión de la producción se denomina entonces gestión o dirección de operaciones, que se orienta a la utilización más económica de unos medios por unos empleados u operarios, con la finalidad de la transformación de unos materiales en producto, o la realización de unos servicios.

La dirección de operaciones se lleva a cabo en la práctica mediante la interacción de distintos subsistemas que componen el sistema productivo. Por lo general, pueden distinguirse en la empresa los subsistemas representados en la **Ilustración 3**:



Ilustración 3. La Dirección de Operaciones y sus subsistemas

- **Subsistema de planificación.** Encargado fundamentalmente de la previsión de la demanda y del establecimiento de los planes de producción a medio y largo plazo, es decir, las cantidades de cada artículo a producir en cada período de tiempo durante un determinado horizonte de planificación. Para ello en este subsistema se contrastan las previsiones de la demanda con las limitaciones de capacidad existentes, con los niveles de inventarios disponibles y con las políticas de servicio al cliente.



- *Subsistema de programación.* Este subsistema transforma el plan de producción resultado del proceso de planificación, en un programa diario de producción, mucho más detallado en el tiempo y en las cantidades a producir. Se trata en definitiva de asignar órdenes de producción pendientes a centros de trabajo concretos, en períodos de tiempo determinados. La necesidad de programación aumenta cuando la diversidad de artículos ofrecidos por la empresa crece.
- *Subsistema de seguimiento y control.* Este subsistema tiene como función principal supervisar y asegurar que las previsiones establecidas en los programas de producción se cumplan en la ejecución real de los mismos. Se trata básicamente de hacer un seguimiento detallado de las órdenes de producción y corrección de las desviaciones que puedan surgir, y de controlar los niveles de inventario y movimientos de material a través de todo el sistema logístico de la empresa
- *Subsistema de costes.* Cuyo propósito es la determinación del coste de cada uno de los productos y servicios, valorando los distintos factores productivos que intervienen en la consecución de los mismos y asegurando que se cumplen con las previsiones, o se eliminan las desviaciones, respecto al estándar establecido.

Dentro de cada uno de estos subsistemas se utilizan distintos métodos que ayudan en los distintos procesos de toma de decisiones que tienen lugar. Este es el caso, por ejemplo, de las técnicas de programación matemática utilizadas en el subsistema de planificación, o de los métodos y algoritmos de secuenciación de operaciones en máquinas dentro del subsistema de programación, de las técnicas **ABC** (Activity Base Costing - Sistemas de Costes Basados en Actividades) utilizadas en el subsistema de costes, o de las técnicas **CPM** (Critical Path Method - Método del Camino Crítico) dentro del subsistema de seguimiento y control.

A su vez, el desarrollo de los modernos sistemas de producción exige unos avanzados conocimientos tecnológicos en aspectos relacionados, por ejemplo, con la ingeniería de procesos o con los sistemas de comunicaciones. Es decir, las necesidades actuales de la función producción en la empresa exceden en contenido y conocimientos a aquellos que se incluyen dentro de lo que se ha denominado dirección de operaciones. Requieren de soluciones de ingeniería



específicas para la resolución de problemas técnicos ligados a los sistemas físicos (ver en **Ilustración 4**, la ingeniería de fabricación).

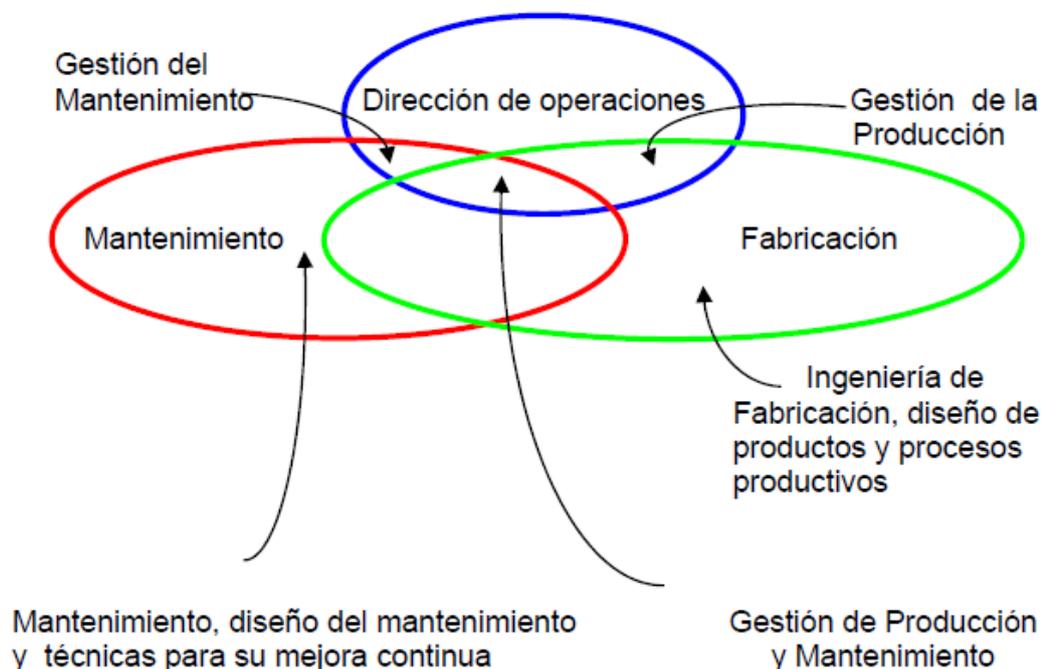


Ilustración 4. La ingeniería de fabricación

La **gestión del mantenimiento**, al igual que sucedía con la dirección de operaciones, se orienta a la utilización más económica de unos medios, por unos empleados u operarios, con la finalidad ahora de conservar y/o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permitan cumplir con una función requerida.

En la práctica, la gestión del mantenimiento se implementa de forma idéntica a la dirección de operaciones, pues la gestión del mantenimiento forma parte de la dirección de operaciones. Sin embargo, utiliza una serie de métodos y técnicas específicos para la resolución de problemas muy concretos, ligados por completo al proceso de toma de decisiones en mantenimiento. Estos métodos y técnicas intentan recoger y tratar convenientemente la complejidad del problema, ofrecer a los gestores de mantenimiento soluciones para priorizar y enfrentarse a los problemas, fórmulas para encontrar más fácilmente respuestas a los mismos. En los siguientes párrafos hemos recogido testimonios que abundan en la necesidad de una mayor ordenación de estos métodos y técnicas específicos de mantenimiento.



Vagliasindi (1989), señala como para realizar el conjunto de actividades que componen la gestión del mantenimiento no es fácil encontrar en la empresa los procedimientos, y sistemas de ayuda a la toma de decisiones, que faciliten el proceso de mejora continua.

Este autor señala como normalmente existe una gran diversificación de los problemas a resolver por el gestor de mantenimiento, incluso en compañías que pertenezcan al mismo sector productivo, y esto hace muy difícil el diseño de una metodología operativa de aplicación general.

Hipking (2000) presenta una lista de las barreras más importantes en la implementación adecuada de sistemas para la gestión de mantenimiento. La lista es el resultado de encuestas pasadas a gestores, supervisores y operadores de mantenimiento en distintas empresas, quienes indican que la falta de conocimiento de la planta y de los procesos que en ella tienen lugar es la principal limitación para la gestión adecuada del mantenimiento.

En segundo lugar se coloca la ausencia de datos históricos del funcionamiento y mantenimiento de la planta. En tercer lugar se sitúa la falta de apoyo de la alta dirección, y a continuación el miedo a las paradas del proceso de producción para la realización de actividades de mantenimiento.

Sus conclusiones tienen que ver con la necesidad de que la alta dirección de la empresa estudie mejor cómo apoyar al proceso de toma de decisiones en mantenimiento, de que se cuantifiquen mejor los objetivos de cada política y los resultados de las mismas, de que se formule de forma más clara la metodología de gestión.

Un último postulado del estudio aconseja que estas iniciativas se realicen por separado, llamando la atención sobre las mismas, y no conjuntamente a otras medidas de mejora, que pudieran restarles protagonismo.

Jonsson (2000) comenta igualmente la ausencia clara de configuraciones adecuadas para la gestión del mantenimiento en la industria, configuraciones que ayuden a entender las verdaderas dimensiones de la función mantenimiento.

Señala cómo investigaciones sucesivas (Wireman, 1990; Jonsson, 2000) muestran como el mantenimiento se encuentra aun en una fase de



subdesarrollado en un tanto por ciento importante de compañías manufactureras.

Para dar respuesta a todo lo anterior, podemos decir que en los últimos años se produce un gran avance en una serie de tecnologías específicas de mantenimiento en distintos apartados (en aspectos relacionados, por ejemplo, con los sistemas de monitorización y conocimiento de la condición, con los sistemas de protección y control, con técnicas de ayuda al diagnóstico, con técnicas de automantenimiento, etc.) separados de aquellos que tradicionalmente se incluyen dentro de la dirección de operaciones y de la ingeniería de fabricación, y que han cobrado una personalidad propia. El resultado de lo anterior es lo que hoy conocemos como ingeniería del mantenimiento.

Si bien la ingeniería y la gestión del mantenimiento tienen objetivos o metas similares (por ejemplo y durante un cierto período del ciclo de vida de una empresa, éstos podrían ser: la consecución de una disponibilidad dada de los equipos a un mínimo coste), es importante constatar que el entorno en el que ambas operan difiere notablemente.

De manera más específica, la *ingeniería del mantenimiento* es una función analítica, cuyo desarrollo debe de ser por tanto metódico y dotado de una alta premeditación.

Por el contrario, la *gestión del mantenimiento* se realiza normalmente en adversas circunstancias y con alto nivel de estrés, teniendo como objetivo prioritario la inmediata restitución de los equipos a sus condiciones de operación, utilizando para ello los recursos disponibles.

Para finalizar esta sección, según el informe **AMPC 706-132 (1075)**, la ingeniería del mantenimiento debe contribuir al logro de los siguientes objetivos:

- mejorar las operaciones de mantenimiento,
- reducir la cantidad y frecuencia de mantenimiento,
- reducir los efectos de la complejidad de los sistemas,
- reducir el nivel de especialización técnica en mantenimiento requerido al personal,
- reducir la cantidad de aprovisionamientos,
- optimización de la frecuencia y cantidad de mantenimiento preventivo a realizar,



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



- mejorar y asegurar la máxima utilización de las instalaciones de mantenimiento,
- mejorar la organización de mantenimiento.



2.6. *El ingeniero de mantenimiento*

Desde hace más de una década, el ingeniero de mantenimiento se ha convertido en una figura fundamental del mantenimiento moderno. Según Furlanetto (1991) las funciones del ingeniero de mantenimiento actual pueden sintetizarse en los dos siguientes apartados:

- proyectar el mantenimiento.
- promover la mejora continua y la formación en mantenimiento.

El significado del primer apartado, proyectar el mantenimiento, está ligado sobre todo a escoger el enfoque más conveniente para el mantenimiento de una determinada instalación, en relación a los objetivos fijados de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, costes, etc. (objetivos estratégicos de la organización).

Significa, por tanto, determinar para cada elemento de las instalaciones, y en función de las consecuencias que origina su fallo sobre el sistema total, cuáles deben ser: su tasa admisible de fallo, su mantenibilidad requerida, y proyectar los instrumentos y recursos necesarios para lograr lo anterior.

El proyecto de una organización de mantenimiento coherente con la política de la organización, y con los instrumentos operativos a su disposición, llevará al ingeniero de mantenimiento al diseño, entre otras cosas, de:

- Los planes básicos de mantenimiento aplicando metodologías adecuadas.
- Los estándares y procedimientos para las intervenciones de mantenimiento.
- El sistema de información de mantenimiento.
- Los criterios para la gestión de los repuestos y materiales de mantenimiento, etc.

La ingeniería de mantenimiento, además de optimizar las decisiones actuales, debe ocuparse igualmente de mejorar el mantenimiento futuro de las instalaciones.

Son éstas, tareas más costosas de sistematizar, y que requieren del desarrollo de una alta sensibilidad en la organización a la recepción de todas aquellas ideas innovadoras que puedan aparecer y que contribuyan a la mejora



de la eficacia y eficiencia del mantenimiento. El ingeniero de mantenimiento debe ser, en este sentido, punto de referencia de la organización, principal promotor de la formación continua y de la sensibilización sobre la problemática del mantenimiento.



2.7. Evolución del mantenimiento

2.7.1. Introducción

El área del Mantenimiento Industrial es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria.

De un buen Mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de las instalaciones sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

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

1ª generación: Mantenimiento correctivo total. Se espera a que se produzca la avería para reparar.

2ª generación: Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.

3ª generación: Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.

4ª generación: Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones.



2.7.2. Sistema predictivo

En la primera parte de este trabajo se delinearón los puntos básicos que se deben tomar en cuenta para seleccionar una estrategia de mantenimiento adecuada. Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general.

La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.

Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de vida la esperanza a. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibro análisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc. Pero ¿será esto lo más adecuado a aplicar en una empresa?, ¿Obedecerá la aplicación a una moda, a fin de equiparar para la realidad de la empresa? Si analizamos algunos casos de mantención cotidianos,



podremos deducir cual es la mejor forma de decidir sobre el tipo de mantenimiento más apropiado a cada caso.

Caso 1

Veamos el caso de las ampollitas en nuestras casas. Cuando éstas fallan, lo que hacemos es simplemente reponerlas, en dicho caso estamos aplicando mantenimiento correctivo. En este ejemplo, la falla no nos produce grandes "molestias" y la reposición requiere de corto tiempo, agreguemos además, los proveedores de ampollitas existen en todas partes.

Sería un gasto innecesario cambiar todas las ampollitas de la casa cada un año, si es que esto es la tasa promedio entre fallas, o contratar un técnico cada dos semanas para medir la resistencia de los filamentos para predecir cuándo y cuales ampollitas fallarán.

Para este caso, el criterio de manutención que mejor se adapta o las condiciones es el mantenimiento correctivo por sobre el preventivo y el predictivo.

Caso 2

Para un vehículo, el hecho de que éste falle, ya nos causa algunas "molestias". A todos nos incomoda quedarnos "tirados" en mitad de la carretera. Para los neumáticos, nos fijamos en el nivel de desgaste para cambiados. Para facilitar la inspección, algunos fabricantes de neumáticos han incorporado en el diseño, marcos que nos indican cuando el neumático está terminando su vida útil.

Su duración depende del Kilometraje y el uso de ellos. Mediante "inspecciones y/o mediciones rutinarias" a las marcas de desgaste a la profundidad de las bandas, se decide sobre el cambio de neumático. Las inspecciones son de bajo costo, no requerimos llevarlos a un taller especializado para inspeccionar o medir las presiones de ellos. Tampoco determinamos cambiarlos cada cierto período, esto sería ilógico si aún les queda vida útil o sería nefasto para el caso de hacerlos durar un período de tiempo predefinido, habiendo superado ya su desgaste permisible. Para fallas imprevistas, en este caso se justifica mantener un stock (neumático de repuesto).

Caso 3

Si se analiza, ahora el caso del cambio de aceite del motor de un vehículo, sería "muy molesto" esperar a que el aceite se deteriore para cambiarlo, el costo



por fallas en cadena es demasiado alto (se puede fundir el motor). Además, el costo por dejar de producir para el caso de un bus, por ejemplo, puede llegar a superar el valor de un ajuste de motor.

El ideal, sería detectar por análisis físico-químico, su vida útil, pero, el costo de este análisis es del orden del costo del cambio de aceite. Es evidente que el criterio de manutención que mejor se adapta es mantenimiento preventivo. Además, el kilometraje promedio entre falla está claramente definido por los fabricantes de aceite.

Si se agrega un especialista en análisis de aceite usado y además se incluye un análisis espectrométrico de laboratorio, se obtendrá información "valiosa" de fallas que están evolucionando en el motor. Se requiere evaluar para ver la factibilidad de aplicar mantenimiento predictivo. Para el caso de grandes flotas de vehículos, buses interurbanos por ejemplo. Este criterio de manutención es factible de aplicar.

Conclusiones:

Es claro de acuerdo a los casos presentados disponer de una metodología para seleccionar el criterio de manutención que reporte mayores utilidades. La metodología que se propone consiste en evaluar los siguientes casos:

- De implementación
- De disponibilidad de repuestos por dejar de producir
- De fallas en cadena para fallas catastróficas
- De inspección de síntomas
- Stock de repuestos



2.7.3. Sistema preventivo

Situación Actual del Mantenimiento Preventivo.

El objetivo fundamental de este capítulo es transmitir la evolución del Mantenimiento en las Plantas Industriales, su importancia y su carácter no de gasto sino de inversión, así como dar las claves fundamentales de elaboración e implantación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo y Predictivo encaminado a aumentar la disponibilidad de las instalaciones reduciendo el número de averías y su duración.

También es objeto de este capítulo reseñar la importancia del **Sistema de Información de Mantenimiento** para tener un apropiado sistema de recogida de datos, procesado de los mismos y elaboración de la información para la toma de decisiones, así como del flujo de la misma dentro de la empresa.

Asimismo se quiere destacar la importancia y prestaciones de la Gestión informatizada del Mantenimiento, fundamental para la captación y proceso de los datos, posibilitando así tener la información y el control de la gestión del Mantenimiento.

El mantenimiento preventivo en la industria.

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costes excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon implantar procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de Mantenimiento.



2.7.4. Evolución del mantenimiento y la calidad.

La evolución del Mantenimiento se estructura en las cuatro generaciones que se observan en la **Ilustración 5**:

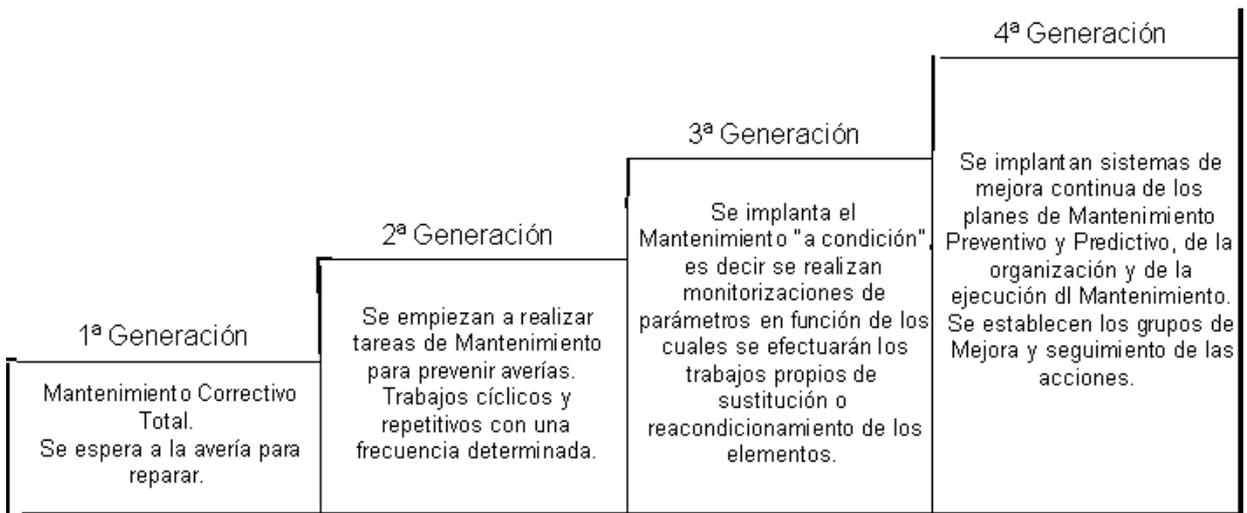


Ilustración 5. Las diferentes generaciones del mantenimiento

La analogía con la calidad es total a lo largo del tiempo.

En una primera generación se incurría en costos de no-calidad al tenerse que reprocesar productos (algunos cuando el cliente advertía el defecto) hasta que se vio que controlar la calidad costaba menos que las consecuencias de no hacerlo. Así nacieron los controles de calidad en los procesos (equivalente a la 2ª generación del Mantenimiento).

Más adelante se comprobó que los costos de estos controles eran muy altos y se pasó al control de calidad por procesos y al control estadístico de calidad (corresponde a la 3ª generación del Mantenimiento).

La evolución posterior ha sido la creación de círculos de calidad y grupos de mejora continua con objetivos de alcanzar la calidad total e integración del personal (equivalente a los modelos de organización, o sea la cuarta generación del Mantenimiento).



2.7.5. Sistema correctivo

Esta sección describe un método de evaluación multivariable desarrollado para la clasificación, evaluación y análisis de fallas ocurridas en el área de los Sistemas de Protección y Control.

Propone conceptos de clasificación de fallas según Gravedad, Nivel de Tensión y Equipo afectado. Analiza el proceso, de Mantenimiento Correctivo y desarrolla técnicas para la evaluación de los tiempos y costos asociados a las intervenciones.

En particular destaca los beneficios técnico-económicos derivados, del manejo de información clasificado, en términos de mejoramiento de procedimientos de trabajo, reducción de tiempos medios de intervención o impacto sobre Planes de Mantenimiento Preventivo.

Introducción.

Los planes de Mantenimiento preventivo y Correctivo cobran especial relevancia por cuanto la ocurrencia de fallas en los equipos con probabilidad creciente, motivarán pérdidas de confiabilidad, estabilidad o suministro que repercutirán en forma importante en la gestión económica de la empresa.

En particular, las políticas de inversión y renovación tecnológica requieren de un proceso de selección técnicamente respaldado, en el que participarán activamente las áreas de Mantenimiento, aportando la experiencia adquirida con el manejo y explotación de los equipos de servicio.

Adicionalmente, resulta fundamental identificar la vida útil disponible y la probabilidad de falla asociada a cada uno de los componentes utilizados en la labor de esta empresa.

El análisis sistemático de información clasificada que deriva de las actividades de Mantenimiento Correctivo, permite la obtención de indicadores de gestión técnico-económicos que facilitan la adopción de soluciones técnicas oportunas y la optimización de los procedimientos y Planes de Mantenimiento vigentes, con vistas a mantener la disponibilidad de los componentes del Sistemas en valores óptimos.

Mantenimiento Correctivo en Equipos de Control y Protecciones.



La especial naturaleza del trabajo en Sistemas de Control y Protecciones, genera requerimientos que deben ser satisfechos mediante procedimientos específicos de intervención y evaluación. En efecto, estos esquemas, compuestos por innumerables componentes de acabado desarrollo tecnológico, dan lugar por si mismos a un profesional especialista con una visión multifacética del entorno que maneja la empresa, que debe autogenerar soluciones a los problemas detectados.

La gran cantidad de componentes asociados a los esquemas de control y protección plantea desafíos interesantes, en relación al manejo estadístico de la información generada. Las técnicas disponibles para el desarrollo y control de gestión de la actividad de Mantenimiento, deben necesariamente ser aceptadas para su aplicación al ámbito del control y protección de los Sistemas.

El presente estudio expone una técnica desarrollada con el fin de permitir el manejo sistematizado de la información generada por la actividad del Mantenimiento Correctivo.

A través de la proposición de criterios de clasificación y evaluación se pretende sentar las bases para el análisis comparado de los resultados tanto al interior de la empresa como con áreas afines de otras empresas.

El método propuesto puede ser adaptado a los requerimientos de otras áreas de especialización, modificando los criterios de evaluación de acuerdo con la especial naturaleza del trabajo que dicha área ejecuta.



2.8. *La fiabilidad operacional*

Es la capacidad de un sistema, representado por sus procesos, tecnología y recursos humanos, para cumplir sus funciones, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

La mejora de la fiabilidad operacional depende de la interacción entre los equipos, los procesos, los humanos y el ambiente operacional. No obstante la incertidumbre está presente y los resultados siempre están sujetos a condiciones de riesgo.

La fiabilidad operacional está conformada por:

- **Fiabilidad Humana:** Aspectos relacionados con la formación, conocimientos de las personas y grado de integración en la actividad.
- **Fiabilidad del Proceso:** Aspectos relativos al correcto funcionamiento del proceso, dentro de sus condiciones de diseño y a la comprensión de los distintos subprocesos y actividades que lo componen.
- **Fiabilidad de Equipos:** Incorporación de la fiabilidad de los equipos desde su fase de diseño y extensión de los tiempos promedios de operación.
- **Mantenibilidad de Equipos:** Establecer correctas y eficaces técnicas de mantenimiento, fomentar multioficios y habilidades dentro de la organización y conseguir reducir el tiempo promedio de reparación de los equipos.

Para optimizar la fiabilidad operacional existen diversas metodologías de mantenimiento, ninguna de ellas asegura por si misma la optimización, pero contribuye a ésta si se emplea en los contextos adecuados.



2.9. Métodos y técnicas para la mejora continua del mantenimiento

2.9.1. Métodos básicos para el análisis de fallos, de fiabilidad, y de riesgo en la operación de un sistema.

El estudio del proceso de aparición de fallos en un sistema, la realización de análisis de su fiabilidad, o de estudios del comportamiento del mismo ante situaciones extremas o fuera de sus condiciones de diseño, proporciona un profundo conocimiento del sistema a quienes lo realizan. En la práctica, este tipo de estudios se lleva a cabo de forma iterativa, ya que con el avance del estudio se adquiere una mayor comprensión del sistema, permitiendo una mejor valoración sucesiva.

En la elección del método adecuado es muy importante la información de que se disponga en cuanto a datos técnicos y aspectos cualitativos, así como los objetos en lo referente al alcance, grado de detalle y horizonte temporal de estudio.

Siempre dentro de la capacidad marcada por los medios disponibles para su realización.

Estos métodos o procedimientos pueden clasificarse atendiendo a diversos razonamientos. Hauptmans (1986), los cataloga atendiendo a los siguientes conceptos:

- Según el tipo de razonamiento: Métodos inductivos y deductivos.
- Según su alcance: Métodos cualitativos y cuantitativos.
- Según el objeto: Métodos para identificar posibles potenciales de riesgo.

Normalmente cada método no se enmarca en un grupo determinado sino que se compone de características pertenecientes a varios grupos.

Los métodos inductivos comienzan el estudio a partir de hechos particulares para llegar a conclusiones de tipo general. Estos hechos individuales son generalmente fallos ocurridos a componentes del sistema, y las



conclusiones serán los efectos tanto particulares sobre los componentes, como globales sobre el sistema. Los métodos más destacados son:

- FMEA, Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos.
- FMECA, Análisis de los Modos de Fallo sus efectos y su criticidad.
- MA, Análisis de Harkov
- ET, Secuencias de Sucesos.

Los métodos deductivos comienzan con la definición de un hecho de interés a nivel de sistema, procediendo al estudio de las causas del mismo hasta el grado de detalle predefinido para el análisis. El método deductivo más extendido es el *Análisis del Árbol de Fallo*



2.9.2. RCM, Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad.

El mantenimiento centrado en fiabilidad se define como una metodología en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la fiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, teniendo presente los posibles efectos que originarán los modos de fallos de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

Las características generales de la metodología pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Es una herramienta que permite ajustar las estrategias de mantenimiento al entorno de operación del activo.
- Es un procedimiento sistemático que genera planes óptimos de mantenimiento.
- Es una filosofía nueva que implica, normalmente, un cambio cultural en la propia organización.
- Genera resultados más satisfactorios en equipos que presenten una gran diversidad de modos de fallos.
- Es una metodología que necesita un medio o largo plazo de tiempo para su consecución.

La metodología RCM propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes 7 preguntas claves:

1. ¿Cuál es la función del activo?
2. ¿De qué formas puede fallar?
3. ¿Qué origina el fallo?
4. ¿Qué pasa cuando falla?
5. ¿Importa si el activo falla?
6. ¿Se puede hacer algo para prevenir el fallo?
7. ¿Qué pasa si no podemos prevenir el fallo?



2.9.3. TPM, Mantenimiento Productivo Total

En realidad el TPM es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad con que el Dr. W. Edwards Deming's influyó tan positivamente en la industria Japonesa. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la 2a. Guerra Mundial. Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió TQM, "Total Quality Management" un nuevo estilo de manejar la industria.

En los años recientes se le ha denominado más comúnmente como "Total Quality Manufacturing" o sea Manufactura de Calidad Total. Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Para entonces, ya algunos procedimientos de Mantenimiento Preventivo (PM) –ahora ya prácticamente obsoleto (NT) se estaban aplicando en un gran número de plantas.

Usando las técnicas de PM, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de PM que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras equivocadas), contenida en los manuales.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de TQM, se hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de Calidad Total.



El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) se ha discutido en diversos escenarios.

Mientras algunos afirman que fue iniciado por los fabricantes americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de TPM.

TPM (*Total Productive Maintenance*), que traducido al español es Mantenimiento Productivo Total, es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Es considerada como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

Permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

LAS METAS DEL MANTENIMIENTO TPM

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.



- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Los objetivos que busca este mantenimiento son:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costes.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe 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.

OBJETIVOS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM

Los objetivos que puede proporcionar a una organización la implantación el TPM se desglosan en los siguientes apartados:

Estratégicos

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 costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Operativos.



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.

Organizativos.

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.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TPM

Entre las características más significativas tenemos o son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- Dirección de operaciones de mantenimiento y
- Dirección de tecnologías de mantenimiento.

INCONVENIENTES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.



FACTORES CLAVE PARA EL ÉXITO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

- Compromiso e Implicación de la Dirección en la implantación del Plan TPM.
- Creación de un Sistema de Información y el Software necesario para su análisis y aprovechamiento.
- Optimización de la Gestión de recursos, como Stock, servicios, etc.



3. Descripción del Sistema de Producción

3.1. *Proceso industrial de la cerveza*

La cerveza es una bebida alcohólica muy antigua, desarrollada por los pueblos de los imperios mesopotámicos y por los egipcios, resultado de fermentar los cereales germinados en agua, en presencia de levadura.

Aunque existen en el mercado cervezas de trigo, mijo y arroz, la más habitual es la obtenida a partir de la fermentación de la cebada.

Una vez embebida de agua, la cebada se deja germinar a fin de que el almidón se convierta en azúcar soluble. Una vez conseguido este proceso, se seca y se tuesta más o menos, según se quiera obtener una cerveza pálida, dorada o negra. Para conseguir ese paladar amargo que caracteriza a la cerveza, se le añade lúpulo o, más exactamente, su flor, un cono de pétalos dorados que contiene resinas y aceites aromáticos. Para conseguir la mezcla de ambos sabores, se añade el lúpulo durante el proceso de ebullición de la cerveza, en las tinas de cobre, al tiempo que también se adiciona el azúcar. Sin la presencia del lúpulo, la masa en ebullición podría utilizarse para la destilación de whisky.

Si la cerveza tiene mucho gas carbónico, ya sea natural o añadido, se denomina "Lager". La "Stout" es oscura y densa, algo dulzona, característica de Irlanda e Inglaterra. La "Bock" es densa y guarda algo de aroma de las levaduras. La cerveza clara es una clase inglesa, suave, endulzada y con intenso sabor a lúpulo. Desde 1945 la industria cervecera ha logrado un gran desarrollo; entre 1945 y 1965 se duplicó la producción mundial. El aumento de la producción y del consumo ha sido notable en países como Japón, URSS, México y España.

3.1.1. **Introducción**

El misterio de la elaboración de cerveza

El arte de fabricar cerveza y vino se ha ido desarrollando a lo largo de 5.000–8.000 años. Debieron producirse varios descubrimientos independientes



de que exponiendo al aire los jugos de frutas, o los extractos de cereales, se obtenían bebidas fermentadas.

Explicar cómo sucede la fermentación no fue posible hasta el siglo XIX, lo que no impidió que se fueran introduciendo sucesivas mejoras en las técnicas de elaboración. Existen ilustraciones de la elaboración de cerveza que pertenecen al apogeo de las civilizaciones Egipcia y Babilónica, de unos 4.300 años de antigüedad; durante la civilización griega y más tarde durante la romana, el dominio del vino se convirtió en una cuestión de importancia para el mercado internacional. Esas bebidas alcohólicas resultaban particularmente atractivas para aquellos individuos de vida poco placentera, en cuanto que producían euforia alcohólica. Otras ventajas, inapreciadas en aquellos tiempos, eran la mejora relativa de la dudosa calidad microbiológica del agua, en virtud de su bajo pH y de su contenido alcohólico, y su valor nutritivo; además de su elevado valor calórico y de su riqueza en sustancias nitrogenadas asimilables, si contenían levaduras las bebidas en cuestión proporcionaban vitaminas del complejo.

En la Edad Media la elaboración de cerveza fue considerada un arte o un misterio, cuyos detalles eran celosamente guardados por los maestros cerveceros y sus gremios. Y ciertamente era un misterio, porque se desconocían las razones que justificaban las diversas etapas del proceso de elaboración, la mayor parte de los cuáles, como la fermentación, fueron descubiertas por casualidad. Así, el malteado consistía en la inmersión de la cebada en agua y en permitirle que germinara, pero no se conocía las razones por las que la cebada se ablandaba y se hacía dulce. De un modo similar se desconocían por qué convenía secar la cebada germinada a temperaturas relativamente frías, a lo que se buscaban explicaciones esotéricas.

Tipos de cervezas

La mayor parte de las cervezas producidas hasta la segunda mitad del siglo XIX eran fermentadas por levaduras que al final del proceso ascendían a la superficie y podían «desnatare» (esto es, levaduras altas). Es muy probable que muchos cerveceros de las primeras épocas de la historia de la elaboración de la cerveza no se percatasen del valor de la nata recogida y la descartaran. La fermentación de las partidas subsiguientes tenía, por ello, que depender de las levaduras que contaminarán las vasijas no suficientemente limpias, el resto del utillaje y las materias primas. Pero las malas condiciones higiénicas también facilitaban la presencia de levaduras y bacterias que producían turbideces y aromas no deseados. Por estas razones, hasta tiempos recientes ha sido muy



variable la calidad de distintas partidas y muchos cerveceros obtenían vinagre, en lugar de cerveza, a causa de las infecciones con bacterias acidoacéticas. El lúpulo se introdujo en Gran Bretaña desde Flandes en el siglo XVI, por inmigrantes de este origen. Entre los fabricantes de la cerveza tradicional, sin lúpulo, y los elaboradores de la nueva cerveza se estableció una dura competencia que generó algunos conflictos.

Hoy, el término cerveza es una expresión genérica que abarca tanto lo que en Gran Bretaña se denomina «ale», una bebida a la que se le añade lúpulo, fabricada con levaduras altas, como aquellas otras bebidas de malta a las que se les añade lúpulo y son fermentadas con levaduras bajas. Las levaduras bajas son aquellas que al final de la fermentación se hunden y van al fondo; se emplearon por primera vez en Baviera.

Rinden un producto de calidad superior al generado por la mayor parte de levaduras altas. No es, por tanto sorprendente que a partir del momento en que los bávaros las difundieron en otras regiones, estas levaduras hayan ido reemplazando progresivamente a las levaduras altas en la mayor parte del mundo. Se utilizan para producir las cervezas llamadas «lagers», palabra alemana que significa guarda, o permanencia en bodega.

Historia reciente de la elaboración de cerveza

La elaboración de cerveza creció al mismo ritmo que lo hicieron las carreteras, los canales y los ferrocarriles. Este aserto es particularmente cierto en lo que se refiere a las grandes factorías elaboradoras de cerveza, capaces de sostener un mercado nacional (internacional en expansión, huellas del cual son marcas como «India Palé Ale», «Russian Stout», y «Export»).

Las fábricas de cerveza que mayor éxito tuvieron fueron aquellas que contaban con un abastecimiento de agua natural adecuado al tipo de cervezas que estaban elaborando. Así, Pilsen dio su nombre a las lagers pálidas europeas como «Pils» o «Pilsner». Hoy, sin embargo, cualquier agua puede modificarse de manera que reproduzca la de Burton-on-Trent o Pilsen. Las grandes industrias cerveceras tienen en esta época otros problemas relacionados con el agua especialmente los de si es o no adecuada para los generadores de vapor y los sistemas de lavado automático y si es o no posible tener grandes volúmenes de efluentes de la factoría a los desagües públicos.

El descubrimiento de las máquinas de vapor permitió aumentar mucho el tamaño de los equipos de las fábricas de cerveza que originalmente



utilizaban la fuerza humana o la hidráulica para mover sus máquinas. El problema capital de las fábricas era la necesidad de operar a bajas temperaturas en ciertas etapas del malteado y la elaboración de cerveza. Por eso, las campañas de malteado y elaboración de cerveza se limitaban en los países de clima templado al otoño, el invierno y la primavera y tanto las malterías como las industrias cerveceras eran impropias de los climas tropicales. Al comienzo del siglo XX se dispuso de equipos de refrigeración basados en la compresión de amoníaco, lo que permitió que el malteado y la elaboración de cerveza pudieran llevarse a cabo durante todo el año, tanto en los países y regiones de clima templado como en los tropicales.

Procesos de Elaboración

COCIMIENTO:

Tiene por objeto extraer todos los principios útiles de la malta (extracto fermentable), lúpulo (Amargos y aceites esenciales) y sucedáneos o materias auxiliares para preparar el mosto cervecero.

Comparte 5 fases que son:

1. Molienda:

La molienda consiste en destruir el grano, respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina. La malta es comprimida entre dos cilindros pero evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto; a su vez el interior del grano en una harina lo más fina posible. Estas dos condiciones, cáscara entera y harina fina no podrán respetarse si el grano no está seco (excepción molienda húmeda) y muy bien desagregado una tercera exigencia es un buen calibrado de la malta.

La molienda debe ser también regulada según el cocimiento; si se utiliza un alto porcentaje de granos crudos o adjuntos es necesario moler groseramente. Sí para la filtración del mosto se utiliza un filtro prensa en lugar de una cuba-filtro o de falso fondo se puede moler más fino pues en el filtro prensa el espesor de la capa filtrante de orujo o afrecho es mucho más delgado.

2. Proceso en Pailas



Fase del proceso donde se extraen de la malta y eventualmente de los granos crudos la mayor cantidad de extracto y de la mejor calidad posible en función al tipo de cerveza que se busca fabricar. La extracción se logra principalmente por hidrólisis enzimática, solamente un 10% de la extracción es debida a una simple disolución química.

Las amilasas desdoblan el almidón en dextrinas y maltosa principalmente las enzimas proteolíticas desdoblan las proteínas complejas en materias nitrogenadas solubles, la fitasa desdobla la fitina en inositol y fosfato, etc. Estas transformaciones enzimáticas han sido ya empezadas durante el malteado a un ritmo mucho menos intenso del que sucederá en el cocimiento; donde debido a la acción de las diferentes temperaturas y la gran cantidad de agua las reacciones suceden muchas veces en forma explosiva.

Cuantitativamente el desdoblamiento del almidón en azúcares y dextrinas es el más importante. La fórmula bruta del almidón es: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Las principales reacciones que ocurren durante el cocimiento por acción de las amilasas son formación de dextrinas. $(C_6H_{10}O_5)_n \longrightarrow n (C_6H_{10}O_5)_{n/x}$ formación de maltosa: $(C_6H_{10}O_5)_n + n/2 H_2O \longrightarrow n/2(C_{12}H_{22}O_{11})$ Y en menor proporción formación de glucosa $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \longrightarrow n (C_6H_{12}O_6)$

El almidón contiene dos polisacáridos diferentes: **amilosa** y **amilopectina**; la **amilasa** está constituida por cadenas rectilíneas de glucosa con uniones a 1-4; la **amilopectina** está constituida por cadenas ramificadas de uniones de glucosa en uniones a 1-4 y a 1-6 existiendo también uniones del tipo a 1-3. Para desdoblar el almidón se necesitan varias amilasas siendo las principales las α y β **amilasas**.

3. Filtración de Mosto

Habiendo ya disuelto las materias solubles por el cocimiento es necesario separar el mosto de la parte insoluble llamada orujo o afrecho. La operación se realiza en dos fases primero el flujo del mosto y luego la operación de lavado del extracto que contiene el orujo.

El mosto y el agua de lavado deben ser claros pues si se aporta durante la operación demasiadas sustancias mal disueltas, la clarificación de la cerveza será demasiado difícil. La calidad de la cerveza puede ser también alterada por un lavado de orujo con agua alcalina pues los poli fenoles y sustancias amargas



de la cáscara de la malta se disuelven muy fácilmente en agua alcalina aún más si se tiene en cuenta que el lavado se hace en agua a una temperatura máxima de 75 °C; a propósito de la temperatura es muy importante no excederse de 75 °C pues se corre el riesgo de disolver almidón presente aún en el orujo, lo que acarrearía problemas de turbiedad y fermentación posteriores. Existen dos tipos de aparatos donde se realizan la filtración y posteriormente el lavado del orujo: Cuba filtro y Filtro prensa.

Cuba Filtro: La variación de concentración del orujo no implica directamente en el volumen de la cuba, pudiendo ser el espesor de 25 a 50 cm. Como desventaja la proporción de adjunto es de 25 %. Otra ventaja es la menor mano de obra, pero el tiempo de filtración es mayor.

Filtro Prensa Se puede filtrar un mosto más denso, con una filtración más rápida y una proporción de adjuntos mayor del 75 %. Como desventajas el mosto es menos brillante, hay mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, y el trabajo es más exigente.

4. Ebullición de Mosto

La finalidad de la ebullición es estabilizar enzimática y microbiológicamente el mosto, buscar la **coagulación** de las proteínas. La destrucción de las enzimas es realizada para evitar que sigan desdoblado a lo largo de la fermentación, las amilasas podrían seguir desdoblado las dextrinas y éstas se transformarían enteramente en alcohol. La **esterilización** del mosto es obtenida por simple ebullición, pues su reacción es ligeramente ácida.

La coagulación de las materias proteínicas debe hacerse lo mejor posible, pues si subsisten en el mosto ocasionarían problemas en la fermentación y provocando fácilmente turbiedad en la cerveza embotellada. La **esterilización** y la **destrucción de las enzimas** es fácil de realizar, un cuarto de hora de ebullición es generalmente suficiente. La **coagulación de proteínas** es mucho más difícil, se realiza por etapas, la primera es la **desnaturalización** que consiste en la ruptura de puentes de hidrógeno en la molécula de proteína, pasando del estado hidratado al deshidratado, manteniéndose en suspensión únicamente por su carga eléctrica; luego de la desnaturalización se produce la **coagulación propiamente dicha** por agrupación de micelios deshidratados; es aquí donde el PH juega un papel importantísimo pues la coagulación será eficiente si se



realiza en el punto isoeléctrico; como existen muchas proteínas en el mosto se ha optado por el PH 5.3 como el más conveniente. La violencia de la ebullición influye también en la coagulación más no en la desnaturalización. Durante la ebullición. La **coloración** también aumenta sobre todo por la formación de **melanoidinas**, también por **oxidación de taninos**, estas dos reacciones son favorecidas por el PH elevado.

Por último a lo largo de la ebullición se forman **productos reductores** que contribuyen a la calidad y estabilidad de cerveza.

El **Lupulado** del mosto se realiza tradicionalmente durante esta operación, es decir en la paila de ebullición.

El amargor es obtenido por **isomerización** de los ácidos y del lúpulo; esta isomerización es incompleta debido principalmente al PH del mosto, el PH óptimo de isomerización es 9. Como se ha visto existen muchas lupulonas y humulonas en el lúpulo; cada uno de estos compuestos donará su isómero respectivo; el conjunto es conocido como isohumulonas pues son esencialmente quienes donan el amargor deseado.

5. Enfriamiento de Mosto

El mosto obtenido por sacarificación de la malta o de los adjuntos y por proteólisis de las proteínas de la malta, ebullición durante hora y media con el lúpulo para otorgarle el amargo, a lo largo de esta ebullición la esterilización completa es obtenida gracias en particular a un PH cercano a 5.3. Los precipitados proteicos son eliminados por sedimentación, filtración o centrifugación; el mosto es enseguida enfriado a la temperatura de inoculación de la levadura, esta temperatura depende del tipo de levadura empleada y del tipo de cerveza a fabricar entre 6 a 20 °C . Durante el enfriamiento un nuevo precipitado de **poli fenoles-proteínas** se forma, por un lado por enlaces de hidrógeno y también por la falta de solubilidad de las prolaminas. La presencia de este nuevo precipitado juega un rol esencial sobre la formación de **H₂S** por la levadura.

El mosto enfriado, en principio estéril, debe ser airada antes del inicio de la fermentación, de no ser airada la tasa de mortalidad de la levadura aumentaría a tal punto que la levadura no podría ser reutilizada; la oxigenación del mosto antes del inicio de la fermentación permite a la levadura sintetizar **ácidos**



grasos insaturados (oleícos, linoleícos, y linolénicos), en ausencia de estos ácidos grasos la pared celular está sujeta a alteraciones lo cual lo hace más permeable a los esteres correspondientes a los alcoholes superiores que ella misma forma.

La composición del mosto es muy variable en función al tipo de cerveza fabricada, su densidad puede variar entre 2 a 20 °P (grados Plato) es decir que puede contener de 2 a 20 gr de soluto por 100 grs de líquido; a su vez puede ser rico o no en aminoácidos y péptidos en función de la importancia de la proteólisis y de la proporción de adjuntos utilizados. La relación **maltosa/dextrinas** es igualmente variable de acuerdo al método de cocimiento escogido. De manera general se puede decir que el mosto es un medio incompleto, normalmente carente de aminoácidos y ácidos grasos insaturados pues es imposible obtener un crecimiento rápido y completo de levadura; cosa que no sucede si se tratara de un medio sintético a base de extractos de levadura.

FERMENTACIÓN:

La fermentación juega un rol esencial en la calidad de la cerveza, en particular gracias a los productos secundarios como los alcoholes superiores y esteres; es también la etapa de la fabricación más difícil de controlar. La levadura que es reutilizada de una fermentación a otra no tiene un metabolismo estable; ella degenera. Esta degradación es debida a una infección por presencia de otros microorganismos, ni habitualmente tampoco debido a una mutación; debido a modificaciones progresivas de la membrana celular y de la actividad enzimática de la levadura. Las fermentaciones son modificaciones del metabolismo celular, es decir el conjunto de modificaciones bioquímicas y físicas. Este metabolismo comprende el catabolismo y anabolismo. Se ha preparado un líquido complejo y se ha purificado cuidadosamente hasta el momento de agregar la levadura cervecera para producir su fermentación. Al final de esta cuando los azúcares han sido transformados hasta alcohol y gas carbónico se tendrá la cerveza.

Después de la fermentación, la cerveza es separada de la levadura, la cual puede ser utilizada para fermentar más mosto, posteriormente. La cerveza se deja un determinado tiempo en reposo durante el cual se fijan ciertas cualidades y se clarifica naturalmente; después es filtrada. El principal producto obtenido durante la fermentación es el alcohol etílico pero se conoce dos tipos



de fermentaciones en cervecería la fermentación de superficie y la fermentación de fondo

Fermentación de superficie: Se usa levadura que va a la superficie del líquido después de filtrar la fermentación. Con este sistema se hacen cervezas tipo Ale, Porter, Lambic.

Fermentación de fondo: Se emplea un tipo de levadura que se sedimenta al fondo de la tina después de haber efectuado la fermentación del mosto con ella se hacen cervezas tipo Lager. En las cervecerías nacionales se emplea este tipo de fermentación.

Descripción del proceso:

Se agrega al mosto frío, levadura en una cantidad calculada, para que quede en el mosto de 8 a 10 millones de células por cc. Para la fermentación de mosto concentrado, se usa un millón de células por cc por cada grado plato del mosto. La cantidad de levadura previamente determinada se diluye en el mosto y luego se inyecta a la línea de mosto frío durante el enfriamiento. La cantidad total de levadura que se inyecta se calcula teniendo en cuenta el volumen de mosto que va a contener la tina de fermentación. La temperatura inicial de fermentación puede variar entre 6 a 10 °C . Una vez que se inicia la fermentación se aprecian como cambios notorios, el descenso del extracto, la producción de gas carbónico y el desprendimiento de calor; durante la fermentación se controla el descenso de la densidad regulando la temperatura con atemperadores (serpentes o chaquetas), por los cuales circula agua fría o salmuera o agua glicolada a temperaturas que oscilan entre 1 a 2°C para el caso del agua y de -5 a -10°C para el caso de la salmuera o el agua glicolada. Para recolectar el gas carbónico que se desprende de la fermentación, comúnmente el tanque está conectado por la parte superior con dos tuberías; una que va a la intemperie y la otra que va a la planta de purificación de gas carbónico. En la planta de gas carbónico, éste es purificado y licuado con el fin de inyectarlo posteriormente a la cerveza.

Cuando se alcanza el extracto límite o sea hasta donde se le va a dejar fermentar se abre el frío para conseguir enfriar la cerveza y para que la levadura se alimente. Se consigue enfriar la cerveza hasta 5°C y se suspende el envío de gas carbónico a la planta, luego se bombea la cerveza a los tanques de maduración y se recupera la levadura. A la cantidad de levadura obtenida en



cada fermentación se le denomina cosecha de levadura, lo normal es obtener 4 veces la cantidad de levadura agregada.

MADURACIÓN:

Con el nombre de maduración se distingue la etapa siguiente a la fermentación y comprende todo el tiempo que dure la cerveza en los tanques a baja temperatura antes de ser filtrada. Comúnmente se divide en dos etapas que son reposo y acabado, entre el reposo y el acabado puede haber una prefiltración, preenfriamiento y precarbonatación.

La maduración se puede hacer:

Dos etapas Reposo y acabado y durante el reposo hacer una segunda fermentación, en el paso de reposo a acabado la temperatura es de 2 a 3°C y en acabado se puede enfriar a -1°C.

Fermentar hasta el extracto límite Este sistema es americano y en el paso de fermentación a reposo se efectúa el enfriamiento y entre reposo y acabado, precarbonatación, prefiltración y preenfriamiento y durante la filtración final se hace también enfriamiento.

Los objetivos de la maduración son acumular o almacenar cerveza, dejar sedimentar en forma natural la materia amorfa y la levadura que aún tiene la cerveza, refinación del sabor por eliminación de las sustancias volátiles que causan el sabor verde, separación por precipitación de los compuestos que se forman al ser enfriada la cerveza, es muy importante considerar que la cerveza se enturbia al ser enfriada después de haber sido filtrada, otro de los objetivos es completar la atenuación límite que no ha sido alcanzada en la fermentación y también se busca carbonatar la cerveza. Al recibir la cerveza en un tanque de maduración es necesario contrapresionar para evitar la salida de gas y la formación de espuma. Es un factor que puede contribuir a la deficiencia de espuma. Durante la maduración la cerveza debe mantenerse bajo presión de 0.3 a 0.5 atmósferas para evitar la oxidación y facilitar la clarificación (la levadura con presión tiende a sedimentarse y mas con frío) y se evita el exceso de purga. Al recibo la contrapresión puede ser con aire o con gas carbónico. Después se deja bajar la presión con el objeto de efectuar purga y eliminar aire en la parte vacía del tanque. Luego se cierra y se sostiene algo de presión porque si no, hay eliminación de muchas sustancias volátiles y se afecta el aroma de la cerveza. El



tanque no se llena completamente Si la maduración es muy larga o prolongada el sabor se suaviza demasiado, pierde cuerpo, pierde amargo y queda muy simple aparte de que es muy costoso tener maduraciones largas, pues se necesitan muchos tanques. Generalmente se deja un 2 a 5 % de cámara libre.

Con respecto a la temperatura de cerveza en maduración se especifica entre -2 y 0°C , si se hace segunda maduración se pasa a la etapa de reposo de 2 a 3°C y cuando se pasa al acabado se enfría a -2°C . Si es mayor de 0°C puede presentarse autólisis de la levadura que pasa a maduración afectando el sabor, se presentan coagulaciones de las sustancias que precipitan en frío (proteosomas o peptonas – taninos) y por tanto se obtienen cervezas químicamente inestables, también por esta temperatura alta no se obtiene una buena clarificación y por lo tanto cervezas muy turbias al final de la maduración que causan problemas en la filtración. Al subir la temperatura se puede aumentar el efecto de la oxidación. En referencia al tiempo de la maduración cuando se hace en una sola etapa se deja de 2 a 3 semanas. Cuando es en dos etapas el tiempo de la primera etapa dura comúnmente 2 semanas y el tiempo de acabado o segunda etapa dura aproximadamente una semana. La producción debe ser programada de tal manera que la cerveza tenga una maduración uniforme. Si el tiempo es corto menos de 15 días es posible que se obtenga un sabor verde, no precipiten las sustancias que causan estabilidad química deficiente, no se clarifique bien la cerveza originando problemas de filtración.

Al final de la maduración como se va a llevar a cabo una filtración y por lo tanto una eliminación de la levadura se tendrá que proteger la cerveza agregándole antioxidantes para que se combinen con el oxígeno y evitar que se combine con la cerveza pudiéndose emplear ácido ascórbico o bisulfito de sodio o potasio y para mejorar la clarificación de la cerveza se emplean clarificantes que pueden ser gelatina, viruta y una mezcla de bentonita con ácido tánico. La clarificación normal de la cerveza en maduración es afectada por maltas muy frescas sin el debido tiempo de reposo, temperaturas altas en maduración, alto extracto fermentable residual, poco tiempo de maduración, falta de presión positiva en los tanques de maduración y también por maltas mal modificadas o con un alto contenido de beta glucanos. Para proteger la cerveza contra la turbiedad fina o por frío se emplean estabilizadores que son enzimas proteolíticas de origen vegetal como la papaína de la papaya o la bromelina de la piña.

El efecto de los estabilizadores contra la turbiedad por frío es degradar proteínas,



proteasas y peptonas hasta poli péptidos para que no se combinen con los antocianógenos y no se formen las proteínas taninos que ocasionen turbiedad, estos se agregan por lo general antes de la filtración.

Sistemas de Maceración:

Depende de las materias primas, del tipo de cerveza que se desea elaborar y de los equipos que se dispone.

Actualmente se practican tres sistemas siendo estos sistemas los que dan origen a la variedad de cervezas en el mundo y son los siguientes:

Infusión: Donde el aumento de la temperatura se hace progresivamente en todo el conjunto con el agitador de la paila funcionando.

Decocción: La elevación de la temperatura se hace únicamente haciendo hervir una de las partes del cocimiento y mezclando proteolítica y algo de actividad de la δ -amilasa.

Doble masa o Mixto: Típico para la utilización de adjuntos, siendo el más empleado en nuestro medio, y se puede decir que es una mezcla de los dos anteriores.

Materias primas utilizadas

Cebada malteada

La cebada de dos hileras de primavera se procesa bajo una germinación y secado, activándose de esta forma enzimas que convertirán los almidones en azúcares solubles.

Aunque son varios los granos de cereal que pueden ser satisfactoriamente malteados, los de cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos. El maíz se maltea muy raras veces, porque su grasa se enrancia. El trigo se maltea a escala comercial, especialmente para la elaboración de ciertos tipos de pan, pero el desarrollo de microorganismos durante la germinación en la superficie del grano plantea ciertos problemas.



Para la producción de cervezas nativas africanas se maltean diversos cereales (especialmente sorgo).

En el transcurso de los años, se ha ido imponiendo, prácticamente en todo el mundo, el aroma de las cervezas elaboradas a partir de cebada malteada. Además, la cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto fermentescible.

También contiene proteínas, generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura, y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma.

Existen numerosas variedades de cebada. Difieren no sólo en la forma de la planta o en el aspecto de la espiga, sino también en sus características fisiológicas. Algunas crecen en los países templados y se siembran durante el otoño y el invierno, en tanto que otras son apropiadas para su siembra en primavera. Hay variedades que dan granos durmientes, lo que es ventajoso para el caso de que la espigas maduras se humedezcan antes de la recolección, de manera que se den condiciones favorables para que los granos germinen cuando todavía se encuentran en la espiga, pero constituye un inconveniente si obliga al malteador a recurrir a un tratamiento prolongado y complejo para germinar los granos. Además de las variantes genéticas, se deben considerar los efectos del clima y el suelo sobre el crecimiento de la cebada. En el hemisferio norte, la cebada crece bien desde Escandinavia hasta los países norteafricanos que bordean el Mediterráneo.

También crece bien en las altiplanicies tropicales, como en Kenia. Los principales países productores de cebada son la USSR, Canadá, los Estados Unidos, Francia y el Reino Unido de la Gran Bretaña.

El grano de cebada

En las figuras que se muestran a continuación se representa un corte longitudinal y otro transversal del grano de cebada. Pueden observarse las brácteas, denominadas glumilla dorsal y glumilla inferior, la primera se prolonga en una barba. En su base se encuentra la antigua unión de la flor a la planta madre, y, próxima a ella, una región llamada micrópilo a través del cual

puede permear el aire y el agua a la planta embrionaria. El embrión se halla situado principalmente en la parte redondeada o dorsal del grano; su vaina radicular se encuentra próxima al micrópilo, de manera que pueda fácilmente atravesar esta región cuando se inicie la germinación.

En contraste con esto, el tallo embrionario apunta hacia extremo distal del grano. Separando el embrión del depósito de nutrientes o endospermo se encuentra una estructura, a modo de escudo, denominada escutelo, considerado por algunos como la he embrionaria de esta planta monocotiledónea. La mayor parte del endospermo está constituido por células de gran tamaño, desvitalizadas, provistas de granos de almidón grandes y pequeños. Los granos de almidón se encuentran recubiertos de proteína; también contienen algo de grasa. Las paredes celulares, delgadas, contienen hemicelulosa y gomas (glucanos). En la periferia del endospermo encuentra una capa constituida por células de pequeño tamaño, ricas en proteína y exentas de granos de almidón. A esta capa se denomina aleurona; tiene un grosor de tres células y no alcanza escutelo; en su lugar se sitúa una capa de células aplanadas y vacías. Todo esto se puede ver mejor en la **Ilustración 6** y la **Ilustración 7**:

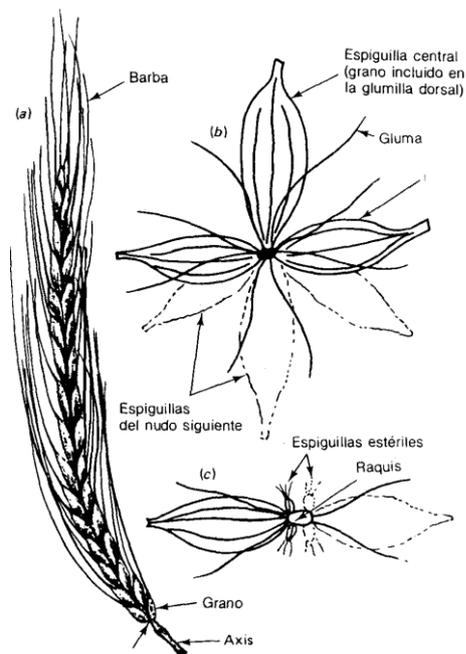


Ilustración 6. Corte longitudinal de un grano de cebada

La cebada

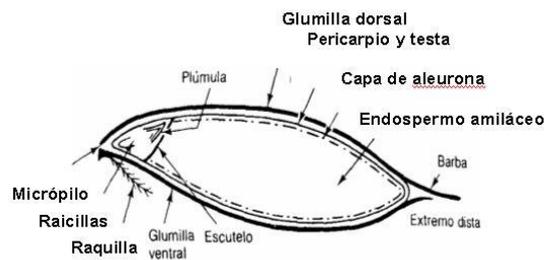


Ilustración 7. Corte transversal de un grano de cebada

Almacenamiento de la cebada

La cebada es más estable seca y mantenida a baja temperatura. Si ha sido recolectada por una cosechadora cuando su contenido en agua era superior al 15 % suele secarse en la granja o en las materias. El proceso de secado tiene que llevarse a cabo de tal forma que permanezca viable la planta embrionaria contenida en cada grano; por consiguiente, es necesario evitar el uso de temperaturas demasiado altas y para acelerar la desecación debe recurrirse a aumentar la velocidad del flujo del aire y a un calentamiento gradual del mismo.

En una operación de secado típica de dos horas de duración, el aire utilizado para la desecación debe hallarse inicialmente a 54 °C e ir elevando su temperatura hasta los 66 °C, pero la temperatura del grano nunca debe sobrepasar 52 °C. El calentamiento tiene habitualmente otro efecto ventajoso, el de reducir el tiempo necesario para finalizar el período dormiente (estado de reposo). Un tratamiento típico consiste en desecarla hasta un 12 % de agua y almacenarla luego a 25 °C durante 7–14 días. Es habitual reducir después la temperatura a 15 °C, mientras se efectúan las operaciones de limpieza y clasificación de los granos por tamaño. El movimiento del grano de un silo a otro contribuye a uniformizar la temperatura de grandes volúmenes de grano y a introducir oxígeno, necesario para que los embriones respiren.

Si está húmedo, el grano es fácilmente atacado por los insectos y los hongos causantes de su deterioro, especialmente si la temperatura supera los 15 °C. El metabolismo de los insectos y el de los hongos, cuando se establecen, produce agua y eleva localmente la temperatura, lo que favorece la extensión de la infestación.



Bajo condiciones extremas, la elevación de la temperatura puede incluso causar el incendio del grano. Es, por tanto, conveniente tener en cada silo varios elementos termo sensibles; de este modo se puede detectar cualquier subida significativa de temperatura y tomar las medidas oportunas para evitar un deterioro grave. Los insectos que habitualmente se encuentran en el malteado son el escarabajo de dientes de sierra, el gorgojo y el escarabajo plano. Algunos como el escarabajo Khapra pueden desarrollarse en el grano a contenidos de agua muy bajos, incluso en malta acabada con un 2 % de agua.

Hay microorganismos capaces de crecer en los granos de cebada, entre ellos, mohos, levaduras y bacterias. Los más importantes suelen ser los hongos filamentosos, como los del género *Aspergillus*. El grado de infestación es muy alto si la cebada madura está húmeda, es decir, si el grano maduro se moja. Estos hongos, sin embargo, son desplazados durante el almacenamiento por otros a los que con frecuencia se hace referencia con el término hongos del almacenamiento. Es preciso cuidar de que la cebada no sea contaminada por hongos como el *Aspergillus fumigatus*, cuyos esporos producen lesiones en el pulmón. También es preciso evitar la presencia de los hongos productores de aflatoxinas por fortuna raros y el cornezuelo (*Claviceps purpurea*), que al desarrollarse en los granos de cebada produce unos frutos negros ricos en ergotamina, una sustancia tóxica.

El agua

El 95 % del peso de la cerveza es agua, por tanto, y dado que el consumo anual de cerveza en el mundo es de 850 Mhl, se beben unos 85 Mm³ de agua al año en forma de cerveza. Este enorme volumen (equivalente al de un lago de una extensión de 9 x 9 km y 1 m de profundidad) no incluye toda el agua consumida por la industria cervecera. Las fábricas suelen almacenar grandes cantidades. Gran parte se emplea en la limpieza; se gastan volúmenes considerables en la generación de vapor, evaporación, y se pierde mucha en los vertidos a los desagües como agua de enfriamiento o calentamiento y acompañando a los materiales extraídos. Las distintas industrias cerveceras difieren mucho en su eficacia en la utilización del agua. Las que menos agua derrochan utilizan volúmenes aproximadamente cuatro veces superiores al de cerveza producida, pero muchas fábricas emplean volúmenes más de diez veces superior al de la cerveza que producen.



El agua se está volviendo cada vez más cara, al igual que el tratamiento de las aguas de desecho. La economía en el uso del agua y en la liberación de afluentes está, desde el punto de vista económico, fuertemente incentivada. Esta economía está justificada también por razones medio-ambientales, como la reducción de la polución, el mantenimiento a niveles altos de las capas freáticas, y la disminución de las emisiones de vapor de agua.

Las factorías de cerveza se construyeron en aquellos lugares en los que disponía de agua adecuada para el tipo de cerveza a producir. Así, el alto contenido en sulfato calcico de Burton-on-Trent resultaba ideal para la fabricación de las «palé ales», fuertes y muy aromáticas que se producían en la cervecería del monasterio. En contraste con esto, las aguas blandas de Pilsen, en Checoslovaquia, resultaban ideales para la elaboración de las lagers y, de hecho, a este tipo de cervezas se les conoce habitualmente como pilsner o pils, cuando se elaboraban en Europa. El agua rica en bicarbonato calcico (dureza temporal) resultaba excelente para la producción de las cervezas más oscuras, por lo que las de Múnich, Londres y Dublín alcanzaron fama y renombre.

Lúpulo

Es una flor aromática que contiene en su interior una sustancia cuya extracción sirve para impartir a la cerveza un sabor amargo característico.

Levadura

La levadura es para la cerveza lo que el oxígeno para la vida del hombre, de su vitalidad depende la conversión de los azúcares solubles fermentables en alcohol. La levadura de cerveza contiene 17 vitaminas, todas las del grupo b, 14 minerales y 46% de proteínas.

Descripción del proceso y los equipos más utilizados

Limpieza del grano y molienda

La planta es manejada automáticamente a través de paneles eléctricos. La cebada malteada se vierte en sus respectivas tolvas de recepción donde a través de un sistema neumático es transportada directamente a la máquina limpiadora, la cual hace que tanto el polvo que está adherido al grano así como



partículas que pudieran venir mezcladas se separen totalmente en forma tal, que sea solamente la malta propiamente dicha la que caiga en la balanza que ira pesando la cantidad exacta que se necesita para la fabricación del producto, este mismo sistema se emplea para el arroz. A medida que el grano va pasando de la limpiadora a la balanza, esta lo vuelca en el molino donde el grano es triturado a una medida exacta pasando nuevamente a través de otro sistema neumático para ser almacenado en un tanque herméticamente cerrado.

Una vez molida la cantidad deseada, tanto de malta como de arroz, se comienza el proceso de infusión. Esto consiste en mezclar la proporción correcta de agua a la temperatura deseada con la cantidad de malta necesaria para obtener un extracto ya calculado que le proporciona a la cerveza un sabor característico y un aceptable cuerpo al paladar. Dicha mezcla se hace automáticamente a través de un "aparato mezclador" de acero inoxidable, desde donde la masa es bombeada al macerador o paila de mezcla respectiva.

Sala de cocimiento

Aquí se podrán apreciar cuatro diferentes tanques de acero inoxidable, los cuales cumplen cada uno una misión diferente. La sala cuenta con un cocedor de arroz, un macerador para la cebada malteada, una olla de filtración y una olla de cocción. Todos los movimientos y traslados del mosto que se harán de un tanque a otro son accionados por un panel automático que, con solo apretar un botón, efectúa los respectivos cambios que se deseen hacer a través del proceso.

En la paila de mezcla se somete la cebada malteada a un proceso de maceración donde a diferentes temperaturas y con estacionamientos de tiempos variables se van produciendo dentro de las sustancias que contenía el grano diversas modificaciones de carácter físico- químico. Los almidones se convertirán en azúcares y se formarán como consecuencia de las temperaturas aplicadas, las diferentes características que harán en el futuro que la cerveza tenga esa espuma que a usted le agrada y su característico sabor, color y calidad.

El mismo procedimiento se utiliza para la infusión de arroz con la única excepción que el arroz se hace llegar a un punto de ebullición para luego mezclarlo con la cebada malteada y así formar una masa uniforme.

Olla de filtración



Una vez obtenida la temperatura, deseada en el macerador se procederá a traspasar toda la mezcla la olla de filtración o lauter. La función del lauter es hacer que toda la sustancia sólida se deposite a manera de capa permeable para proceder posteriormente a filtrar el mosto o extracto. Cabe destacar que esta olla de filtración tiene un entrepaño de acero inoxidable perforado, el cual hace que el mosto se filtre a través de la capa que ha formado la misma cáscara de la malta. Éste líquido claro conteniendo azúcares fermentable y no fermentable es recogido por la parte inferior del tanque y bombeado a la olla de cocimiento también llamada " olla de cocción"

Olla de cocción

El mosto de la cerveza recogido en la olla de cocción es hervido con el lúpulo para darle el sabor característico.

Como consecuencia de la ebullición se producirá una evaporación y se obtendrá un mosto concentrado con todos los elementos de la futura cerveza. Terminada la ebullición se separa el lúpulo del mosto, pasando este por un separador llamado Whirlpool, que actúa como recipiente de sedimentación, donde toda la sustancia albuminoidea en suspensión se asentará en el fondo. Luego de 15 minutos en descanso se pasará dicho mosto a través de un enfriador de placas, en el cual entrará a 99°C y saldrá a 7°C. El enfriador trabaja con agua a 2°C que se calienta como consecuencia del intercambio de calor

Sala de fermentación –maduración

El mosto se recibe en tanques cerrados de acero inoxidable donde se añade la levadura. Durante la fermentación se producen dos elementos que forman parte integral de la cerveza: alcohol y gas carbónico.

Después de 10 días se saca la levadura y la cerveza es transferida a los tanques de maduración y reposo. Aquí reposará durante 15 días a una temperatura de -1° para que se sedimenten residuos de lúpulo, células de levadura restantes y proteínas durante todo este período, la cerveza se madura y adquiere un carácter particular y su sabor especial.

Filtración



Terminado el período de reposo la cerveza se vuelve a enfriar a través de un enfriador especial y se envía al filtro. Aquí se retienen partículas más finas de proteínas y células de levadura. Luego pasa por un aparato carbonatador, donde se le inyecta el gas necesario para la presencia y efervescencia de la cerveza.

Tanques finales

Al salir la cerveza del carbonatador es depositada en los tanques finales y una vez llenos son analizados en su etapa final por el departamento de control de calidad. Solo así están listos para ser transferidos a la máquina llenadora.



3.2. *Proceso de envasado*

El envasado es una parte integrante del proceso de elaboración que tiene, entre otros, dos grandes objetivos:

- Presentar el producto.
- Proteger adecuadamente al producto para que se conserve durante un período determinado.

El envase cumple, entre otros, los siguientes requisitos fundamentales:

- Proporciona seguridad al producto contenido en él, desde la línea de envasado hasta el momento de su consumo.
- Protege el producto tanto de daños mecánicos durante su manipulación como del deterioro en la distribución y almacenamiento doméstico.
- Identifica su contenido cumpliendo con los requisitos legales de etiquetado y comunica las cualidades y beneficios que se obtienen de su consumo además de transmitir la imagen global de su fabricante.
- Proporciona al consumidor un manejo fácil.

En el proceso de envasado se realizan todas las operaciones necesarias para poner el producto (cerveza) en el mercado en las condiciones de calidad establecida por la empresa.

Una línea de envasado es un conjunto de máquinas, equipos e instrumentos necesarios para realizar las operaciones propias del proceso. El éxito de una línea de envasado depende de la coordinación de los diferentes elementos que confluyen el proceso:

- Las instalaciones (máquinas y equipos) y su distribución en planta.
- El producto a envasar (cerveza).
- Los materiales (envases, elementos de cierre, etiquetas, cajas, etc.)
- Equipo humano.

Las instalaciones que integran una línea de envasado, entre otros, dependen:

- de la gama de productos,
- de la política y estrategia comercial de la empresa,
- del tipo de envase,



- del volumen y la estrategia de producción,
- del nivel de automatización alcanzado
- de políticas de calidad establecidas, etc.

En el proceso de envasado de cerveza suelen realizar las operaciones que muestran los diagramas de flujo de la **Ilustración 8** y en la **Ilustración 9**, según que los envases sean retornables o no retornables.

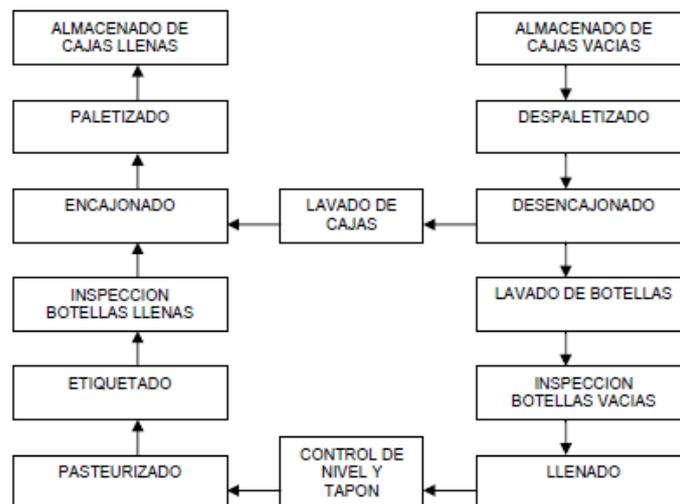


Ilustración 8. Diagrama de flujo de un proceso de envasado con envase retornable

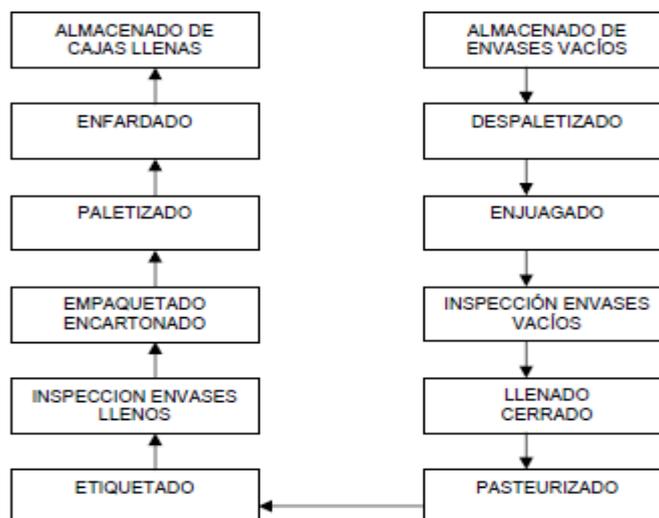


Ilustración 9. Diagrama de flujo de un proceso de envasado con envase no retornable



Se completan y coordinan las operaciones básicas mostradas en los diagramas anteriores mediante la integración de operaciones de:

- Transporte:
 - de envases
 - de cajas
 - de palets
- Enfardado de cajas paletizadas
- Inspección de envases vacíos
- Control de calidad
- Codificación y/o marcado
- Limpieza y desinfección

La cada vez mayor exigencia y especialización del mercado en la presentación del producto, hace que las líneas de envasado sean cada día más complejas y realicen más tareas diferentes. Y es esa exigencia del mercado, la que obliga a que todas esas tareas se realicen con el mayor rigor y grado de calidad posible.

Además de elegir y disponer los elementos de la línea de envasado para que se alcancen los rendimientos adecuados, es necesario conseguir, con la ayuda del equipo humano, alcanzar la mayor productividad posible y mantener la calidad objetivo en todas las fases del proceso. No basta, por tanto, con disponer de la mejor cerveza y de las mejores líneas de envasado, también es necesario disponer del mejor equipo humano.

Debido a la gran complejidad y grado de automatización alcanzado en la instalación del proceso de envasado es necesario observar los siguientes aspectos:

- Normas, Reglamentos y Especificaciones relacionados con el proceso de envasado:
 - Seguridad del personal
 - Seguridad de máquinas y equipos
 - Calidad del producto y del proceso
 - Autocontrol
 - Medio ambiente
- Optimización de costes
- Mantenimiento



En las operaciones de envasado las tareas a realizar por el equipo humano básicamente consisten en:

- Puesta en marcha de la máquina conforme al procedimiento establecido.
- Vigilancia y seguimiento del funcionamiento de la máquina.
 - Funcionamiento normal
 - Señales de alarmas acústicas y/o luminosas o mensajes informativos en el tablero de mando o consolas
- Resolver las incidencias o anomalías presentadas y restablecer el funcionamiento.
- Mantener la velocidad óptima de la máquina para no perjudicar el nivel de producción final de la línea.
- En los paros por finalización de turno, por cambios en la producción, etc. operar conforme a los procedimientos establecidos, así como utilizar en todo momento los equipos de protección individual adecuados para realizar las tareas del puesto de trabajo.
- Realizar todas las tareas del puesto de trabajo con el máximo nivel de calidad posible.



3.3. Mercado de la cerveza

A continuación se presentan datos que muestran la importancia del sector cervecero en términos económicos. Con esto se explica el creciente interés de buscar nuevas metodologías y técnicas que consigan optimizar los procesos dentro de la empresa, para obtener mayores beneficios manteniendo la calidad.

El consumo de cerveza por persona en nuestro país es de los más moderados de la Unión Europea. Si a este hecho se suman las pautas mediterráneas que tradicionalmente han estado asociadas a esta bebida (de carácter social, en compañía de amigos o familiares, junto con alimentos o aperitivos...), se puede concluir que el uso que la mayoría de la población hace de la cerveza es responsable y moderado, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, en el norte de Europa.

Mientras que se ha incrementado el consumo per cápita de cerveza un 9% en los últimos años (de 54,37 litros en 2001 a 59,1 litros en 2006), ha descendido un 14% la ingesta de alcohol puro (gramos de alcohol contenidos en el total de bebidas consumidas), de casi 9 gramos a 7,5 debido fundamentalmente a la baja graduación de la cerveza.

El carácter social de la cerveza lo confirma el hecho de que en 2007 el 72% de la cerveza se consumió en hostelería y restauración y sólo algo más de la cuarta parte en el hogar; no obstante es precisamente en el entorno familiar donde más se incrementó el consumo de esta bebida (un 1,5%).



3.4. La empresa: Heineken España S.A.

En este punto se ofrece información relativa a la empresa y su actividad. En particular, se realiza una definición del tipo de empresa, la distribución física de sus instalaciones y la actividad comercial en la que opera actualmente. Más adelante se comentarán los procesos que se realizan en las instalaciones en las que está situada la línea embotelladora.

3.4.1. Un poco de historia

Heineken comenzó hace más de 140 años, en 1864, cuando Gerard Adriaan Heineken adquirió una pequeña fábrica de cerveza en el corazón de Ámsterdam. A partir de ahí, cuatro generaciones de la familia Heineken han expandido la marca y la compañía por toda Europa y el resto del mundo. Además de la marca Heineken, posee más de 170 marcas internacionales, regionales, locales y especialidades. Marcas como Amstel (la 3ª cerveza más bebida en Europa), Cruzcampo, Tigre, Ochota, Murphy's o Star.

La compañía tiene 115 fábricas en más de 65 países, y está haciéndose un hueco importante en mercados emergentes como Rusia, China e Hispanoamérica. Con un volumen global de cerveza de 132 millones de hectolitros, Heineken ocupa el cuarto lugar en el sector mundial cervecero en volumen de ventas y el primero en Europa. Esta cobertura global se consigue a través de la combinación de empresas totalmente adquiridas, licencias comerciales, afiliaciones, sociedades y alianzas estratégicas.

En 2006 la media de empleados llegó a 57.557 (pro rata). y los ingresos ascendieron a 12 mil millones de euros obteniéndose un beneficio neto que ascendió a 930 millones de euros.

3.4.2. Las factorías Heineken en España

Heineken España S.A. nace de la fusión de las empresas Grupo Cruzcampo y El Águila S.A. La compañía dispone actualmente de las siguientes fábricas en el territorio español:



FÁBRICA DE JAÉN

Fundada por la Compañía El Alcázar, en 1963 se pone en funcionamiento esta fábrica situada en un paraje olivarero denominado La Imora. Se extiende por una superficie de 126.000 m² y alcanza una capacidad productiva de un millón cuatrocientos mil hectolitros anuales. Además de barril y botella, sólo en sus instalaciones se puede envasar un formato innovador, el PET. Desde 1983, elabora la cerveza de Navidad Cruzcampo y actualmente produce en exclusividad el tinto Latino. Además produce también las marcas Amstel y Cruzcampo.

FABRICA DE VALENCIA

Fue inaugurada en 1975, en la población valenciana de Quart de Poblet, para sustituir a la antigua planta de El Águila de El Cabañal que ya se encontraba dentro de los límites de la ciudad.

Tiene una superficie de 205.000 m² y su capacidad productiva es de dos millones setecientos mil hectolitros anuales. La fábrica cuenta con líneas de envasado para barril, botella y lata, de las marcas Amstel, Cruzcampo, Heineken y Buckler Sin. Además es la primera en disponer de un sistema de carga automática de camiones.

FÁBRICA DE MADRID

Construida en 1967 por la compañía El Águila S.A. se sitúa estratégicamente en el norte de la capital de España, concretamente en el municipio de San Sebastián de los Reyes. Tiene una extensión de 348.000 m² y una capacidad de producción de 2.8 millones de hectolitros anuales

En sus instalaciones, se producen y envasan las marcas Heineken, Amstel, Cruzcampo y Buckler en los formatos barril, botella retornable, botella no retornable y lata, con la peculiaridad de realizar exclusivamente el formato barril de 20 litros para la instalación "David", así como la producción de la cerveza Shandy y Buckler 0.0.

FÁBRICA DE SEVILLA: JUMBO

La nueva fábrica de Heineken España S.A. en Sevilla es la más moderna, vanguardista y de avanzada tecnología de Europa. Ha supuesto una inversión



de 320 millones de euros, la mayor realizada hasta la fecha por la iniciativa privada en Andalucía. Sustituye a la antigua factoría de La Cruz del Campo, que con sus 103 años de funcionamiento poseía el récord nacional de longevidad productiva.

La nueva fábrica de Sevilla tiene una capacidad técnica de producción de 520.000.000 litros/año (un 45% más que la fábrica antigua) y es capaz de elaborar ocho millones de cañas de cerveza diarias, tantas como habitantes tiene Andalucía o Madrid y Barcelona juntas. Es también una de las más productivas del continente con una producción anual prevista de 18.000 hectólitros por persona trabajando. Dispone del más avanzado equipamiento técnico, entre los que destaca la mayor línea de envasado de latas existente en Europa, con una capacidad de 90.000 latas a la hora.

La nueva factoría se alza con una superficie de 71 hectáreas en la zona conocida como La Caridad-Cañada de Pero Mingo (Huerta del Huracán), dentro del término municipal de Sevilla y próximo a la barriada de Torreblanca y a los límites de los términos municipales de Alcalá de Guadaíra y de San José de la Rinconada.



4. La metodología TPM aplicada a una Fábrica de Cerveza

4.1. Introducción

4.1.1. Escenario actual

La competencia de las empresas exige cada vez más organizaciones flexibles y capaces de ajustarse rápidamente a las condiciones cambiantes del mercado.

Los objetivos para tener éxito son:

- Anticiparse a los cambios, ya que permite una mayor competitividad.
- Atender a las necesidades de los clientes
- Superar las competencias

Para lograr estos objetivos la empresa tiene que ser innovadora (actualizarse tecnológicamente); compacta, enjuta (competir en precio); y garantizar al máximo la calidad y la satisfacción de los clientes.

En casi todos los sectores de la economía el éxito de una minoría de empresas contradice las excusas de la mayoría; difieren del resto en que tienen agentes de cambio, son capaces de mejorar los estándares establecidos y definen y superan límites. Las empresas de éxito saben cómo realizar mejor su trabajo. Para ello utilizan una metodología en base al análisis de los principales activos de la empresa: hombre, medios de producción y productos y servicios.

Ante la oportunidad de mejora de muchas empresas nace la implantación de TPM como medio a la consecución de los objetivos ante un “juego” más duro cada día y la necesidad de “ganar y mejorar” continuamente involucrando a todos los empleados.

Algunas empresas, entre muchas que están trabajando con TPM en España, son: Heineken, Pirelli, Tetrapack, Chupachups, Valeo, Plastic Omnium,



Opel, Ford, Citroën, Procter & Gamble, García Carrión, Unilever, Ahlstrom, Benimar, Frudesa, Nexans, Sogefi y muchas más.

4.1.2. La filosofía TPM

TPM es una filosofía de mejora continua sistemática (que abarca a toda la compañía) focalizada en la eliminación sistemática de todas las formas de ineficiencia, pérdida y derroche.

TPM o WCOM (World Class Operations Management) es un sistema global para conseguir resultados excelentes. Es un sistema de gestión completo para responder a las necesidades del cliente que acopla innovación, proporciona resultados excelentes; y adoptado por empresas destacadas.

Las características primordiales de TPM son:

- Una organización ágil que dé apoyo a innovación
- Siempre orientada a la prestación
- Un sistema guiado con firmeza
- Elevada visibilidad de planes y progresos
- Grupo de trabajo industrializado
- Sistema estable para conservar las ganancias

4.1.3. Puntos clave del TPM

1. Establecer una cultura colectiva relacionada a la reducción y eliminación de las pérdidas en el proceso productivo.

Las 16 pérdidas principales en una fábrica son:

- **MAQUINA:** Son pérdidas asociadas a las operaciones realizada en la máquina, entre ellas se encuentran.

- Paradas planificada
- Cambios y Ajustes



- Arranques y parada
 - Averías
 - Pequeñas paradas (microparos)
 - Pérdidas de velocidad
 - Defectos y Retrabajo
- MANO DE OBRA: Son pérdidas asociadas a las personas.
 - Pérdidas de Gestión
 - Movimentación y desplazamiento
 - Organización Líneas
 - Pérdidas en Logística
 - Medición Líneas
- MATERIAL: Son pérdidas asociadas a las herramientas, útiles y materiales necesarios.
 - Útiles, herramientas
 - Mermas de material
 - Mermas de producto
- ENERGÍA
 - Pérdidas de Energía
2. Activar el sistema para la prevención de pérdidas, en lugar de corregir problemas para obtener cero accidentes, cero defectos y cero averías.
 3. Involucrar *todos* los esfuerzos de trabajo de la empresa.
 4. Búsqueda de la eliminación de los problemas a través de las actividades de *grupos de trabajo (trabajo en equipo)* integrados al sistema productivo.
 5. Aprendizaje continuo para estar presente en todas las oportunidades de mejora (producción, calidad, mantenimiento, ventas y oficinas).

4.1.4. La implantación de un programa TPM



TPM se introduce en una organización durante un período de años (normalmente de 3 a 4 años). Es importante tener en cuenta que el plazo de tiempo puede variar mucho dependiendo de factores como las relaciones laborales, el poder económico de la empresa y los niveles de compromiso de dirección.

El TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implantación y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos, que se describen a continuación.

• FASE 1. PREPARACIÓN

- Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM
- Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad
- Establecer la organización de TPM y el área piloto
- Establecer los objetivos y políticas básicas del TPM
- Diseñar un plan maestro para implantar el TPM

• FASE 2. INTRODUCCIÓN

- Introducción al lanzamiento del proyecto empresarial TPM

• FASE 3. IMPLANTACIÓN

Construir una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción

- Realizar actividades centradas en la mejora. Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo.
- Establecer y desplegar el programa de mantenimiento autónomo.
- Implantar un programa de mantenimiento planificado.
- Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos. Formación de líderes de grupo que después formen a los miembros de sus grupos.
- Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos
- Crear un sistema de mantenimiento de calidad



- Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos
- Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno

• FASE 4. CONSOLIDACIÓN

- Consolidar la implantación de TPM y mejorar las metas y objetivos legales

4.1.5. Estructura TPM de la fábrica

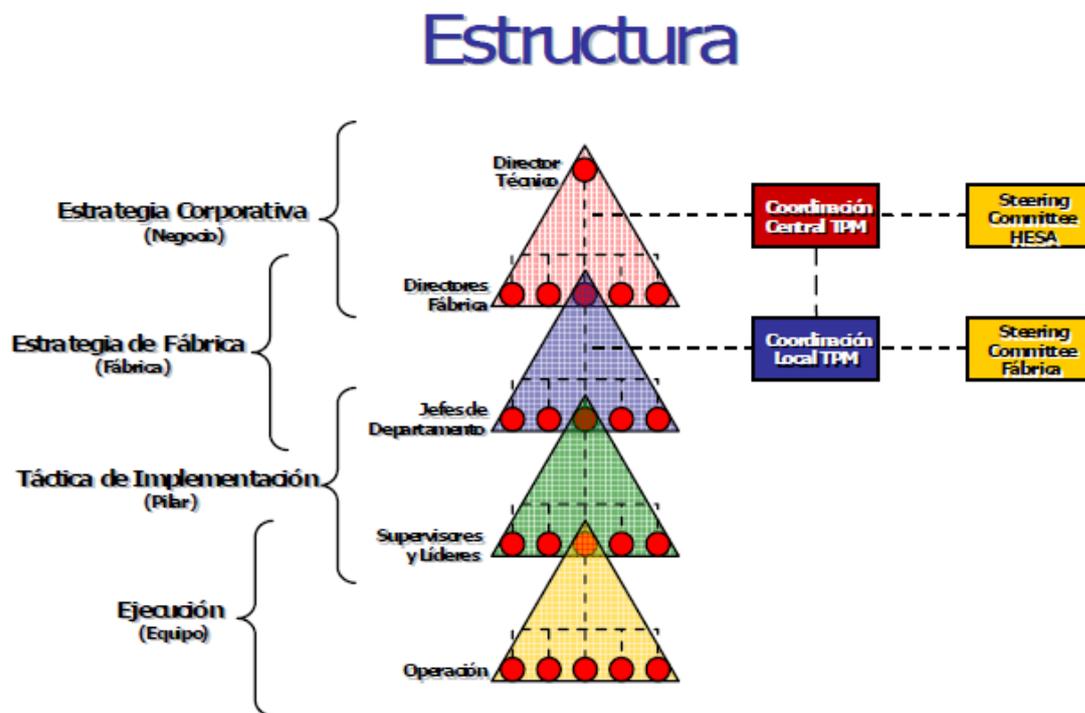


Ilustración 10. Estructura TPM de la Fábrica

■ *Rol Comité Directivo*

- Conocer la metodología, para definir las necesidades de aplicación
- Soportar a la coordinación TPM; identificar nuevas oportunidades; y auditar el sistema
- Definir y controlar los KPIs (Objetivos, indicadores) de toda la fábrica y pilares
- Definir la misión y objetivos para los equipos
- Estandarizar el sistema



■ *KPIs (Objetivos)*

En TPM, los objetivos de la fábrica son definidos en seis “dimensiones” (Productividad, Calidad, Costes, Entrega, Seguridad/Ambiente y Moral); y es muy importante definir objetivos únicos y claros para toda la fábrica, conocidos por todos.

■ *Pilares*

El TPM está organizado a través de grupos ínter departamentales que se llaman Pilares. Son en concreto ocho Pilares, ocho grupos de gestión (procesos) que sostienen el TPM; con funciones como “definir como implantar la metodología en la fábrica, gestionar y dar soporte a los equipos”.

Dichos Pilares son:

- Gestión Autónoma
- Mantenimiento Planificado
- Mejora Específica
- Educación y Formación
- Calidad Progresiva
- Seguridad y Medio Ambiente
- Gestión anticipada de procesos
- TPM en la Oficina



Pilares del TPM

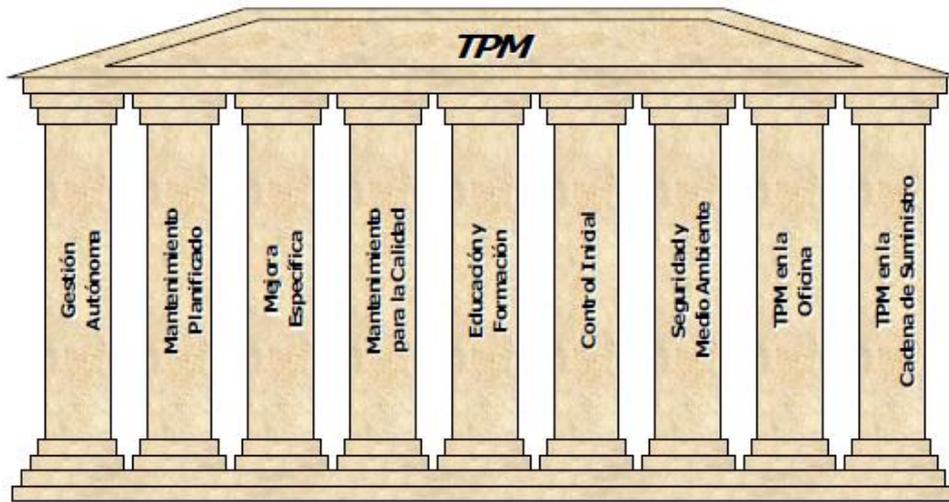


Ilustración 11. Pilares del TPM

El Pilar de Gestión Autónoma se encarga principalmente de:

- Capacitar a los operadores para la gestión y búsqueda de mejoras en su zona de trabajo
- Realizar actividades de Gestión de las condiciones del equipo
- Analizar “pérdidas” de las máquinas para definir acciones correctoras y preventivas
- Desarrollo continuo de los operadores

El Pilar de Mantenimiento Planificado busca las “0 Averías”:

- Busca establecer un sistema de gestión de la disponibilidad y mantenimiento de los equipos
- La implantación debe ser hecha en conjunto con el Pilar de Gestión Autónoma
- Gestión de repuestos
- Aumentar el tiempo entre las averías (MTBF)
- Facilitar el mantenimiento; disminuir el tiempo de reparación de las averías (MTTR)
- Prevenir el deterioro
- Prever la avería

Las funciones principales del Pilar de Formación son:



- Mejora en las habilidades y competencias técnicas de acuerdo con cada función de trabajo en la fábrica
- Soporte a todos los Pilares y actividades
- Identifica que formación necesitan las personas y como deben ser formadas
- Desarrolla las habilidades, conocimientos y actitud conforme a los objetivo

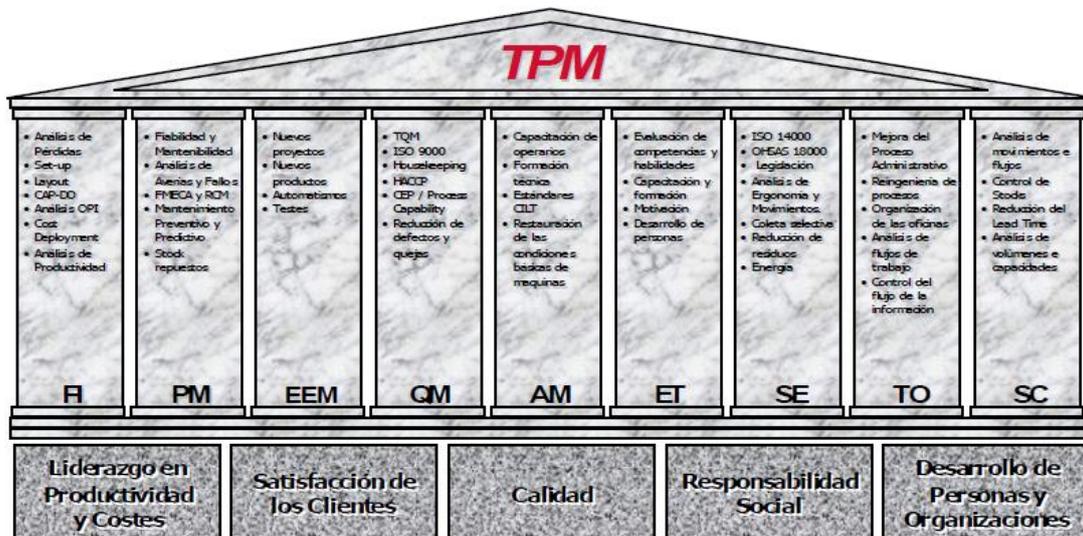


Ilustración 12. Objetivos del TPM

4.1.6. La mejora del rendimiento de la línea

Me he decidido a insertar este apartado en este proyecto, ya que en la fábrica de Sevilla de Heineken España S.A., las técnicas de TPM comenzaron a implantarse en el área de envasado, ya que es un proceso más lineal que el proceso de producción de la cerveza, es por ello por lo que considero que este apartado puede ser útil para entender la forma de trabajar que usamos a la hora de la implantación de esta filosofía en el proceso de producción de la cerveza.

Esta es una función para la que TPM involucra a todas y cada una de las personas de la organización en cuestión, desde los operarios hasta la dirección de la misma.

La mejora del rendimiento de la línea significa ahora lograr la utilización óptima de la misma.

Para ello será necesario eliminar todo tipo de pérdidas que en ella puedan tener lugar, pérdidas que podríamos resumir en seis tipos fundamentales (Wireman, 1998):



1. Pérdidas por averías
2. Pérdidas por cambios de formato y puestas a punto
3. Pérdidas por microparos
4. Pérdidas por arranques y paradas
5. Pérdidas por baja velocidad o capacidad reducida
6. Pérdidas por defectos en la calidad y reprocesos

Si se consigue eliminar cada una de estas pérdidas del equipo se conseguirá lo que se denomina la máxima eficacia global de los equipos (OEE – Overall Equipment Effectiveness) y a su vez de la línea; índice conocido en la fábrica de cerveza como **OPI** (Operational Performance Indicador).

La eliminación de la totalidad de estas pérdidas está más allá de la involucración y habilidad de algún único departamento de la organización. Es por eso que el TPM es una filosofía fundamentalmente operacional, que desarrolla un programa en el cual debe tomar parte todos los departamentos que, de alguna forma, tengan que ver con los equipos.

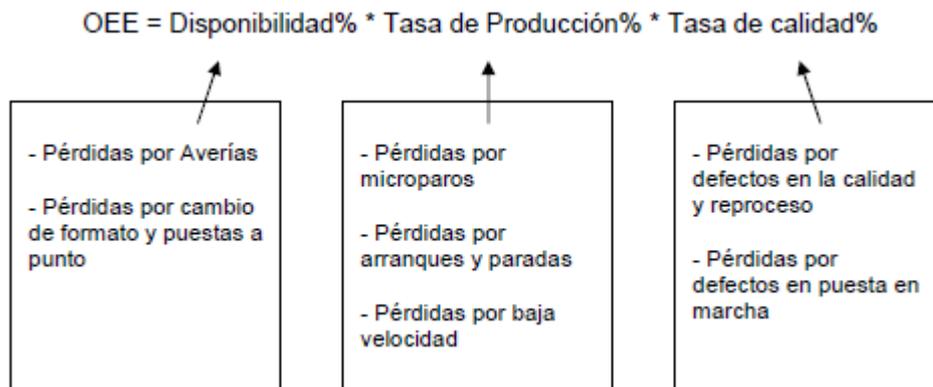


Ilustración 13. Desglose OEE

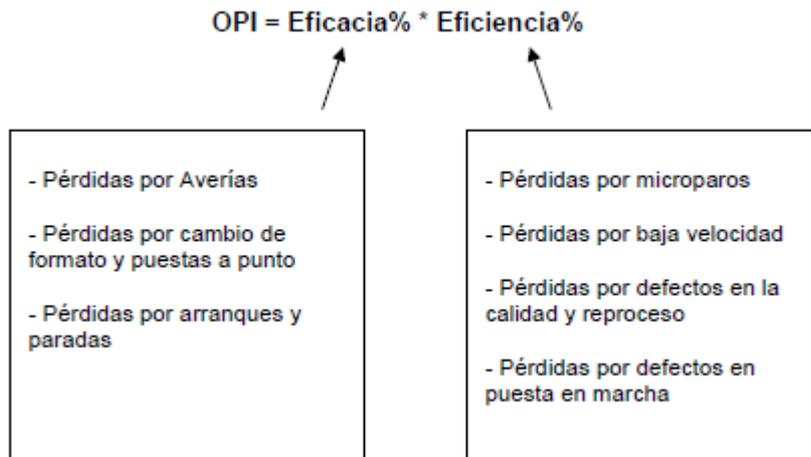


Ilustración 14. Desglose OPI



5. Desarrollo del proyecto

5.1. *Introducción al desarrollo del proyecto*

Como ya comenté en la introducción me ha sido imposible enmarcar todo mi trabajo en Heineken España S.A. en este proyecto, ya que sería demasiado extenso y variado, es por ello por lo que he decidido dedicarlo a la parte más innovadora del mismo.

En el **Capítulo 5.2.** se hablará de la expansión horizontal, una forma de recortar costes del TPM. Consiste en “expandir” mejoras realizadas en una zona de la fábrica a otra diferente, ahorrándose de esta forma los costes en recursos humanos de creación del equipo o del análisis correspondiente.

El problema de la Expansión Horizontal es cómo llevarla a cabo. Obviamente requiere de la creación de un Sistema de Información. En este capítulo se tratará de la creación de dicho Sistema con toda la problemática asociada al mismo.

En el **Capítulo 5.3.** se tratará la creación de un equipo de mejora, más concretamente uno de Reducción de mermas de extracto en el área de bodegas. Se planteará el problema, objetivos y todos los pasos para la creación de un equipo mediante la filosofía TPM.

En el **Capítulo 5.4.** se tratará la creación de otro equipo de mejora de Reducción de mermas de extracto pero esta vez en el área de Cocimiento. Se verá cómo a pesar de cambiar los objetivos ya que aquí el objetivo es disminuir la máxima variación de mermas, la metodología es la misma y nos lleva a unos resultados positivos.

En el **Capítulo 5.5.** se tratará otro equipo de Reducción de mermas de extracto en la zona de filtrada y BBT de la misma manera que en los capítulos anteriores.

En el **Capítulo 5.6.** se tratará de nuevo un equipo de mejora, pero esta vez será un equipo de reducción de defectos de calidad, más concretamente uno de Reducción de Turbios de cerveza Cruzcampo en Filtrada y BBT. Se verá que cambian los pasos del método pero que la filosofía sigue siendo la misma.



5.2. *Expansión horizontal*

5.2.1. **Expansión horizontal: idea de empresa**

Se conoce como expansión horizontal a la expansión de ideas a través de las distintas zonas que componen la fábrica. En este caso, en el de la fábrica de Sevilla de Heineken, se reconocen diferentes zonas: envasado, cervecería, oficinas, EDAR... y dentro de una zona se puede distinguir diferentes subzonas, por ejemplo en envasado se pueden diferenciar entre las distintas líneas de envasado o en cervecería se pueden diferenciar entre cocimiento, fermentación, bodegas de guarda...

Obviamente, las personas que hay trabajando en una zona o más específicamente en una subzona no son las mismas que las que puede haber en otra diferente. ¿Qué ocurría? Que si se realizaba un grupo de trabajo para realizar ciertas mejoras en una zona, que normalmente sería denominada zona crítica, las mejoras realizadas por ese grupo de trabajo se realizaban sólo y exclusivamente en esa zona, cuando podrían existir otras donde existía la misma oportunidad de mejora.

Es en este punto donde la empresa se plantea realizar un sistema de información para la expansión horizontal y donde esa petición de diseño llega a mis manos durante mi estancia en la fábrica.

5.2.2. **Diseño inicial: Necesidades y características básicas**

Cuando este pedido me llega a mí, el primer paso es diseñar los flujos de información que dicho sistema va a tener. Para este diseño lo primero que se planteó son las necesidades que ha de cubrir dicho sistema y las características básicas que ha de tener para una implantación exitosa.

Necesidades a cubrir:

- Someter a juicio las mejoras de toda la fábrica en general
- Someter a juicio las mejoras provenientes de cualquier grupo o metodología de mejora



- Una vez que se hayan determinado las mejoras a expandir y las zonas de expansión, hacer llegar al encargado de la realización de dichas mejoras la orden de realización de la misma
- Seguimiento de la realización de las expansiones y obtención de un indicador sobre el beneficio obtenido por el sistema

Características básicas:

- Rapidez de implantación, debido a la existencia de una auditoría de Heineken Internacional S.A.
- Costo reducido de implantación, aprovechando los recursos ya existentes
- Costo reducido de mantenimiento
- Que no altere la actividad normal del personal de la fábrica
- Trazabilidad

5.2.3. Primeras decisiones de diseño

Llegados a este punto creo que es indispensable comentar que la idea de la expansión horizontal nace a principios de 2009, donde se intentó implantar sin éxito. Después de analizar esta situación se llegó a la conclusión de que el error en dicho intento de implantación no fue otro que la complejidad.

La expansión horizontal, al fin y al cabo no es más que otra actividad que se enmarca en la gestión autónoma, es decir, corresponde a los responsables de la gestión autónoma de los diferentes departamentos. Éstos por lo general ya tienen bastante trabajo, por lo que si además le añadimos más carga con la expansión horizontal, puede crear cierto recelo hacia ésta.

Por este motivo durante el diseño veremos que lo principal es la sencillez, hacerlo fácil, sencillo, con un software conocido para no tener que dar formaciones y sobre todo, la rapidez de análisis y de mantenimiento del sistema.

La primera decisión de diseño es obvia, ¿realizar un sistema global o varios sistemas dependiendo de zonas o grupos de trabajo? Se decidió por hacer uno global del que “colgaran” los diferentes subsistemas. El motivo es simplemente sencillez, que el ingeniero cuando tenga que ver qué medidas propuestas tiene que analizar sólo tenga que abrir y buscar en un solo archivo.



En segundo lugar, ¿qué herramienta utilizar? Por rapidez y costo de implantación y mantenibilidad se decidió por el uso de la herramienta Microsoft Excel, ya que estaba instalado en todos los ordenadores de la fábrica por lo que todo el mundo disponía de ella y suponía coste cero, y además es la herramienta más utilizada por todos, por lo que me aseguraba que todo el mundo sabía utilizarla y nos ahorrábamos el coste de dar una formación al personal de la fábrica. Otro punto a favor de Microsoft Excel es que permitía la opción de realizar un sistema global del que colgaran los diferentes subsistemas gracias al sistema de “libro” y “hojas”

5.2.4. Flujos de información

El flujo de información comienza cuando se realiza una mejora, en ese momento surge la pregunta ¿Es expandible? En el momento en el que se ve que es expandible y se decide dónde es expandible se introduce en el sistema de Excel del que se habló en apartados anteriores y se somete a un estudio económico por el que se ve si es viable o no, en el caso de que sea viable se introducirá en el Plan de Fábrica y se modificará debidamente la hoja de Excel comentada anteriormente.

El encargado de analizar qué mejoras eran expandibles y dónde soy yo, una vez que se ha analizado lo introduzco en el libro de Excel. Posteriormente en la reunión semanal del pilar de PM (Mantenimiento productivo) se decidiría la viabilidad económica del proyecto. En el caso de que fuera aprobado, ellos mismos se encargarían de introducir la orden de realización de la expansión en el Plan de Fábrica y modificar la hoja de Excel, como se comentará más adelante.

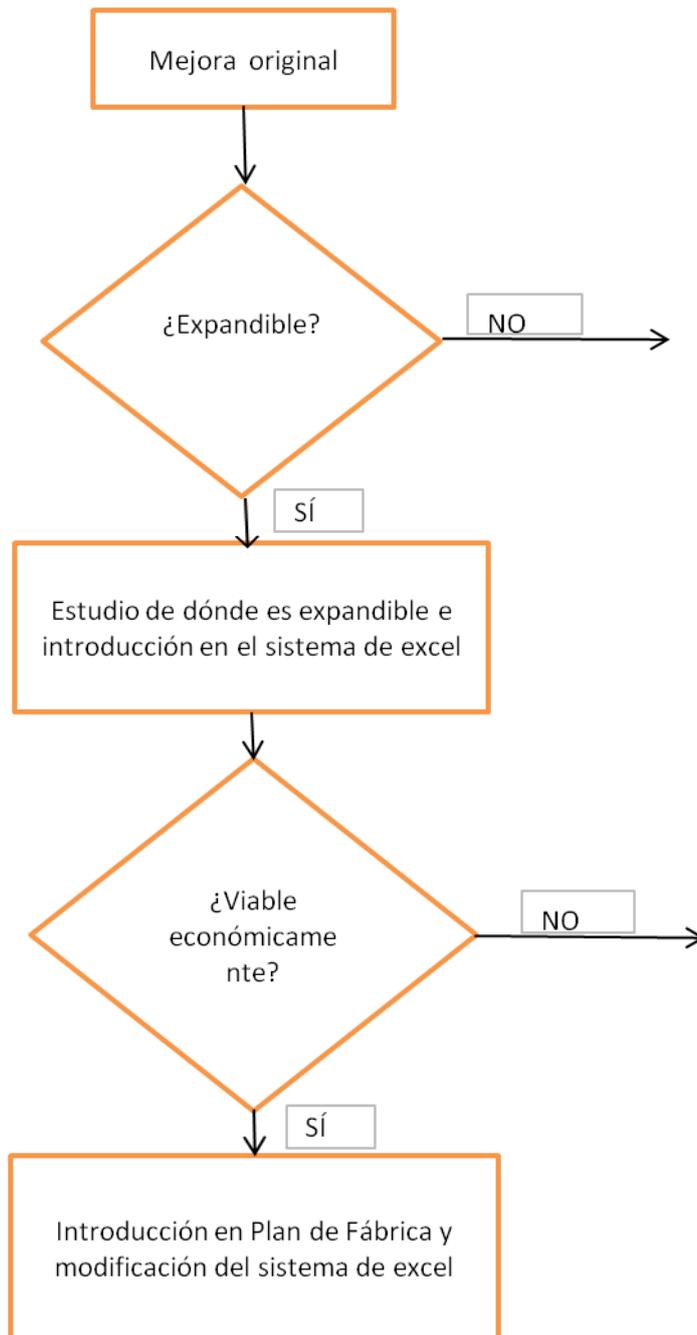


Ilustración 15. Diagrama de flujo del sistema de información



5.2.5. Implantación del sistema en Excel

Como se comentó anteriormente, la herramienta elegida para la implantación de este sistema de información es Microsoft Excel. Para ello creamos un libro con diferentes hojas, una hoja por zona, una hoja con resultados y una hoja de control. Tal vez la hoja de control sea lo que destaca de este sistema ya que, como se verá más adelante, es el elemento que más eficiente lo hace.

Para las hojas de cada zona se ha hecho una modificación con respecto a la hipótesis inicial, en lugar de clasificar las zonas por situación, cada zona es un pilar, y dentro de cada pilar se ha distinguido entre envasado y resto de fábrica, ya que al ser envasado el proceso más lineal y automatizado es donde más desarrollado está TPM y donde más sentido adquiere este sistema de expansión horizontal. Y dentro de los diferentes pilares, gestión autónoma en envasado se ha distinguido sustituyéndola por diferentes hojas por cada zona de gestión autónoma, ya que es el pilar que más mejoras implementa con muchísima diferencia. Así pues las hojas de zona serán las siguientes:

- Llen1100: equipo GA de la llenadora de la línea 1100
- Emp1100: equipo GA de la empacadora de la línea 1100
- Pal1100: equipo GA de la paletizadora de la línea 1100
- Llen1200: equipo GA de la llenadora de la línea 1200
- Emp1200: equipo GA de la empacadora de la línea 1200
- Pal1200: equipo GA de la paletizadora de la línea 1200
- Llen1300: equipo GA de la llenadora de la línea 1300
- Emp1300: equipo GA de la empacadora de la línea 1300
- Pal1300: equipo GA de la paletizadora de la línea 1300
- Llen1400: equipo GA de la llenadora de la línea 1400
- Emp1400: equipo GA de la empacadora de la línea 1400
- Pal1400: equipo GA de la paletizadora de la línea 1400
- Llen1500: equipo GA de la llenadora de la línea 1500
- Lav1500: equipo GA de la lavadora de la línea 1500
- Pal1500: equipo GA de la paletizadora de la línea 1500
- Llen1600: equipo GA de la llenadora de la línea 1600
- Emp600: equipo GA de la empacadora de la línea 1600
- Lav1600: equipo GA de la lavadora de la línea 1600
- Pal1600: equipo GA de la paletizadora de la línea 1600
- Llen1700: equipo GA de la llenadora de la línea 1700
- Insp1700: equipo GA de la zona de inspectores de la línea 1700
- GA Fab: gestión autónoma en el resto de fábrica



- PQ Env: pilar de calidad en envasado
- PQ Fab: pilar de calidad en el resto de fábrica
- SHE Env: pilar de seguridad en envasado
- SHE Fab: pilar de seguridad en el resto de fábrica
- PM Env: pilar de mantenimiento en envasado
- PM Fab: pilar de mantenimiento en el resto de fábrica
- T&E Env: pilar de formación en envasado
- T&E Fab: pilar de formación en el resto de fábrica

Pasamos a comentar ahora una hoja de zona genérica, para ello nos basaremos en la **Ilustración 15** sacada de la hoja correspondiente al equipo de GA de la llenadora de la línea 1100:

Heineken España S.A.		EQUIPO GESTIÓN AUTÓNOMA ÁREA LLENADORA 1100				EXPANSIÓN HORIZONTAL		
MEJORAS PASO 3								
Nº	ANTES	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	DESPUÉS	TREN	MÁQUINAS/ÁREAS APLICABLE	
1	 (comentario antes mejora)	Engrasador	LLENADORA	S10	 (comentario después mejora)	1100	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	
						1200	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	LLENADORAS
						1300	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	LLENADORAS
						1400	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	LLENADORAS
						1500	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	LLENADORAS
						1600	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
						1700	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
2		Engrasador	LLENADORA	S10		1100	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	
						1200	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	ZONA LLENADORA
						1300	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	ZONA LLENADORA
						1400	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	ZONA LLENADORA
						1500	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	ZONA LLENADORA
						1600	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
						1700	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Ilustración 16. Hoja de cálculo de las mejoras de una zona

Como se puede observar, tenemos diferentes columnas que rellenar, la primera es simplemente de numeración. En la segunda observamos que hay una foto del elemento al que se le aplica la mejora antes de ser aplicada ésta, y un cuadro donde se podrá poner cualquier comentario que ayude a la comprensión del problema en caso de que la foto no fuese lo suficientemente explicativa.

La tercera columna se dedica a colocar el elemento sobre el que se realiza la mejora, la cuarta al área en el que se ubica dentro de la línea, y la quinta a la fecha de realización. La fecha, es necesaria tanto por si fuera necesario realizar una consulta en las bases de datos de las mejoras realizadas como para sacar los resultados mensuales.



La quinta columna es análoga a la segunda pero después de la implementación de la mejora, es decir, observamos que hay una foto del elemento en el que se implementa la mejora antes de ser aplicada ésta, y un cuadro donde se podrá poner cualquier comentario que ayude a la comprensión de la mejora realizada en caso de que la foto no fuera lo suficientemente explicativa.

La sexta columna nos muestra el estado en el que se encuentra la expansión de la mejora. Para ello, en el caso de envasado, se hizo una plantilla donde se colocaban todas las líneas, un recuadro con un sí, otro con un no, y un cuadro para comentarios. En el caso en el que yo viera un cierto motivo por el que claramente la mejora no pudiera ser expandido a un cierto área por cualquier imposibilidad técnica o simplemente porque dicha zona no tuviera ese elemento, se coloreaba el recuadro del no, en cambio, si yo veía que se podía expandir la mejora a un cierto área se coloreaba de amarillo el cuadrado del sí, pasando a color verde si era aprobado por el comité de PM o rojo en caso de que no fuera viable económicamente en ese momento. Aunque dichas mejoras podrían aprobarse cuando entraran dentro del presupuesto.

El recuadro de comentarios se hizo para cualquier comunicación mía al comité de PM sobre la consideración que yo había hecho.

Todo esto está muy bien, pero es poco eficiente ya que el comité de PM todas las semanas tendría que meterse en cada una de las hojas comentadas anteriormente y revisar si había alguna proposición mía de esa semana, ¿cuál fue la solución a este problema? La hoja de control.

Bajo mi punto de vista es la “obra maestra” de este sistema de información para expansión horizontal, ya que hace viable la utilización del mismo reduciendo el costo en tiempo de manera considerable, y mejorando el análisis desde un punto de vista organizativo como se observa en la **Ilustración 17**.

Código IPASC	Pilar	Cantidad	Zona de origen	Área de origen	Fecha ejecución	Zona de expansión	Área de expansión	Respons	Departamen	Fecha de expansi	Estado expansión	Observación/Coste
Llen100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1200				Realizada	
Llen100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1300				Realizada	
Llen100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1400				Realizada	
Llen100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1500				Realizada	
Llen100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1200				Realizada	
Llen100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1300				Realizada	
Llen100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1400				Realizada	
Llen100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1500				Realizada	
Llen100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-2009	Llenadora	B1600				Realizada	
Llen100_3	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1200				Realizada	
Llen100_3	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1300				Realizada	
Llen100_3	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1400				Realizada	
Llen100_3	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1500				Realizada	
Llen100_3	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1600				Realizada	
Llen100_4	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S11-2009	Todas	B1200				Realizada	

Ilustración 17. Vista general de la hoja de control



La **Ilustración 17** es una imagen de la hoja de control, como vemos no es más que un resumen de toda la expansión horizontal, pero que añade cierta información útil desde el punto de vista organizativo, que será utilizada posteriormente para diferentes análisis, es por ello por lo que hay que tener especial cuidado con esta hoja y en especial con el filtrado de la información. Éste es el motivo por el que en muchas columnas sólo se permiten ciertos valores, para que el filtrado de la información sea el correcto y no cometamos errores de apreciación. Pasamos a analizar detenidamente esta hoja:

Columna 1:

Como podemos observar en la **Ilustración 18**, la primera columna llamada “Código (PASO)”, no es más que un link que nos lleva a la hoja de zona donde se dan los detalles técnicos que vimos anteriormente. El código es “nombre de la hoja_ número de la mejora”, es por eso por lo que se introdujo el número en la hoja de zona que vimos anteriormente.

16	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B110
17	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B110
18	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B110
19	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B110
20	Llen1100				B110
21	Llen1100				B110
22	Llen1100				B110
23	Llen1100				B110
24	Llen1100				B110
25	Llen1100_3	AM	Equipos	Llenadora	B110
26	Llen1100_3	AM	Equipos	Llenadora	B110
27	Llen1100_3	AM	Equipos	Llenadora	B110

Ilustración 18. Vista de la columna 1 de la hoja de control

Columna 2

La segunda columna, llamada “Pilar”, nos dice el pilar del que viene la mejora, y como vemos en la **Ilustración 19** sólo nos deja introducir uno de los valores seleccionados para poder optimizar el filtrado de la información.



	Código (PASO)	Pilar	Actividad	Zona
5	Llen1100_1	AM	Equipos	LI
6	Llen1100_1	AM	Equipos	LI
7	Llen1100_1	AM	Equipos	LI
8	Llen1100_1	AM	Equipos	LI
9	Llen1100_1	AM	Equipos	LI
10	Llen1100_2	AM	Equipos	LI
11	Llen1100_2	PM	Equipos	LI
12	Llen1100_2	PQ	Equipos	LI
13	Llen1100_2	E&T	Equipos	LI
14	Llen1100_2	SHE	Equipos	LI
15	Llen1100_2	FI	Equipos	LI
16	Llen1100_2	AM	Equipos	LI

Ilustración 19. Vista de la columna 2 de la hoja de control

Columna 3

A esta columna la hemos denominado “Actividad”, y nos muestra la actividad de la que proviene la mejora que vamos a expandir. Como se puede ver en la **Ilustración 20**, sólo se pueden introducir ciertos valores por los motivos explicados anteriormente. Dichos valores son:

- 5 why
- Equipos
- Buenas prácticas

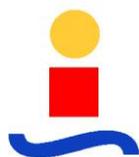
5 why, o metodología de los 5 porqués, es una de las herramientas de análisis más común de los equipos de mejora creados en la fábrica de Heineken

Equipos se refiere a los equipos de gestión autónoma, es decir, se integrarán en este grupo todas aquellas mejoras creadas por la actividad normal de la fábrica, incluyéndose en estas actividades:

- Limpieza e inspecciones
- Metodología 5s
- Propuestas de mejoras de los empleados
- Soluciones instantáneas a problemas surgidos, sin creación de equipo para la solución del mismo

Buenas prácticas se refiere a ideas copiadas de otras fábricas, bien mediante las visitas que los empleados de la fábrica de Sevilla realicen a otras fábricas de Heineken, de las auditorías, o de reuniones a nivel nacional o internacional de la compañía.

En muchas ocasiones, Heineken Internacional envía a todas sus fábricas del mundo una guía de las buenas prácticas que creen que se deberían realizar en alguna zona determinada en todas sus fábricas. Posteriormente, cuando



hablemos del equipo de reducción de turbios, veremos uno de estos documentos. Este documento llegó a la fábrica durante mi estancia allí, y el coordinador de TPM de la fábrica lo rellenó obteniendo unos resultados bastante positivos.

	Código (PASO)	Pilar	Actividad	Zona de origen	Área de origen	Fecha
16	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-
17	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-
18	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-
19	Llen1100_1	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-
20	Llen1100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-
21	Llen1100_2	AM	5 Why	Llenadora	B1100	S10-
22	Llen1100_2	AM	Buenas prácticas	Llenadora	B1100	S10-
23	Llen1100_2	AM	Equipos	Llenadora	B1100	S10-

Ilustración 20. Vista de la columna 3 de la hoja de control

Cuarta columna

En esta columna, denominada “Zona de origen”, se expresa la zona donde se ha realizado la mejora que se va a expandir. La información no puede ser acotada como en algunas de las columnas anteriores ya que en la hoja de control se expresan las mejoras de toda la fábrica, por lo que resulta inviable esta opción. Para optimizar el filtrado de la información nos apoyaremos en la opción de autorrellenado que Microsoft Excel trae por defecto en todas las versiones que son utilizadas actualmente.

Zona de origen	Área de origen
Empacado	B
Llenadora	B
Llenadora	B
Llenadora	B
Lavadora	B
Lavadora	B
Lavadora	B
Llenadora	B
Llenadora	B

Ilustración 21. Vista de la columna 4 de la hoja de control



Quinta columna

En esta columna, a la que se ha llamado “Área de origen”, se especifica el área de la fábrica en el cual se encuentra la zona donde está la mejora que se quiere expandir. Por ejemplo, si queremos expandir una mejora en el engrasador de la llenadora del tren 1100, la zona sería “llenadora” mientras que el área sería B1100, o en cambio si la mejora fuera el encauzamiento del desagüe de la centrífuga número 1 que se encuentra en cervecería, la zona sería centrífuga 1 mientras que el área sería centrífugas.

En esta columna volvemos a tener el problema de que no podemos acotar la información a ciertos valores, por lo que deberemos volver a valernos de la opción de autorrelleno de Microsoft Excel.

Área de origen	F
B1600	S
B1700	S

Ilustración 22. Vista de la columna 5 de la hoja de control

Sexta columna

Esta columna, denominada fecha de ejecución, nos muestra la fecha en la que se ha realizado la mejora que se desea expandir. Obviamente la información no se puede acotar, pero si podemos establecer un formato de



fechas que nos sirva y servirnos de las herramientas de filtrado de Microsoft Excel, así pues el formato elegido es el que se ve en la **Ilustración 23**

Fecha ejecuci	Z
S13-2009	
S18-2009	
S11-2009	
S12-2009	
S18-2009	
S11-2009	F
S11-2009	F
S11-2009	F
S16-2009	L
S16-2009	L

Ilustración 23. Vista de la sexta columna de la hoja de control

Séptima columna

La séptima columna, a la que hemos llamado zona de expansión, nos muestra la/s zona/s dentro del área de expansión a las que se van a expandir, en este caso pueden ser una o más. Para el filtrado se diferenciaron entre una o varias o todas. Si se expande a todas las zonas de un área se pondrá Todas, en cambio, si sólo se expande a una o varias se pondrá una fila por cada zona

Zona de expansión	A
Llenadora	E
Todas	E

Ilustración 24. Vista de la columna 7 de la hoja de control



Octava columna

La octava columna, a la que hemos llamado “Área de expansión” es análoga a la ya denominada anteriormente área de origen.

Área de expansión	F
E1200	
E1300	
E1400	
E1500	
E1200	
E1300	
E1400	
E1500	
E1600	
E1200	
E1300	
E1400	
E1500	
E1600	
E1200	
E1300	

Ilustración 25. Vista de la columna 8 de la hoja de control

Novena y décima columnas

La novena y décima columnas las vamos a explicar conjuntamente, ya que aunque en expansión horizontal carecen de sentido, ya que el responsable de la expansión siempre será el comité de PM. El sentido de introducirlas fue la adaptación de este sistema de información a otros ámbitos: defectos de calidad, averías... donde ahí sí pueden ser útiles.



Responsable expansión	Departamen	F
Comité	PM	€

Ilustración 26. Vista de las columnas 9 y 10 de la hoja de control

Undécima columna

Esta columna, llamada fecha de expansión horizontal, es uno de los indicadores del sistema de información, más en concreto del diseño de los flujos de información, ya que nos muestra la fecha en la que se aprueba la expansión por el comité y como anteriormente teníamos la fecha de realización de la mejora de origen, podemos ver el tiempo que transcurre desde el inicio del flujo de información hasta el final, resultado que se comentará con posterioridad.

Fecha de expansi	E
S10-2009	F
S11-2009	F

Ilustración 27. Vista de la columna 11 de la hoja de control

Duodécima columna



En esta columna se muestra el estado de la expansión: rechazada, realizada y propuesta. Esta columna será básica para sacar las conclusiones sobre el sistema de información como se verá más adelante.

Estado expansión	
Realizada	
Realizada	
Realizada	
Realizada	
Propuesta	
Propuesta	
Propuesta	
Propuesta	

Ilustración 28. Vista de la columna 12 de la hoja de control



5.3. Equipo de reducción de mermas de cerveza en bodegas

5.3.1. Definición del problema de mermas en bodegas

Tras el análisis de los resultados del año 2009, se contempla que el valor de mermas de extracto en ese mismo año es de un 10,4%, siendo el objetivo de un 9,07%, obteniéndose un gap de un 1,33%. He de aclarar que se denominan mermas de extracto a la diferencia entre el máximo de cerveza que se puede obtener según la receta empleada con respecto a lo obtenido realmente.

Normalmente se expresa por porcentaje representando éste la pérdida de eficiencia del proceso de producción de cerveza. Ésta pérdida de eficiencia puede venir tanto por fugas como por desvíos del óptimo en los diferentes procesos del trasvase, por el no cumplimiento del estándar de calidad o por no conseguir sacarle todo el jugo a la materia prima empleada.

Alcanzar el óptimo es prácticamente una utopía, es por ello por lo que hay que fijar un objetivo de mermas, el cual se irá reduciendo año tras año, por lo que realmente muestra lo bien o mal que lo están haciendo los diferentes grupos de trabajos es el gap, es decir, la diferencia entre la realidad y el objetivo establecido.

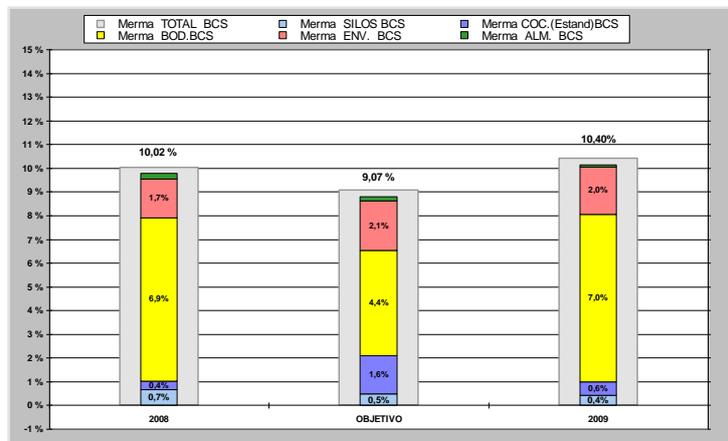


Ilustración 29. Distribución mermas 2008 y 2009

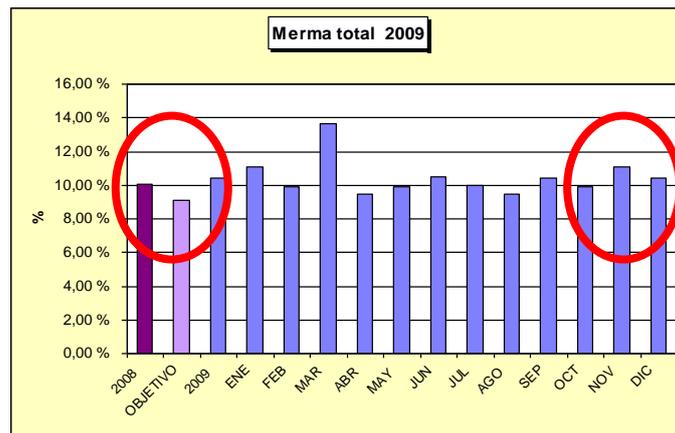


Ilustración 30. Mermas 2009

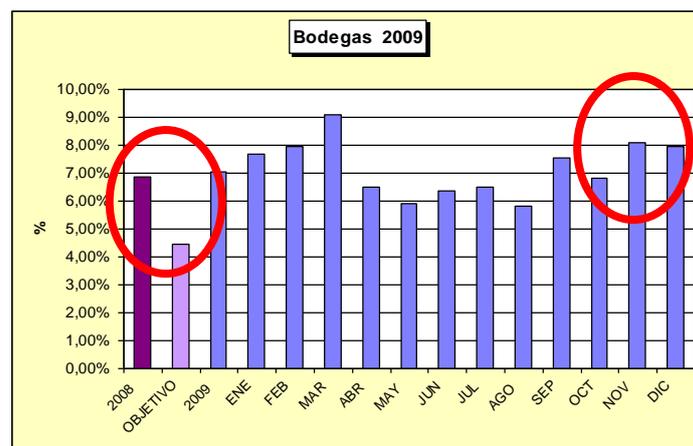


Ilustración 31. Mermas bodegas 2009

OBJETIVO:

El objetivo de nuestro grupo de trabajo será el de consolidar y reducir los valores de mermas de extracto en las Bodegas (Secciones de fermentación y guarda) de tal forma que se alcancen los valores marcados como objetivos. Es decir, conseguir un gap menor o igual que cero.

Pero además de conseguir los resultados anteriormente expuestos, hemos de intentar alcanzarlos mediante un método que haga sostenible el mantenimiento de dichos resultados.

Esto último hará que los resultados del equipo de trabajo no puedan ser valorados completamente hasta el análisis del año 2010, que se hará a principios del 2011.



Mermas exto, %	Oct-09	Nov-09	Dic-09	Q4-2009		OBJETIVO YTD- Abril 2010
Bodegas	6,83	8,10	7,95	7,55		6,5

Ilustración 32. Antecedentes de mermas en bodegas

NOTA: Este equipo es paralelo al creado para la sección de filtración y BBT, compartiendo objetivo.

Por razones de operatividad, le reducción de mermas de extracto en bodegas se ha escindido en los dos procesos mayoritarios que lo componen.

5.3.2. Componentes del equipo

La filosofía TPM dice que los equipos de trabajo han de estar formados por personas pertenecientes a todas las áreas que estén involucradas en la mejora que se quiera implantar. En este caso, como se puede observar, el equipo estará compuesto por miembros de cervecería, de calidad, de ingeniería (mantenimiento) y un miembro de TPM que soy yo, y que además de participar en las reuniones y en las diferentes toma de decisiones, me encargaré que la forma de trabajo del grupo se ciña a la filosofía TPM.

Como se ve el equipo es multidisciplinar. La creación del mismo corre a cargo de la dirección de la fábrica:



Componentes	Departamento
Paco Ferrete*Líder	Cervecería
Inmaculada Fernández	Cervecería
Luis Aparicio	Cervecería
M ^a Carmen Gutiérrez	Calidad
Juan Avilés	Cervecería
Antonio Dali	Calidad
Armando Rivero	Ingeniería
Juan Carlos Álvarez	TPM

Ilustración 33. Componentes del equipo

5.3.3. Pasos del método

En la **Ilustración 34** se muestra la ruta de trabajo establecida por Heineken Internacional para todas sus fábricas en el mundo. Obviamente, este será el método que se siga y del cual yo he de encargarme de su cumplimiento.

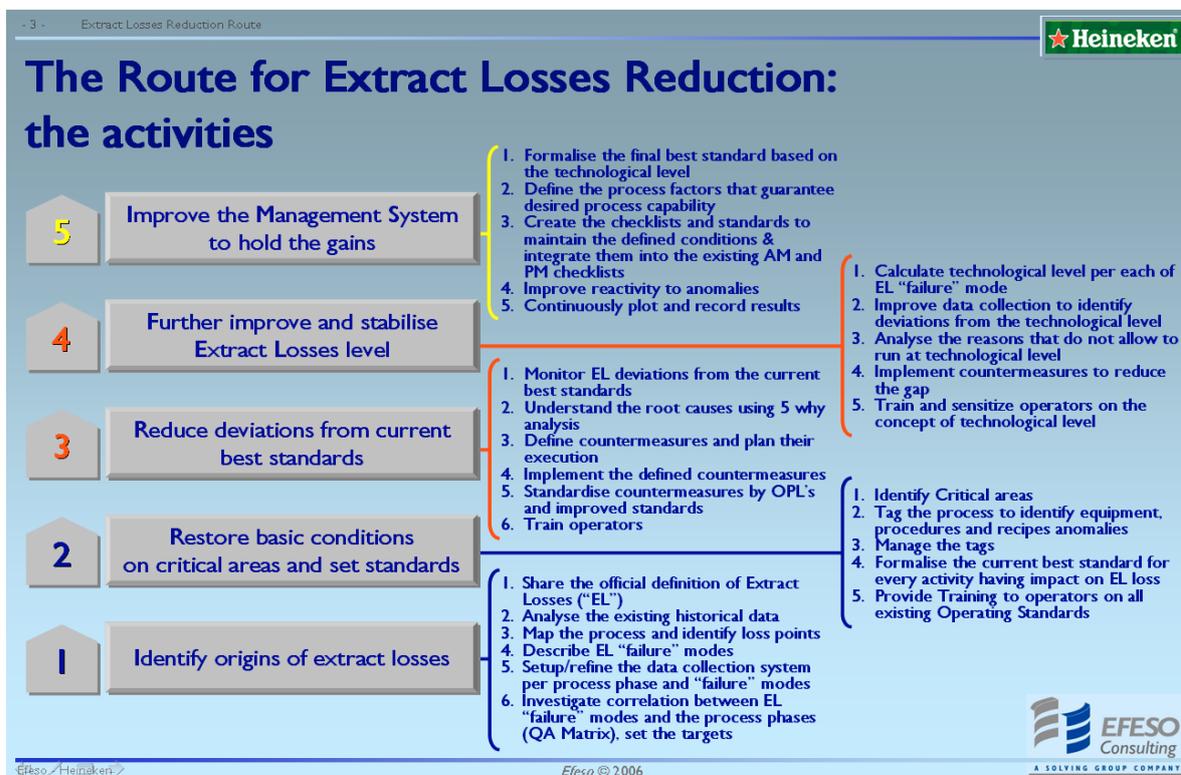


Ilustración 34. Pasos del método de reducción de mermas



5.3.4. Zonas críticas y plan de acción

Como se puede ver por el método, una de las primeras acciones que hay que realizar es la confección de un plan de acción, donde se mostrarán las principales actuaciones que el equipo de trabajo deberá llevar a cabo y cuándo deberán realizarse. Esto se muestra en la **Ilustración 35**

Áreas críticas y Plan de acción general : Reducción mermas en bodegas (fermentación y guarda)		Semana	Status	Resultado
Fermentación	Calibrar los caudalímetros de mosto frío	S08	Realizado	OK
	Chequeo visual de los cambios drenaje-tanque y tanque-drenaje en el llenado de los tanques de fermentación	S08	Realizado	OK
	Disminuir el volumen de los mostos CC	S18	En ejecución	PENDIENTE
	Contrapresionar los tanques de fermentación 12 horas después de cerrarse	S18	En ejecución	PENDIENTE
	Cosechas en automático durante el fin de semana	S06	Realizado	Cosechas en automático
	Estandarizar el volumen de cosecha independientemente del destino de la misma (a tina o a desecho)	S06	Realizado	Unificación de recetas
Guarda	Calibrar los medidores de turbidez de levadura	S07	Realizado	OK
	Estandarizar el momento de la purga a filtro	S07	Realizado	estandar creado
	Estandarizar el volumen de la purga a filtro	S07	Realizado	estandar creado

Ilustración 35. Plan de acción del equipo de reducción de mermas en bodegas

5.3.5. Análisis 5 porqués

En ocasiones alguna de las acciones programadas en el plan de acción resulta difícil de ejecutar, no pudiendo el equipo en ese caso decidir cómo llevarlo a cabo sin realizar un análisis.

Existen diferentes tipos de análisis que se pueden realizar y todos ellos enmarcados en la filosofía TPM, la elección de uno de ellos depende de la empresa. En Heineken, el análisis más extendido y para el cual se ha formado a sus empleados es el análisis causa-raíz o análisis “cinco porqués”.

La técnica de los cinco por qué es una forma de encontrar el verdadero significado de un problema, y evitar así plantear soluciones débiles ante este.

Es una serie de preguntas realizadas sistemáticamente, utilizadas para buscar las posibles causas principales de un dato, una situación, oportunidad o problema.

Los fabricantes japoneses de los años setenta adoptaron la costumbre de preguntar “por qué” cinco veces, cuando descubrían un importante problema de producción o distribución, ya que pensaban que las causas se encontraban por lo menos cuatro niveles por debajo de la superficie.



La técnica requiere que el equipo pregunte “Por Qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responde “Por Qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

Durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema, los miembros de un equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas. Esto podría resultar en la falla de un equipo en identificar las causas principales más probables del problema debido a que el equipo ha fallado en buscar con suficiente profundidad.

Parece simple, pero es un trabajo a conciencia y que puede llegar a costar más de lo que aparenta. Si bien es un ejercicio para practicar en grupo, una buena forma es acostumbrarse a usar la técnica de manera individual.

Los objetivos de la técnica de los cinco por qué son:

- Descubrir información vital de modo sistemático
- Analizar causas ocultas
- Desarrollar preguntas perspicaces que requieren soluciones

Se aplica para:

- Diagnóstico
- Solución de conflictos
- Toma de decisiones

Los pasos de dicha técnica son:

- **Paso 1:** Identifique el dato, la oportunidad, problema o situación
- **Paso 2:** Pregunte el por qué del dato , de la oportunidad, del problema o de la situación
- **Paso 3:** Pregunte por qué respecto de la respuesta dada en el primer porqué
- **Paso 4:** Pregunte por qué respecto de la respuesta dada en el segundo porqué
- **Paso 5:** Pregunte por qué respecto de la respuesta dada en el tercer porqué
- **Paso 6:** Continúe este proceso hasta que llegue a un punto donde se vislumbre una idea o solución creativa posible
- **Paso 7:** Analice e intérprete los resultados



Ésta es una pequeña introducción a la técnica de los cinco por qué. En los equipos de mejora se usaba cuando existía algún dilema. Gracias a esta técnica se ponía de acuerdo a todos los miembros del equipo, aunque el responsable del análisis sería el responsable del área donde había que implantar la mejora.



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza

Análisis de las causas raíz							Nº DE DEFECTO:	AD001			
Fecha defecto:	25/01/2010	Area: CERVECERIA	Zona:	BODEGA	Área GA:	N/A	Componente (TAG Number)	N/A			
Fecha análisis:	02/02/2010	Defecto (Descripción):	REDUCCION MERMAS EXTRACTO EN CERVECERIA: BODEGAS FERMENTACION Y GUARDA					Tiempo de parada:	N/A		
Análisis realizado por: Inmaculada Fernandez Coca				¿Participa personal del departamento? Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Quién?: Juan Aviles Rosales							
Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Causa raíz	Plan de acción	Fecha	Responsable	Departamento		
los volúmenes de cosecha son variables	diferente volumen de las cosechas destinadas a desecho y las destinadas a tinas	en función del destino de la levadura arranca con una receta u otra	no estan estandarizadas		NO HAY ESTANDAR	igualar el volumen de cosecha de levadura independientemente de su destino	S06	IFC	CERVECERIA		
purgas a filtro excesivas	la turbidez durante la purga es muy alta	los medidores de turbidez no miden correctamente	no están calibrados			calibrar los medidores de turbidez de la salida de los tanques	S07	ARR	INSTRUMENTACIÓN		
	el momento de la purga a filtro es variable	no está estandarizado el momento de la purga a filtro	falta estandar		NO HAY ESTANDAR	crear estandar del momento de la purga a filtro	S07	IFC	CERVECERIA		
	el volumen de la purga a filtro no está estandarizado	no hay estandar del momento de la purga a filtro			NO HAY ESTANDAR	crear estandar del volumen de la purga a filtro	S07	IFC	CERVECERIA		
En el balance de materia del tanque de fermentación, la entrada y la salida no son equivalentes	Entra menos mosto en el tanque de lo que decimos que entra	los caudalímetros de mosto no mide correctamente	no esta calibrado			calibrar los caudalímetros de mosto frio	S08	ARR	INSTRUMENTACIÓN		
		en el empuje inicial se tira mosto al drenaje	el tiempo que tarda la valvula drenaje en cerrar y la del tanque en abrir es demasiado			chequeo visual de los cambios drenaje-tanque y tanque-drenaje en el llenado de los tanques de fermentación	S08	AD/BMM	CALIDAD/CERVECERIA		
	perdemos volumen durante el proceso de fermentación guarda	espumean los tanques	no estan suficientemente contrapresionados			pendiente	empezar a contrapresionar los tanques 12 horas despues de cerrarse	en curso	IFC	CERVECERIA	
			por sobrellenado de los tanques	el volumen de cada mosto es demasiado alto para esta fermentación		pendiente	Cambiar la receta de cc y disminuir el volumen de mosto frio	en curso	BMM/IFC	CERVECERIA	
	sale mas levadura de cosecha de la que decimos que sale	cosechas irregulares en volumen	los tanques no se cosechan en su momento	no se hacen las cosechas en automatico		SISTEMA EN SEMI-AUTOMÁTICO	empezar a hacer las cosechas en automático durante el fin de semana	S06	IFC	CERVECERIA	
		los caudalímetros de levadura no miden correctamente		no estan calibrados		pendiente	calibrar los caudalímetros de levadura	en curso	ARR	INSTRUMENTACIÓN	

Ilustración 36. Análisis Causa-Raíz

5.3.6. Flujo de materia

En la **Ilustración 37** observamos un análisis de carácter cualitativo de dónde se producen las mermas de cerveza. El hecho de que sea cualitativo y no cuantitativo es porque independientemente del peso de cada punto, era necesario atajar todas las mermas. Es por ello por lo que el análisis se hace cualitativo.

Además podemos observar que se añade la forma de control de dicha pérdida. Esto se añadirá posteriormente a los estándares de limpieza y lubricación si fuera el caso, al de inspección o, en caso de que fuera una acción puntual, al Master Plan o Plan Maestro de la fábrica para la posterior realización de la misma por parte del responsable.

Aquí podemos ver lo que ya se comentó anteriormente, que no todas las pérdidas han de venir de fugas, sino que también pueden provenir de fallos del utillaje de instrumentación (caudalímetros) o por errores en ciertas operaciones de trasvase como pueden ser el volumen de cosecha de levadura o el volumen de purga de la levadura. Esto ocurrirá en todas las áreas, como se verá en los siguientes equipos de mejora, con las diferentes operaciones de trasvase y cosecha que se han de realizar para la producción de cerveza desde el cocimiento de la malta hasta el envasado de la cerveza.

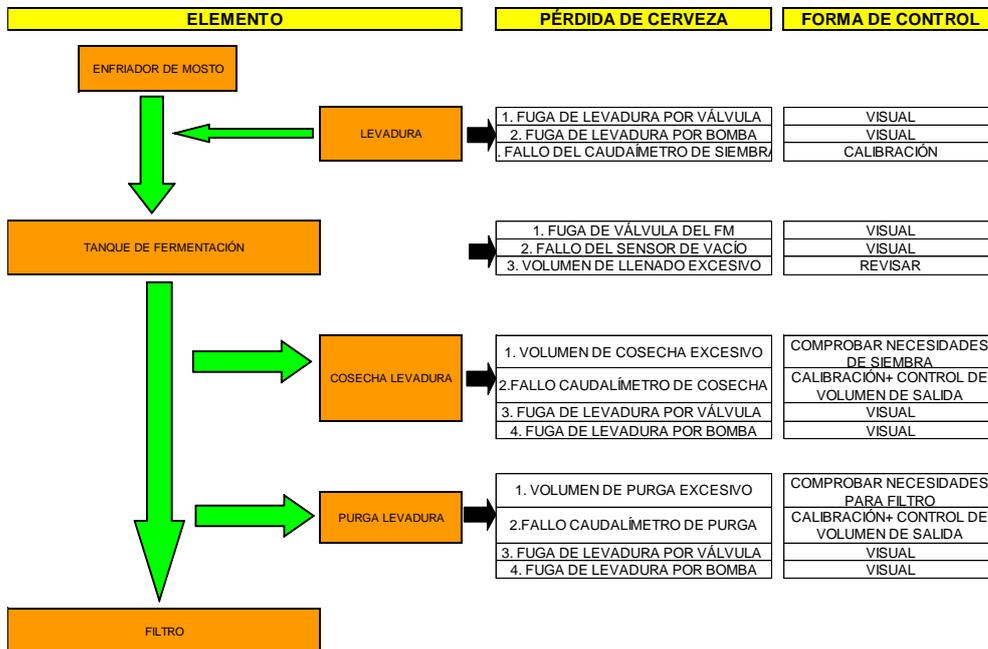


Ilustración 37. Flujo de materia descriptivo en bodegas



5.4. Equipo de reducción de mermas de cerveza en cocimiento

5.4.1. Definición del problema de reducción de mermas en cocimiento

El valor de las mermas de extracto en 2009 fue de un 10,4%, siendo el objetivo de 9,07 (gap de 1,33%). La distribución por secciones de cervecería muestra un valor en silos y cocimiento que, si bien numéricamente no presenta gap, es patente una falta de solidez de los datos que afecta al resto de las secciones.

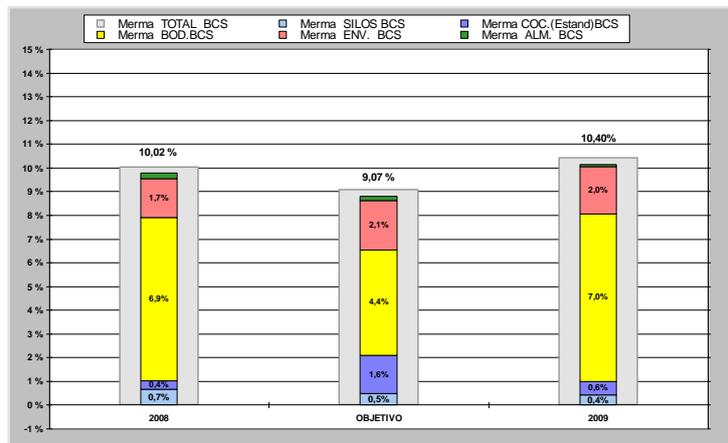


Ilustración 38. Desglose de mermas en 2008 y 2009

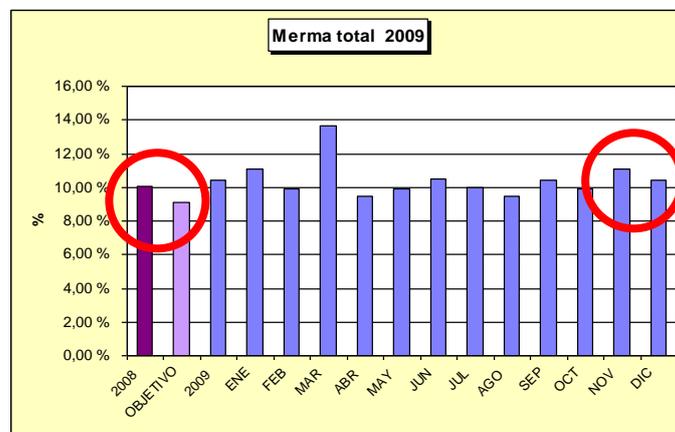


Ilustración 39. Mermas 2009

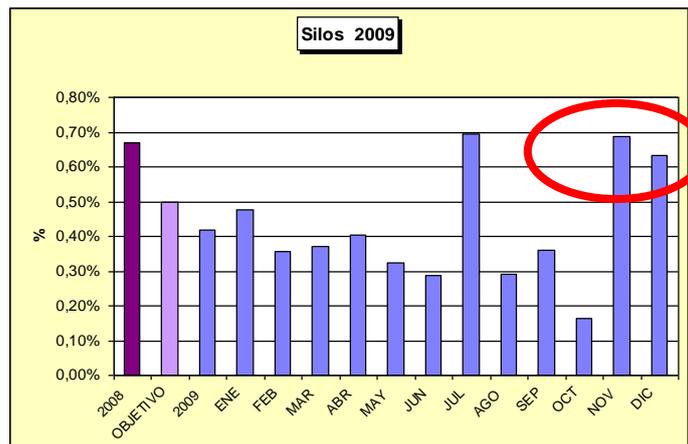


Ilustración 40. Merms en silos en 2009

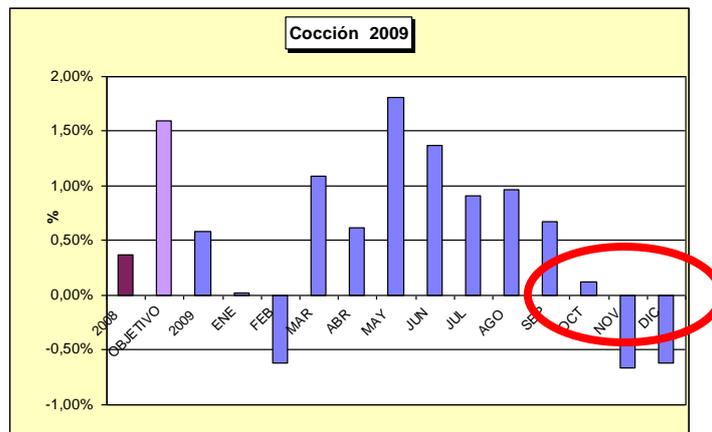


Ilustración 41. Merms en cocción en 2009

OBJETIVO:

Consolidar los valores de merms de extracto en Silos y Cocimiento, de manera que se alcancen los valores establecidos como objetivo:



	Oct-09	Nov-09	Dic-09	Q4-2009		OBJETIVO EQUIPO	
	Merma exto %	Merma exto %	Merma exto %	Merma exto %	Max. variación	Merma exto % YTD	Max. Variación YTD
Silos	0.16	0.69	0.63	0.34	0,53	0,5	0,25
Cocimiento	0.13	-0.66	-0.162	-0.25	0,79	1,5	0,4
SUMA	0.29	0.03	0.47	0.09		2,0	

Ilustración 42. Antecedentes mermas en Silos y Cocimiento

5.4.2. Componentes del equipo

Componentes	Departamento
Paco Ferrete*Líder	Cervecería
Belén Manzano	Cervecería
Luis Aparicio	Cervecería
M ^a Carmen Gutiérrez	Calidad
Juan Avilés	Cervecería
Antonio Dali	Calidad
Armando Rivero	Ingeniería
Juan Carlos Álvarez	TPM

Ilustración 43. Componentes del equipo

5.4.3. Pasos del método

Los pasos del método a seguir son los mismos que se mostraron con anterioridad en el equipo de bodegas. Ver **Ilustración 34**

5.4.4. Áreas críticas y plan de acción



Áreas críticas y Plan de acción general : Reducción mermas en silos y cocimiento		Semana	Status	Resultado
Silos	Control pesada materias primas	7	Realizado	OK
	Control datos analíticos (°P y humedad)	08-ene	Realizado	Humedad elevada en maíz
	Control bascula salida a cocimiento y desecho	9	Realizado	Correcta pesada. En estudio contabilización
Cocimiento	1. Entrada materia prima			
	Control basculas (calibracion y recogida datos)	12	Realizado	
	Control molinos (molienda y aparición granos enteros)	12 en adelante	Realizado	
	2. Proceso cocimiento			
	Control °P en mosto (medida en línea, laboratorio y estandar)	10	Realizado	correctas medidas Eliminado microdilucion Ver Kaizen
	Proceso: cuba filtro (aguas lavado, cortes bajos, extraccion, bagazo)	S15	En ejecucion	Realizado visita Huppmann
	Proceso: whirlpool (separacion trub, perdida volumen,...)	S15	En ejecucion	Realizado visita Huppmann
	Empujes mostos (densímetros, volúmenes estandar,...)	12 en adelante	Realizados	

Ilustración 44. Plan de acción de equipo de reducción de mermas en cocimiento

5.4.5. Análisis 5 porqués



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza

Análisis de las causas raíz							Nº DE DEFECTO:	AD001		
Fecha defecto:	25/01/2010	Area: CERVECERIA	Zona: CERVECERIA	Área GA:	N/A		Componente (TAG Number)	N/A		
Fecha análisis:	02/02/2010	Defecto (Descripción): <u>REDUCCION MERMAS EXTRACTO EN CERVECERIA: AREA DE COCIMIENTO</u>					Tiempo de parada:	N/A		
Análisis realizado por:				¿Participa personal del departamento? Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Quién?:						
Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Causa raíz	Plan de acción	Fecha	Responsable	Departamento	
Error en el cómputo de materia prima durante los finales de silo por atasco en báscula	Necesidad de intervención manual por parte del operador	Las pesadas manuales no se reflejan en el sistema	Parametrización insuficiente desde el comienzo del uso del programa		Cómputo incompleto de la salida de material al final del silo causada por atascos (METODO)	Automatización del control de báscula cuando se atasca al finalizar el silo	Sem 14	ARR	Mantemnto.	
Valor elevado de Extracto en bagazo de salida	Presencia de numerosos granos enteros sin moler	Molienda defectuosa	Mal ajuste de rodillos y caudal de humidificación		Parametrización obsoleta no adaptada el nuevo tipo de grano (METODO)	Ajuste de rodillos y diferentes pasos de molienda al nuevo tipo de malta	Sem 15	BMM	Cervecería	
			Entrada de agua insuficiente durante el acondicionamiento del grano	Restos de cloruro cálcico acumulados tras la dosificación en molino	Poros de salida de agua atorados por calcificaciones (MATERIAL)	Cambio del punto de dosificación a línea de salida de mezcla	Sem 7	ARR	Mantemnto.	
	Lavado insuficiente del bagazo durante los últimos pasos de filtración de mosto	Cantidad o momento incorrecto de entrada de aguas de lavado	Cambios en la receta para mejorar el número de cortes bajos		Lavado defectuoso del bagazo (METODO)	Ajuste de estándares de entrada de agua de lavado según receta	Sem 14	BMM	Cervecería	
Valor elevado de extracto en últimas aguas de lavado	Numerosos cortes bajos durante la filtración de mosto	Poca filtrabilidad de la materia prima			Baja filtrabilidad de la materia prima (MATERIAL)	Acuerdo con proveedor para plan de mejora del producto en este sentido	Sem 13	FFA	Cervecería	
		Posicionamiento incorrecto de las cuchillas durante filtración y cortes bajos	Cambios en los volúmenes filtrados pero no en el comportamiento de las cuchillas	Falta de estándares y formación	Ejecución incorrecta de la posición de las cuchillas durante la filtración (METODO)	Ajuste de posicionamiento de las cuchillas según el material a filtrar	Sem 14	BMM	Cervecería	
Registro de datos incorrecto	Valores de °P registrados a valor real	Se usa directamente el valor reportado por el sistema			Registro de datos de forma diferente al resto de las Fábricas (METODO)	Registro de °P de mosto frío a valor estándar	Sem 5	LAB	Cervecería	

Ilustración 45. Análisis Causa- Raíz

5.4.6. Flujo de materia

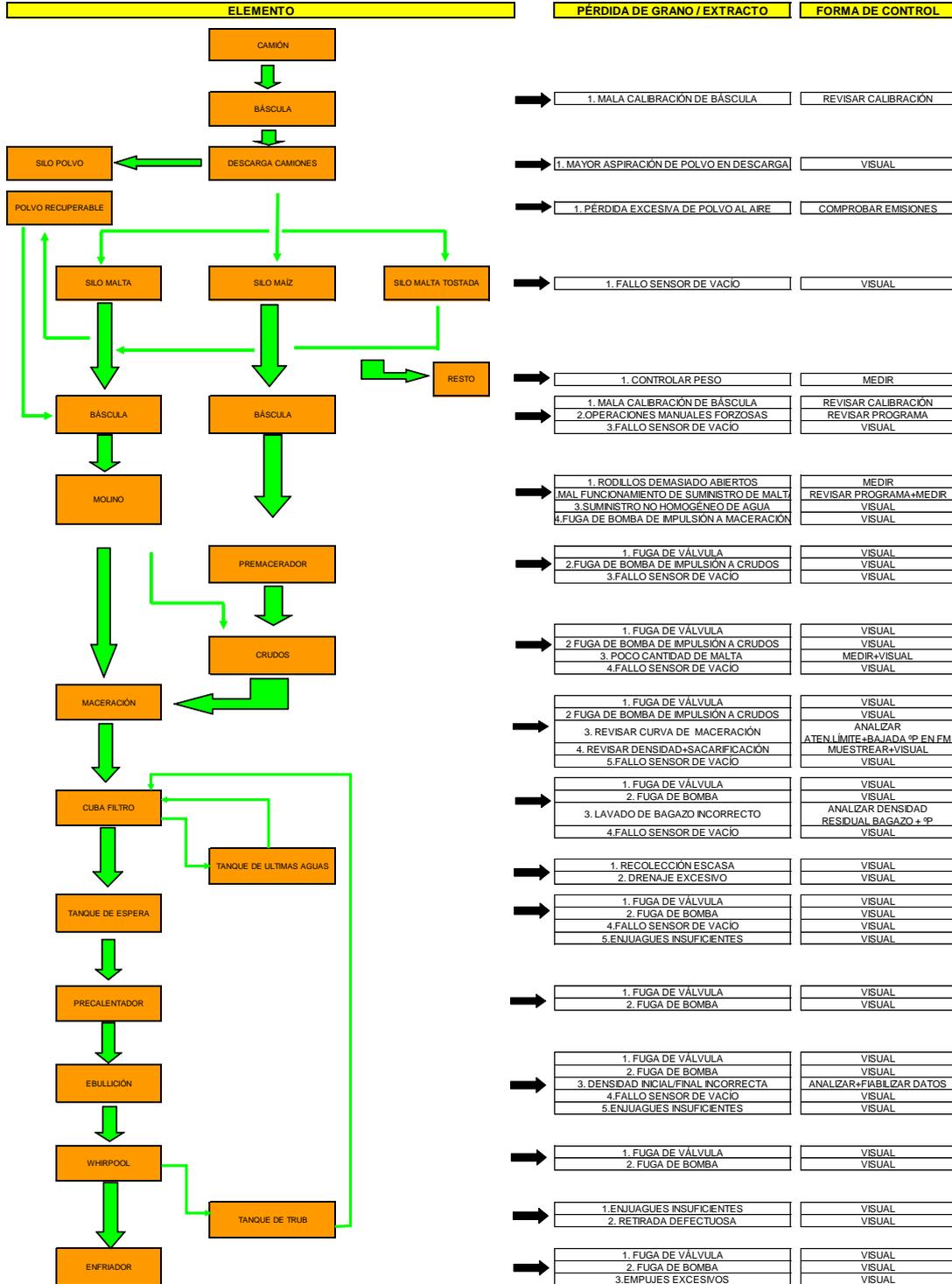


Ilustración 46. Flujo de materia descriptivo de cocimiento



5.5. Equipo de reducción de mermas de cerveza en filtración y BBT

5.5.1. Definición del problema de mermas en filtración y BBT

ORIGEN:

- El valor de mermas extracto en 2009 es de 10,4%, siendo el objetivo de 9,07 (gap de 1,33%)
- La distribución por secciones de cervecería muestra un valor de mermas muy elevado en Bodegas

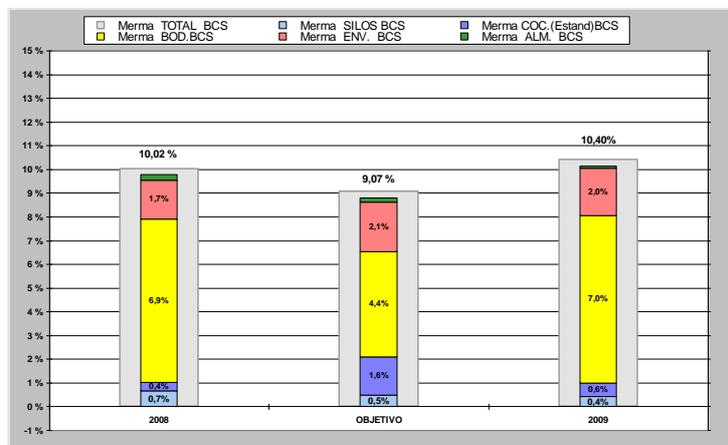


Ilustración 47. Desglose mermas en 2008 y 2009

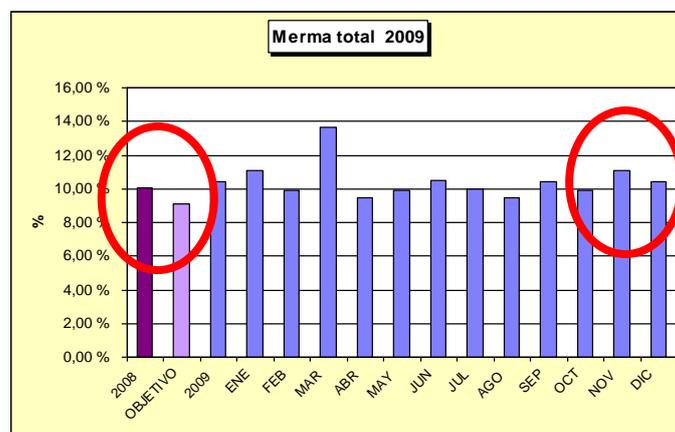


Ilustración 48. Mermas 2009

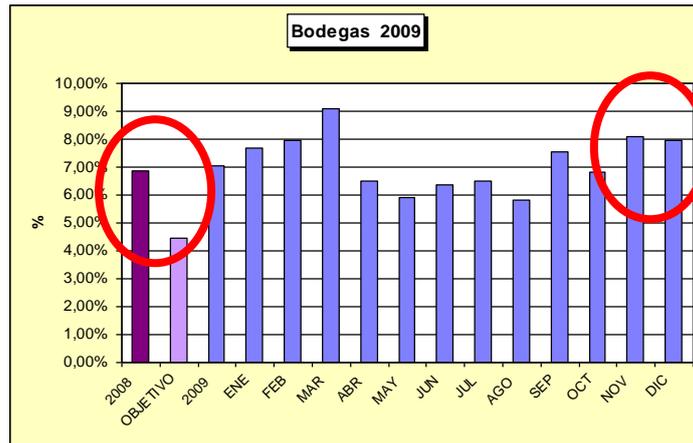


Ilustración 49. Merms bodegas 2009

OBJETIVO:

Consolidar y reducir los valores de merms de extracto en Bodegas – Sección filtración y BBT, de manera que se alcancen los valores establecidos como objetivo:

Merms exto, %	Oct-09	Nov-09	Dic-09	Q4-2009		OBJETIVO YTD- Abril 2010
Bodegas	6,83	8,10	7,95	7,55		6,5

NOTA: Este equipo es paralelo al creado para la sección de fermentación y guarda, compartiendo objetivo.

Por razones de operatividad, le reducción de merms de extracto en bodegas se ha escindido en los dos procesos mayoritarios que lo componen.

5.5.2. Componentes del equipo



Componente	Departamento
Paco Ferrete*Líder	Cervecería
Sergio Flores	Cervecería
Luis Aparicio	Cervecería
M ^a Carmen Gutiérrez	Calidad
Antonio Dali	Calidad
Armando Rivero	Ingeniería

Ilustración 50. Componentes del equipo

5.5.3. Pasos del método

Los pasos del método a seguir son los mismos que se mostraron con anterioridad en el equipo de bodegas. Ver **Ilustración 34**

5.5.4. Áreas críticas y plan de acción general de filtración y BBT

Áreas críticas y Plan de acción general : Reducción mermas en bodegas (filtración y BBT)		Semana	Status	Resultado
Filtración	Empujes desde guarda		Realizado	OK
	Volumen empuje y consignas en equipos (turbio)		Realizado	OK
	Volúmenes caudalímetros		Realizado	OK
	Centrifugas		Iniciada gestión autónoma	
	Operación en general (turbio entarda, descargas,...)	s21	En estudio	Visita técnico
	Volumenes descargados		En estudio	Visita técnico
	Filtro			
	Proceso filtración (presiones, caudales,...)	s15	En estudio	Visita técnico
	Cabezas-colas (°P)	s11	Realizado S11	Vuleta a origen S12
	Cerveza a drenaje		Realizado S11	Vuleta a origen S12
	Volumenes finales y caudalímetros		Realizado S11	OK
BBT	BBT			
	Empujes desde filtro	s12	Realizado	OK
	Volumenes salida a envasado y caudalímetros		Realizado	OK

Ilustración 51. Plan de acción de equipo de reducción de mermas en filtración y BBT

5.5.5. Análisis 5 porqués



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



Análisis de las causas raíz								Nº DE DEFECTO:		
Fecha defecto:		Zona/Línea:	Máquina:	BODEGA-FILTRO	Área GA:	N/A	Componente:	N/A		
Fecha análisis:	01/03/2010	Defecto (Descripción):	MERMAS ALTAS EN BODEGA					Tiempo de parada:		
Análisis realizado por: Francisco Ferrete, Luis Aparicio, M ^o Carmen Gutierrez, Sergio Flores, Armando Rivero, Antonio Dali				¿Participa personal del departamento? Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Quién?: Sergio Flores						
Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Porqué ?	Causa raíz	Plan de acción	Fecha	Responsable	Departamento	
Se tira demasiada cerveza al drenaje en los arranques de filtro	Volumenes de empujes iniciales en pasillo no óptimos	Valores incorrectos en el cálculo de volumen de empuje	No se han comprobado los volúmenes reales visualmente		Volumenes no ajustados	Comprobar visualmente los empujes iniciales (mirilla)	S.10	Antonio Dali	Cervecería	
						Calibrar los turbidímetros que tenemos en línea para poder trabajar por volumen y turbidez	S.11	Armando Rivero	Mantenimiento	
					Volumenes no ajustados	Correguir los valores de cálculo de volumen	S.14	Sergio Flores	Cervecería	
					Volumenes no ajustados	Poner un volumen máximo de purga de cerveza en los empujes iniciales	S.18	Sergio Flores	Cervecería	
		Exceso de volumen en los empujes iniciales de los pasillo por gran cantidad de levadura en suspensión	El tiempo de purga antes de filtración no es correcto			Volumenes no ajustados	Estandarizar momento de purga FM antes de filtración	S.14	Sergio Flores	Cervecería
	Volumenes de empujes iniciales main no óptimos	El control de cambio de empuje de cerveza del drenaje al tampón no es correcto	Es dependiente de la conductividad, un volumen prefijado y un tiempo				Comprobar calibración de los conductímetros	S.10	Armando Rivero	Mantenimiento
						Volumenes no ajustados	Cambiar valor de conductividad para meter la cerveza antes en el tampón	S.10	Sergio Flores	Cervecería
						Volumenes no ajustados	Dejar de controlar este empuje por volumen, pero poner un volumen máximo para impedir pérdidas por problemas de medida en conductímetro	S.10	Sergio Flores	Cervecería
						Volumenes no ajustados	Eliminar control de tiempo.	S.10	Sergio Flores	Cervecería



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



Se tira demasiada cerveza al drenaje en la finalización de los filtro	Volúmenes de empuje final en los pasillos son incorrectos	Valores incorrectos en el cálculo de volumen de empuje	No se han comprobado los volúmenes reales visualmente		Volumenes no ajustados	Comprobar visualmente los empujes iniciales (mirilla)	S.13	Sergio Flores	Cervecería	
		El factor que multiplica al volumen de empuje incorrecto	No optimizado		Volumenes no ajustados	Comprobar valor y en su caso cambiarlo	S.14	Sergio Flores	Cervecería	
	Recupero poca cerveza del final de los filtros en el cabezas-cola	Volumen es incorrecto		Depende de la consigna de densidad parametrizada		Densidad demasiado alta	Revisar consigna y cambiar el valor de densidad para recuperar más cerveza	S.13	Sergio Flores	Cervecería
							Hacer curva de decremento de densidad con la finalización de filtros para saber hasta cuanto podemos bajar la densidad	S.12	Sergio Flores	Cervecería



5.5.6. Flujo de materia

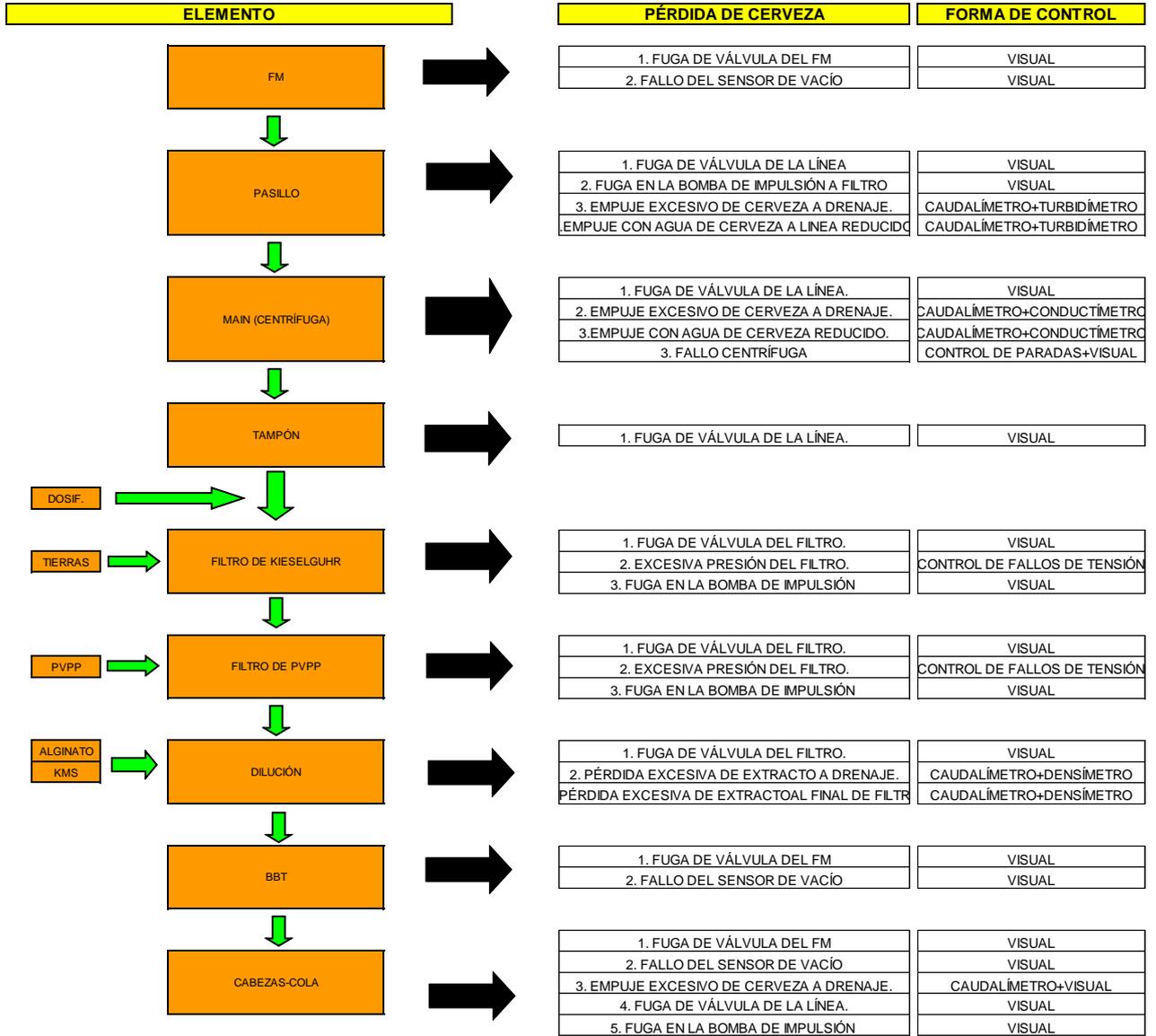


Ilustración 52. Flujo de materia descriptivo de filtración y BBT



5.6. Equipo de mejora de turbios en BBT en cerveza Cruzcampo

Compuestos formadores del turbio

Podemos decir que aproximadamente 80 % de los polifenoles que encontramos en el mosto provienen de la malta, mientras que el lúpulo es la segunda principal fuente de estas sustancias.

Como sabemos, polifenoles es un terma amplio, que se refiere a un gran número de sustancias, pero para nuestro estudio, podemos destacar dos tipos principales, que son los responsables más directos por la formación del turbio en la cerveza: los flavonoides y los taninos. El primer grupo, también muy grande, es constituido por monómeros que tienen la forma básica de la flavona. El segundo, tiene como monómero el ácido gálico. Ambos pueden variar en el tamaño de sus cadenas siendo más común en la cerveza los polifenoles flavonoides menores que su forma trímica, mientras que los taninos, podemos encontrarlos en cadenas mayores, de seis, ocho o más monómeros.

En la cebada, la testa es la principal fuente de polifenoles. Del lúpulo, podemos también tener cantidades importantes de estos compuestos, además de que los alfa y beta ácidos también pueden ser tomados como polifenoles que ayudan en la formación del turbio.

En estos compuestos, son los grupos OH los responsables por la actividad en la formación del turbio. Estos grupos forman enlaces de puente de hidrógeno con el oxígeno del enlace amídico de las proteínas y poliamidas. Con esto, tenemos que cuantos más grupos OH hay en el polifenol, más reactivo será esta sustancia para la formación de estos enlaces con las proteínas, y por eso más proteínas podrán aceptar, formando complejos mayores, con un peso molecular alto y con mayor facilidad a coagularse.

Los complejos Polifenoles/Proteínas en el proceso.

Inicialmente, en el mosto filtrado, tenemos una gran gama de componentes con los más variables pesos moleculares, siendo un número importante los de alto peso molecular soluble. Entre ellos, podemos decir que están las proteínas de alto PM juntamente con polifenoles flavonoides de forma tetra (o mayor) y taninos largos. Con el calentamiento y agitación del mosto



(hervor), gran parte de estos grandes compuestos van enlazarse formando complejos Proteína/Polifenol todavía más grandes. Por otro lado, las condiciones de alta temperatura del medio juntamente con el pH ideal para el punto isoeléctrico de gran parte de las proteínas presentes, hacen estos compuestos coagular con alta velocidad y facilidad (quedan sin agua de hidratación y sus cargas). En el caso de la ebullición del mosto, hay proteínas con peso molecular suficientemente grande que no necesitan unirse a un polifenol para coagulación, pero es verdad que los polifenoles son responsables por el aumento de la formación de los flocos. El comportamiento de los ácidos alfa y beta del lúpulo como polifenol nos explica a alta merma de estos compuestos con el trub caliente (grueso), ya que se unen a las proteínas y con los complejos pesados de polifenoles/proteínas.

Después del hervor del mosto, ciertamente tenemos mucha menos cantidad de polifenoles flavonoides mayores que su forma trímica y taninos muy largos. De este punto en adelante, tenemos compuestos con pesos moleculares que, o ya están case insolubles pero no con tamaño suficientemente grande para coagular en la temperatura del mosto caliente, o compuestos menores que necesitan todavía más enlaces con otros compuestos para formación de un coágulo. Los primeros se insolubilizan a través de la disminución de la temperatura del mosto y suelen ser quitados después de algunas horas de fermentación por una purga en el tanque. Otra parte, que es formada durante la fermentación, también por el cambio de pH, son quitados en la maduración (bajas temperaturas y purgas antes de la filtración) y posteriormente en la filtración de la cerveza, donde la baja temperatura y el poder filtrante del medio (efecto criba, profundidad y adsorción) quitan con más fuerza los complejos enturbiantes.

Tenemos entonces en la cerveza pos filtrada, compuestos con PM medio/bajo, pero que tienen la capacidad de agruparse con el pasar del tiempo. Es lo que pasa con los flavonoides, que a través de su condensación en dímeros o trímeros, consiguen reunir una cantidad de grupos OH libres (activos) suficientes para enlazarse con un número importante de proteínas. Si estas proteínas también poseen un peso molecular medio, está formado un complejo que cada vez más tiene tendencia a insolubilizarse.

En la cerveza, podemos hablar que estos tipos de compuestos están cerca de la frontera entre soluble y insoluble. Mientras existan compuestos activos (con OH libres) para enlazarse con proteínas, estos complejos van aumentando de tamaño y número, pasando para el rango de los insolubles.



Un factor importante para que exista condensación de los flavonoides (formación de la forma dímica o trímica) es la presencia de oxígeno. Este, juntamente con iones cobre, son responsables por este proceso.

Los compuestos que van pasando al rango de insolubilidad en la cerveza dentro de la botella, producen como consecuencia el aumento de la turbidez de esta cerveza y alteraciones en sus características. Este hecho es agravado no sólo por la presencia del oxígeno pero también por el aumento de temperatura de la botella y de la agitación. Estos hacen con que compuestos todavía activos puedan encontrarse más fácilmente, aumentado el PM del coágulo.

Los coágulos en la realidad son más bien denominados geles. En soluciones coloidales, como la cerveza, la unión de los coloides en solución dan origen a geles que pueden o no sedimentar. Esto depende del tamaño del gel y de las sustancias que lo forman. En el caso de la cerveza, los geles contienen gran parte de proteínas que son hidrófilas y están unidas con cantidades importantes de moléculas de agua. Esto aumenta la capacidad de estos pequeños geles, ya case insolubles, de mantenerse en suspensión. Pero, con el aumento de su peso, estos geles empiezan a tener una fuerza resultante a bajo, por la acción de la gravedad, depositándose en el fondo de la botella como podemos observar en cervezas mala estabilizadas o con edad elevada.

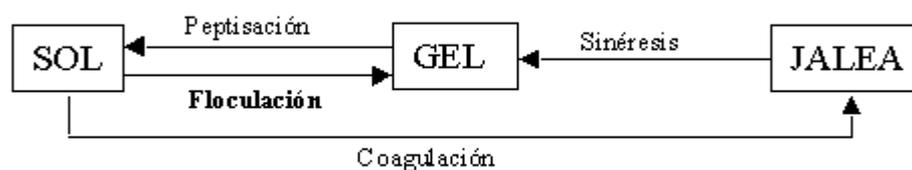


Ilustración 53. Esquema floculación/coagulación

El concepto de gel también es extendido a todos los turbios citados, como el de hervor, o trub grueso.



Es interesante mencionar que los azúcares también son encontrados en los turbios en cantidades importantes, y los de cadenas grandes ayudan en la formación de los coágulos.

5.6.1. Definición del problema de turbios en BBT

- Al hacer el despliegue de FTR en BBT correspondiente a Q4 se constata que el turbio en BBT presenta un importante GAP respecto al objetivo fijado (53 vs 74)

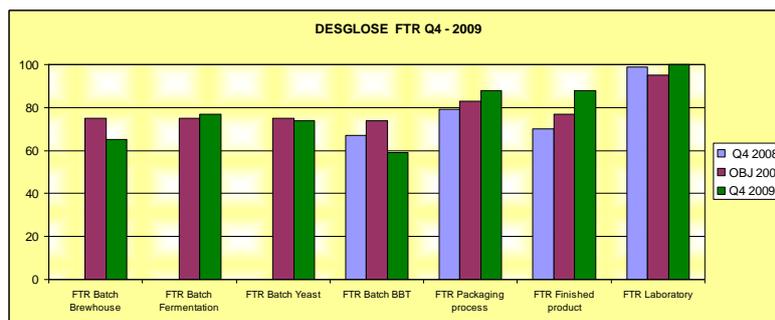


Ilustración 54. Desglose FTR Q4- 2009

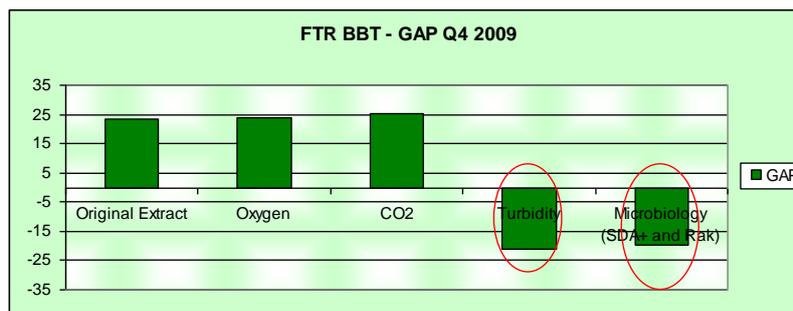


Ilustración 55. FTR BBT-GAP Q4 2009

- Adicionalmente, en enero 2010 se produce una situación excepcional, constatándose un aumento del valor de turbio en BBT muy por encima de especificaciones, centrado en cerveza CC:

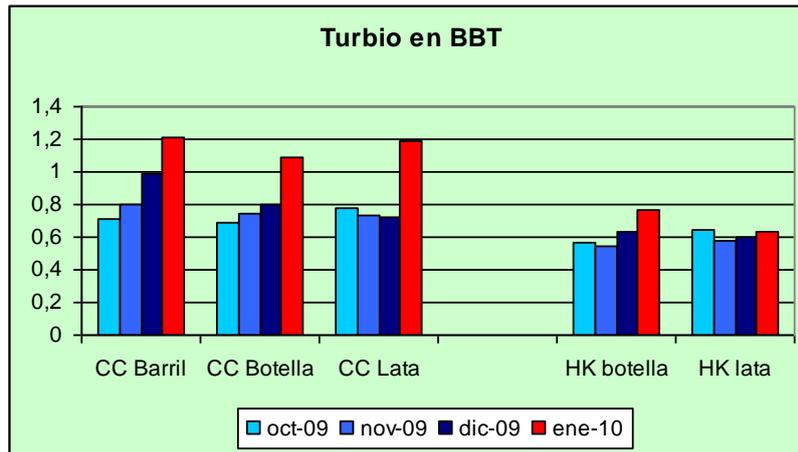


Ilustración 56. Turbio en BBT

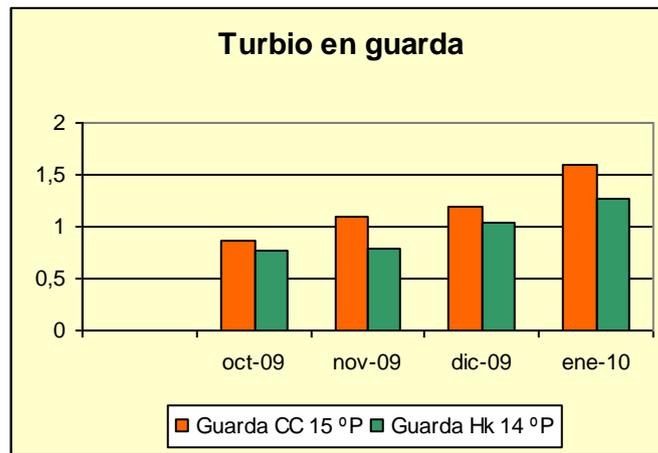


Ilustración 57. Turbio en guarda

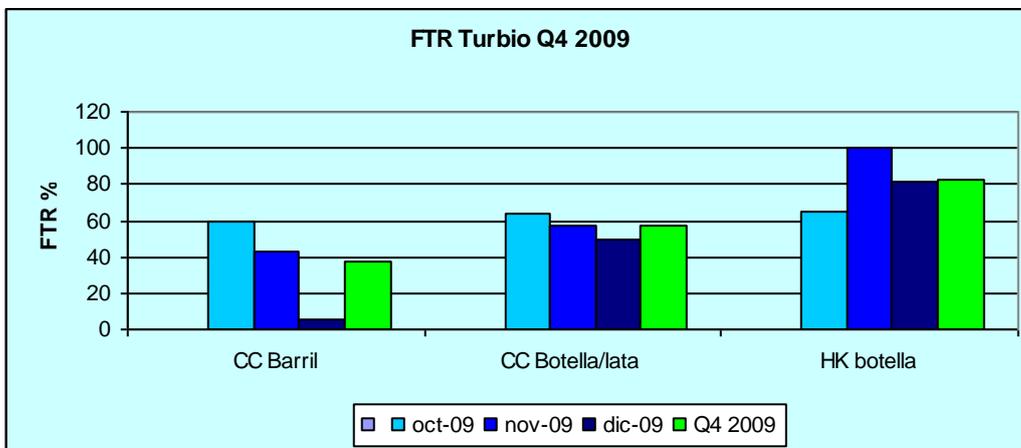


Ilustración 58. FTR Turbio Q4 2009

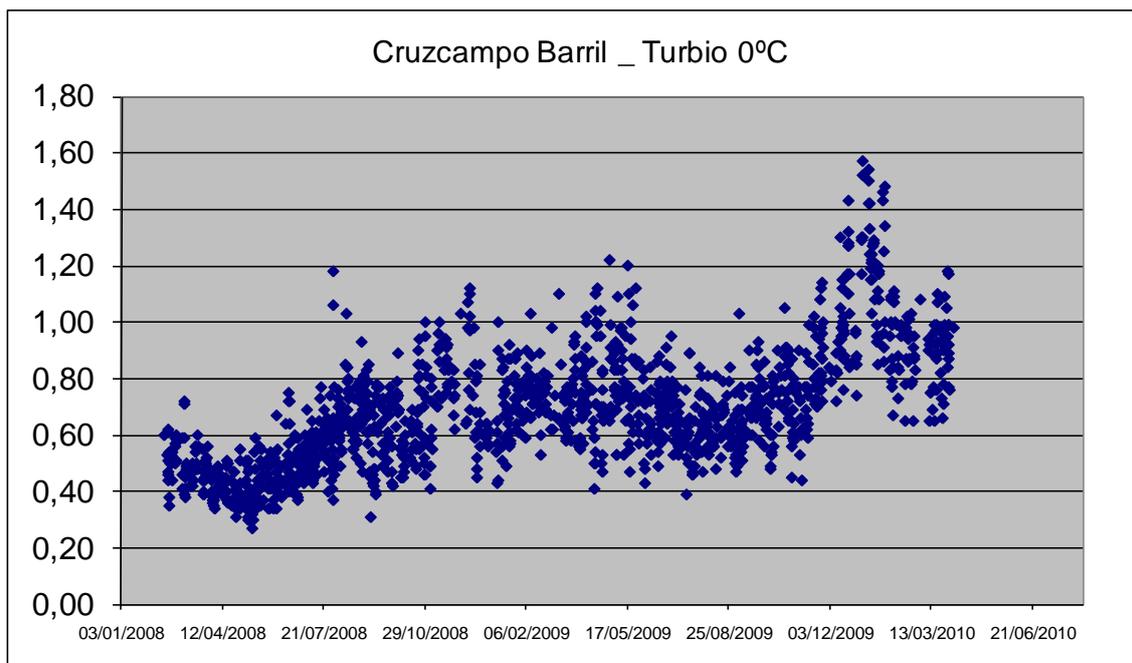


Ilustración 59. Turbio Cruzcampo Barril a 0°C

5.6.2. Componentes del equipo

Componente	Departamento
M ^a Carmen Gutiérrez*Líder	Calidad
Francisco Ferrete	Cervecería
Sergio Flores	Cervecería
Juan Antonio García	Cervecería
Inmaculada Fernández	Cervecería
J. Antonio Caliani	Calidad
Juan Carlos Álvarez	TPM

Ilustración 60. Componentes del equipo

5.6.3. Responsabilidades del equipo



EQUIPO : Mejora turbio BBT en cerveza CC		Frecuencia	Responsable
ITEM	Seguimiento del Control de reuniones y actas	Quincenal aprox	MCG
	Actualización y seguimiento de Cronograma de actividades	Quincenal aprox	FFA
	Actualizar y seguir Plan de Acciones	Semanal	Cervecería
	Actualización y seguimiento de Indicadores	Mensual	Calidad
	Actuaciones relacionadas con procesos operativos	Semanal	Cervecería
	Actuaciones relacionadas con procesos inspeccion y ensayo	Semanal	Calidad
	Formacion herramientas básicas	Mensual	JCA / MCG
	Creacion estandares y OPLs	Cuando necesario	JCA
	Actualizacion panel	Mensual	JCA / MCG

Ilustración 61. Responsabilidades equipo de mejora de turbio BBT en cerveza CC

5.6.4. Antecedentes a la creación del equipo: Situación inicial

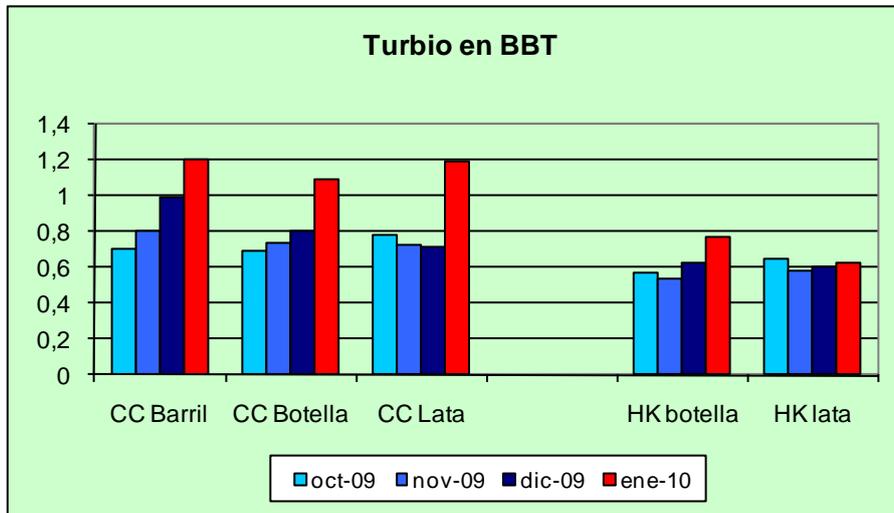


Ilustración 62. Antecedentes Turbio en BBT

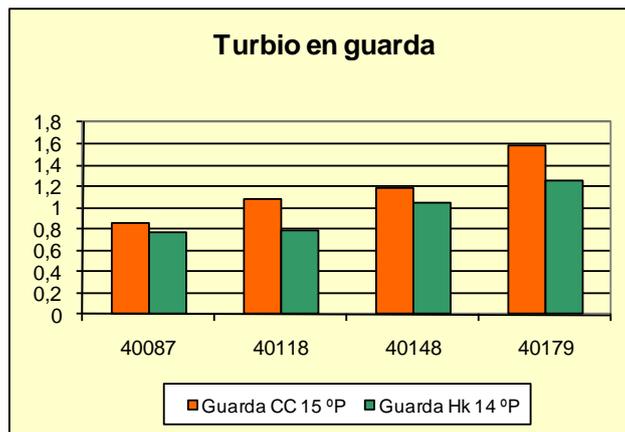


Ilustración 63. Turbio en guarda

5.6.5. Pasos del método

En este equipo los pasos del método cambian ya que en los anteriores equipos se utilizaba la ruta determinada por Heineken Internacional S.A. para la reducción de mermas, mientras que en este caso, al tratarse de reducción de turbios, trabajaremos con el recorrido para reducir defectos, el cual se muestra en la **Ilustración 64**

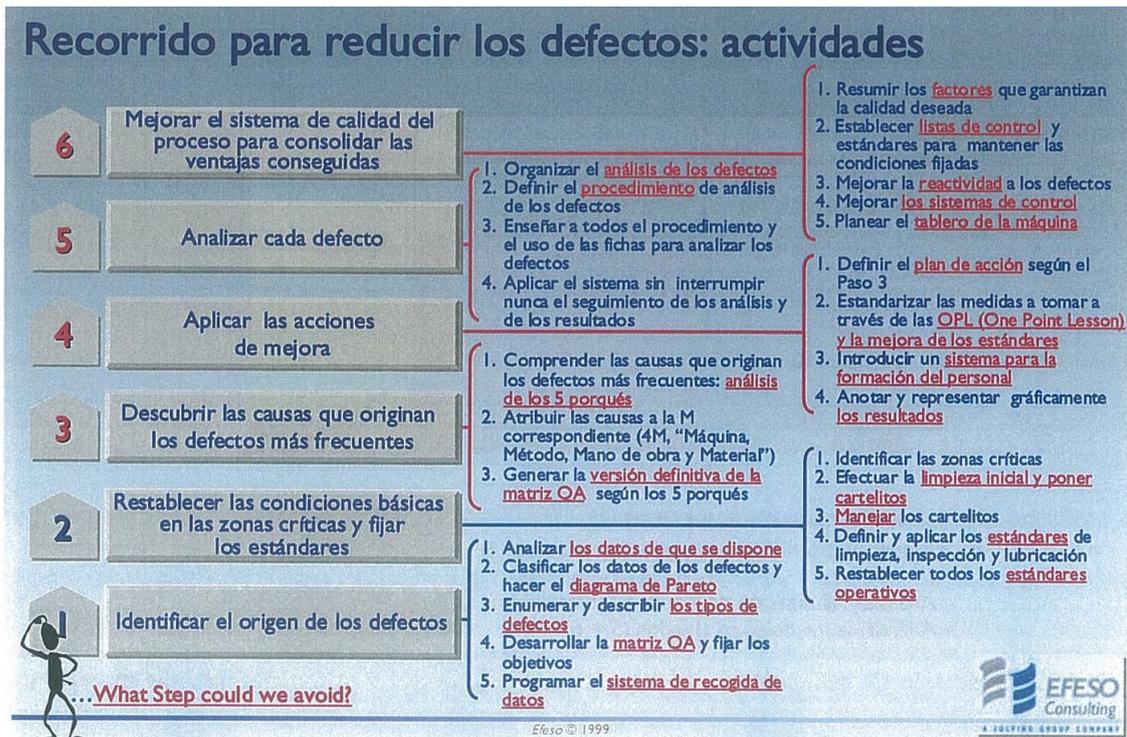


Ilustración 64. Pasos del método para reducción de defectos

5.6.6. Análisis cinco por qué



	<p>ANALISIS 5 POR QUES</p>		
---	-----------------------------------	--	--

FTR EN BBT: VALOR DE TURBIO POR ENCIMA DE ESPECIFICACIONES EN CERVEZA CRUZCAMPO

POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	4M/ CATEGORIA	ACCION
<p>La filtración final de cerveza no retira suficientemente el turbio que viene de guarda</p>	<p>El turbio en guarda es muy elevado</p>	<p>El proceso de fabricación no se ha optimizado</p>	<p>El proceso no se ha ajustado a la malta</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en cosecha y no ajuste de parámetros en cocción. - malta inadecuada 	<p>Material Método</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de malta. - Ajuste proteólisis - Ajuste molienda - Cambio proveedor ácido en cocción
			<p>El manejo de levadura no es optimo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cosecha no optimizada - Purgas inadecuadas 	<p>Método</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Check list manejo de levadura - Mejora cosecha (tiempo) y tiempo en conservación



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza

			<ul style="list-style-type: none">- Los procesos de separación (filtración mosto, Whirlpool, levaduras) son mejorables	<ul style="list-style-type: none">- Inadecuación de materias primas.- No optimización parámetros proceso	<ul style="list-style-type: none">- Material- Método	<ul style="list-style-type: none">- Estudiar procesos y optimizar
	La filtración no es eficaz	<ul style="list-style-type: none">- Utilización inadecuada de tierras.	Composición y granulometrías no ajustadas a material	<ul style="list-style-type: none">- Receta estándar no ajustada	<ul style="list-style-type: none">- Material	<ul style="list-style-type: none">- Estudiar procesos y optimizar
		Flujos y operativas no optimizadas	Condiciones de operación no optimizadas	<ul style="list-style-type: none">- Receta estándar no ajustada	<ul style="list-style-type: none">- Método	<ul style="list-style-type: none">- Estudiar procesos y optimizar



5.6.7. Plan de acción equipo de mejora de turbios en BBT

Plan de acción : Mejora turbio BBT en cerveza CC		Semana	Status	Resultado
Plan de choque (Contramedidas)	Cambio receta CC con 65-35% granos crudos.	5	Realizado	Choque
	Aumento proteolisis.	5	Realizado	Estandar
	Malta de San Adrian (1 semana).	5	Realizado	Buen resultado
	Cambio proveedor acido sulfurico.	7	Realizado	No influencia
Plan accion por areas	Analizar influencia calidad de malta:			
	1. Variabilidad lotes	8 y 9	Realizado	Confirmado en lote HEB07 (no muy significativo)
	2. Influencia en cortes bajos		En estudio y confirmado	Posible correlacion con variedad Tipple
	3. Variedades invierno.		Idem	No eficaz
	4. Uso malta A.	S10	Filtracion S12	No eficaz
	Malta A renombrada como malta B lote HEBS/25/09.	S20	En progreso	
	5. Malta B con proceso de malta A.	S20		
	6. Malta procedente otro proveedor y comparacion con otras fabricas.	S20		
	7. Optimizacion betaglucanasa (visita tecnico DSM FOOD el 09/06/10).	S22 9/06/10		Aumentada dosificación. A confirmar resultados
	8. Reducir el IK en malta B, para ver impacto en turbios.	S23		
	Influencia manejo de levadura:			
	1. Mejorar viabilidad de levadura	8 en adelante	Confirmado	Resultados satisfactorios (viabilidad >= 95%)
	2. Manejo de cosecha y purgas		idem	Cosechas en automático. Purgas antes de filtración.
	3. Influencia duracion guarda y purgas		idem	Variable dependiente de salidas a envasado
	4. Comprobación Aber vs Laboratorio	S22		
	Influencia proceso de cocimiento- calidad malta - turbio			
	1. Molinos	S19	Realizado	Visita Huppmann. Proceso OK
	2. Cuba filtro	S19	Realizado	Visita Huppmann. Proceso OK
	3. Whirpool	S19	Realizado	Visita Huppmann. Proceso OK
	Influencia proceso filtracion			
	1. Centrifugacion	S21	Prevista visita tecnico	En estudio
	2. Tierras	Despues verano		
	3. Estandares de proceso	S 20 en adelante	Prevista visita tecnico	Equipo de FI sobre estándares

Ilustración 65. Plan de acción equipo de mejora de turbios



6. Resultados

6.1. Resultados Expansión Horizontal

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la expansión horizontal, que posteriormente, en el capítulo de conclusiones se analizarán debidamente con detalle.

La **Ilustración 66** muestra las expansiones propuestas y las realizadas durante mi estancia en Heineken. Las propuestas son aquellas que se consideraron expandibles y las realizadas son aquellas que el comité de PM aprobaba. En la **Ilustración 67**, se muestran esos datos en un gráfico para el mejor análisis de los mismos

Mes	Propuestas	Realizadas
Enero	21	20
Febrero	12	12
Marzo	10	10
Abril	10	10
Mayo	38	29
Junio	12	10
Julio	12	10

Ilustración 66. Resultados de la Expansión Horizontal

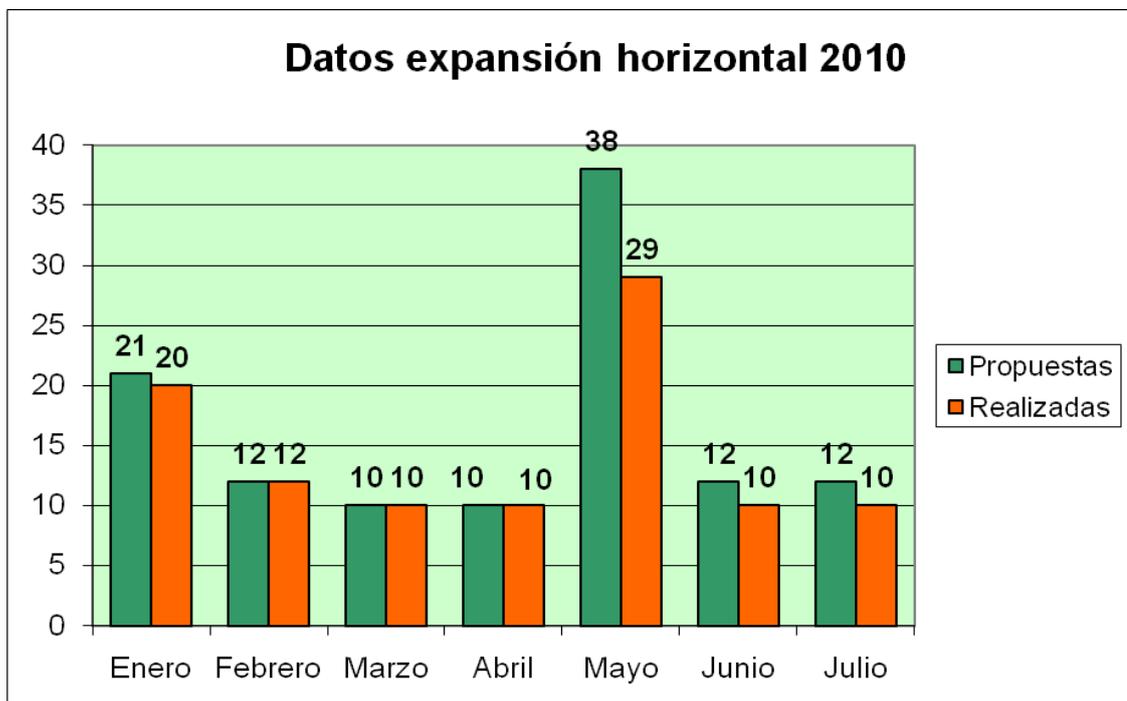


Ilustración 67. Gráfico de resultados de la expansión horizontal



Puesto que con estos resultados no se puede ver la importancia de la expansión horizontal dentro de la gestión autónoma, para ello la **Ilustración 68**, muestra un extracto del AM Overview que la fábrica ha de entregar a Heineken Internacional. Éste sirve para, en un solo documento, mostrar los resultados, en forma de mejoras, conseguidas por la gestión autónoma en cada área de envasado. Se hace de envasado sólo porque en cervecería aún no está lo suficientemente implantado.

Aéreas/Equipos de GA	SUGERENCIAS IMPLEMENTADAS (Fuentes Difícil Acc)	Suc.,	TOTAL HORIZONTAL EXPANSION
Packaging			
1. Llenadora-1100	30		88
2. Packaging-1100	10		42
3. DPL/PLT-1100	13		0
4. Llenadora-1200	13		16
5. Packaging-1200	8		78
6. DPL/PLT-1200	13		0
7. Llenadora-1300	9		50
8. Packaging-1300	17		0
9. DPL/PLT-1300	17		0
10. Llenadora-1400	4		24
11. Packaging-1400	14		0
12. DPL/PLT-1400	9		0
13. Llenadora-1500	5		19
14. Lavadora y packing-1500	10		0
15. DPL/PLT-1500	6		0
16. Llenadora-1600	3		10
17. Etiquetadora y encajonadora-1600	5		0
18. Lavadora y desencajonadora-1600	27		3
19. DPL/PLT-1600	6		0
20. Llenadora-1700	15		0
21. Inspecciones-1700	17		21
22. DPL/PLT-1700	9		0
	260		351

Ilustración 68. Extracto del AM Overview



6.2. Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Bodegas

De la metodología TPM surgieron una serie de acciones, las cuales se muestran en la **Ilustración 69**:

Causa raíz:	Acciones	
* Volumenes de cosecha de levadura	METODO	Establecido estandar nuevo
* Purgas en guarda: tiempo al cual se purga	METODO	Ajustado estandar
volumen de la pruga (evitar manual)	METODO	Establecidos maximos OPL
turbidez consignada para purga	METODO	Ajustado estandar
* Volumenes tanques FM	METODO	Realizado primer control. Seguir en DCS
* Contrapresión de los FM	METODO	Realizado primer control. Seguir en DCS

Ilustración 69. Acciones resultados del Método

La **Ilustración 70** muestran los resultados obtenidos en cuanto a reducción de mermas de cerveza en Bodegas:

Mermas de extracto	Bodegas
Inicio / Q4 2009	7'55
Ene'10	9'2
Feb'10	5'98
Mar'10	5'25
Abr'10	6'3
YTD(*)	5'84
YTD	6'7

Ilustración 70. Resultados de mermas de cerveza en el área de bodegas durante el tiempo de trabajo del equipo



*Excluido enero por causa de parada en la fábrica en diciembre

6.3. Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en el área de Cocimiento

Los resultados inmediatos del TPM son unas acciones que surgen de las distintas actividades que realiza el equipo. La **Ilustración 71** muestran las acciones llevadas a cabo por el equipo:

Causa raiz:	Acciones	
* Registro datos no a estandar	METODO	Datos a estandar
* Computo manual cuando atascos	METODO	Modificado control automatico
* Desajuste molinos	METODO	Ajustes en recetas y sistema control
* Desajuste humidificacion malta	MATERIAL	
* Lavado defectuoso de bagazo	METODO	
* Optimizacion aguas de lavado	METODO	
* Calidad materia prima	MATERIAL	Acuerdo con proveedor

Ilustración 71. Acciones del Equipo de Reducción de Mermas de Cerveza en el Área de Cocimiento

Los resultados en cuanto a reducción de mermas en el área de Silos y Cocimiento, que aunque físicamente sean dos zonas diferentes, desde el punto de vista de la Gestión Autónoma es una sola, se muestran en la **Ilustración 72**:

mermas Exto	Inicio 04 2009	Ene '10	Feb '10	Mar '10	Abr '10	YTD	Max variacion
Silos	0,34	1,2	0,33	0,36	0,2	0,47	0,16
Cocimiento	-0,25	0,26	1,79	1,77	1,97	1,54	0,2
Suma	0,09	1,46	2,12	2,13	2,17	2,02	

Ilustración 72. Resultados del Equipo de Reducción de Mermas de Cerveza en Silos y Cocimiento durante su período de funcionamiento



6.4. Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Filtrada y BBT

Los resultados inmediatos del TPM son unas acciones que surgen de las distintas actividades que realiza el equipo. La **Ilustración 73** muestran las acciones llevadas a cabo por el equipo:

Causa raíz:		Acciones
* Volumenes empujes	METODO	Establecido estandar nuevo
* Cabezas colas	METODO	Cambio consigna °P

Ilustración 73. Acciones realizadas por el Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Filtrada y BBT

Los resultados en cuanto a reducción de mermas en el área de Filtrada y BBT se muestran en la **Ilustración 74**:

mermas Exto	Inicio	Ene'10	Feb'10	Mar'10	Abr'10	YTD (*)	YTD
	Q4 2009						
Filtrada y BBT	7,55	9,2	5,98	5,25	6,3	5,84	6,7

Ilustración 74. Resultados de Mermas de Extracto durante tiempo de operatividad del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en el Área de Filtrada y BBT

*Excluido enero por causa de parada en la fábrica en diciembre



6.5. Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de turbios en BBT

La **Ilustración 75** muestra la evolución de los turbios durante el tiempo de operatividad del equipo. Se observa como la progresión es positiva, pero como se verá en el apartado de conclusiones, el principal problema y por el cual no conseguimos evolucionar más.

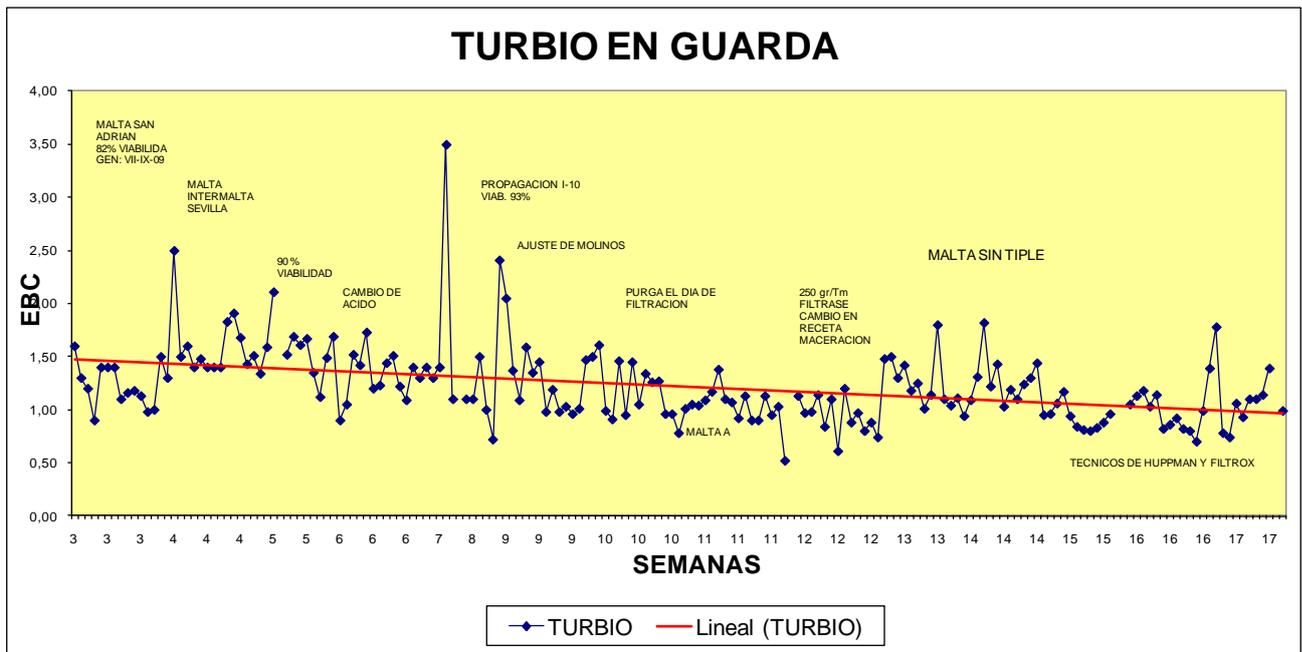


Ilustración 75. Evolución de Turbios durante el Período de Operatividad del Equipo



7. Conclusiones del Proyecto

7.1. Conclusiones de la Expansión Horizontal

A la hora de valorar los resultados de la expansión horizontal hemos de tener en cuenta diferentes aspectos.

En primer lugar, sólo con haber conseguido la implantación podemos considerar este proyecto un éxito, ya que como ya se comentó en el desarrollo, ya se intentó implantar a comienzos de 2009 por parte de un ingeniero de TPM y fue un fracaso.

Pero lo realmente importante no es la implantación en sí, sino lo realmente importante es averiguar cuáles han sido las claves que nos han llevado al éxito, para que sirvan como pautas a la hora de la implantación de algún sistema de este tipo en un futuro.

Las principales claves que han llevado al éxito de la implantación son:

- Costo económico reducido
- Costo en recursos humanos reducido
- No necesidad de formación independiente
- Gran mantenibilidad

El reducido costo económico se debe principalmente al uso de un software que ya estaba instalado en todos los ordenadores, como es Microsoft Excel, que además resulta que es el software que más utilizan todos los miembros de la fábrica, ya que toda la documentación se realiza mediante este software, como se pudo ver en el desarrollo de los diferentes equipos de mejora.

El segundo punto es costo en recursos humanos reducido. En primer lugar en la implementación, de la que me hice cargo yo. Esto también fue debido a la utilización de Microsoft Excel, el cual ya sabía manejar perfectamente. Tal vez la realización del mismo sistema de información con un sistema SQL o XML hubiera quedado más “profesional”, pero las prestaciones habrían sido semejantes y su implantación mucho más costosa ya que, aunque se manejar dicho sistema, es mucho más complejo que Microsoft Excel y además, hubiera implicado una formación inicial de dicho lenguaje informático a todo el personal directivo y a todos los miembros del comité del pilar de PM.



El tercer punto es que no hubo que planificar una formación específica, ya que todos sabían qué era la expansión horizontal debido a que anteriormente se había intentado implantar.

Así pues, lo único que hubo que hacer fue explicar al comité y a los directivos el funcionamiento del sistema de información, lo cual se hizo con mi presencia en el comité durante las primeras semanas, hasta que la expansión horizontal pasó a formar parte de la rutina las reuniones semanales del mismo

Un dato importante sobre el coste de recursos humanos en la implantación fue que tardé tres mañanas, es decir, unas 15 horas en desarrollar el sistema al completo. La clave fue que antes de empezar a trabajar con Microsoft Excel, pregunté a diferentes miembros de los diferentes departamentos el porqué del fracaso en la implantación anterior, y todos me dijeron lo mismo. Era demasiado trabajo para todo el mundo, ya que a cada responsable de una zona le implicaba una media hora diaria. Teniendo en cuenta de que todos ellos dan más de sus ocho horas correspondientes debido a que el ritmo de trabajo en la fábrica es frenético, es bastante complicado pedirles que trabajaran más. A partir de sacar estas conclusiones ya se pudo hacer el diseño del flujo de información.

En este punto se puede decir que el gran éxito en la implantación fue la calma, el no empezar a trabajar dando “pasos de ciego”.

Aunque hemos hablado del éxito que supuso la implantación, hay que comentar también del gran éxito que es el reducido costo que supondrá a largo plazo, es decir, su gran mantenibilidad. Esto es principalmente debido a que casi todo el costo de recursos humanos, que por otra parte es el único ya que el coste de la realización de las mejoras se considera una inversión, recae sobre el becario y obviamente, el coste de una hora de trabajo de un becario es bastante inferior a la hora de trabajo de un ingeniero en plantilla.

Así y todo el costo es bastante pequeño ya que a mí me ocupó un par de horas semanales, ya que la filosofía de la compañía es almacenar en diferentes bases de datos todo lo que se realiza en la fábrica y me serví de ello, y al comité de PM le suponía algo menos de 30 minutos semanales.

Aunque ya hemos visto que el sistema de expansión horizontal conlleva poco coste a la empresa, el coste sin beneficio carece totalmente de sentido. Es decir, la compañía esperaba de mí además de que consiguiera la implantación, que los resultados fueran positivos.

Durante el desarrollo del proyecto comenté que en el libro de Excel, además de las hojas de mejoras por zona y la hoja de control, existía una hoja de resultados. Esto era para



la dirección de fábrica, para que ellos pudieran ver las mejoras que se estaban consiguiendo gracias a este sistema de información.

La dirección de la fábrica me solicitó mensualmente el número de mejoras propuestas por mí y el número de mejoras aprobadas por el comité de PM. Los resultados obtenidos se muestran en la **Ilustración 66** y en la **Ilustración 67**

Como se puede observar, el número de mejoras realizadas es bastante importante, más concretamente 101. He de comentar que aunque yo entré en febrero, el sistema se implantó al comienzo de mi estancia allí, es por ello por lo que se decidió realizar el análisis del mes de enero también.

En la gráfica se puede ver cómo la diferencia entre las mejoras propuestas y realizadas es bastante pequeña, lo que habla bien de mi intervención en el flujo de información, y vemos como en el mes de mayo si existe un margen algo elevado: 38 propuestas y 29 realizadas, un margen que consideramos bueno pero que se debe principalmente a no copar el presupuesto dedicado a la realización de mejoras en un mes.

En este caso, cuando exista presupuesto disponible se puede recurrir a las sugerencias de expansión horizontal pendientes y realizarlas.

Como hemos visto los datos en términos absolutos son bastante positivos, pero para ver la importancia real de la implementación de este sistema conviene mejor analizar la **Ilustración 68**

Como se puede observar, el número total de mejoras implantadas en fábrica por expansión horizontal supera con creces al número de mejoras implantadas por el resto de la gestión autónoma, lo que nos dice del éxito de la implantación del sistema de expansión horizontal.

Por otro lado observamos que la diferencia entre zonas de mejoras implantadas por expansión horizontal es muy grande, esto se debe principalmente a que ciertas zonas de cada línea son más particulares que otras, por lo que en esas la expansión horizontal es bastante complicado ya que pueden tener máquinas únicas, que no encontraremos en el resto de la fábrica.



7.2. Conclusiones del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Bodegas

Como se comentó anteriormente, la necesidad de la creación del equipo nace por un incremento bastante importante en el porcentaje de mermas de extracto, también llamadas “extract losses”, durante los últimos meses del año 2009, como ya se explicó en el desarrollo de este equipo de mejora.

Este hecho supuso un retroceso en el objetivo de puesta a punto de la fábrica, el cual aún se encuentra en marcha dado las dimensiones de ésta. Es por ello por lo que se fija un objetivo bastante ambicioso de 6,5% YTD para abril de 2010.

YTD significa el acumulado hasta abril de 2010, que es cuando se cerraría el equipo.

Otro punto importante sería que el resultado fuera sostenible, es decir, que una vez que se ha cerrado el equipo se mantuvieran los resultados obtenidos y, aunque no he tenido acceso a los mismos, me comentaron desde la fábrica que estaban siendo muy positivos.

Para intentar llegar al objetivo se siguió la metodología de trabajo TPM tal y como se explica en el desarrollo. Los resultados fueron los que se observan en la **Ilustración 69**

Estas actuaciones fueron los resultados del estudio del flujo de materia y del análisis de causa raíz realizado.

La primera actuación que se hizo fue sobre el volumen de cosecha de levadura, es decir, la cosecha de levadura a utilizar. Se observó que el volumen no era el óptimo por lo que variándolo se observó cierta mejoría. Esto supuso un cambio del estándar de cosecha de levadura.

Posteriormente se actuó sobre las purgas en los tanques de guarda. De los estudios sobre tiempo al cual se purga, el volumen de la purga y la turbidez consignada para la purga se decidió modificar los 3. Se ajustaron los estándares del tiempo de purga y de la turbidez consignada para la purga y se modificó el máximo volumen de purga permitido en las OPL's

Después de todas estas actuaciones hay que analizar los resultados. Los resultados de enero fueron bastante inquietantes, ya que partiendo del 7,55 del último trimestre de



2009. Este incremento se atribuyó a la parada de la fábrica que hubo en diciembre, antes de que comenzara mi estancia en la fábrica.

Posteriormente comenzaron a notarse las actuaciones del equipo bajando del desolador 9'2 de enero a un 5'98 en febrero, un 5'25 en marzo y un 6'3 en abril. Este aumento en abril no tiene un motivo aparente por lo que no se estudió.

El YTD de cierre del equipo fue de un 6'7 y de un 5'84 eliminando el mes de enero, el cual fue el mes de comienzo del equipo de mejora y no se notaron las actuaciones y además se vio condicionado por la parada de diciembre

En la **Ilustración 76** se comparan los resultados obtenidos con el objetivo fijado antes de la creación del equipo:

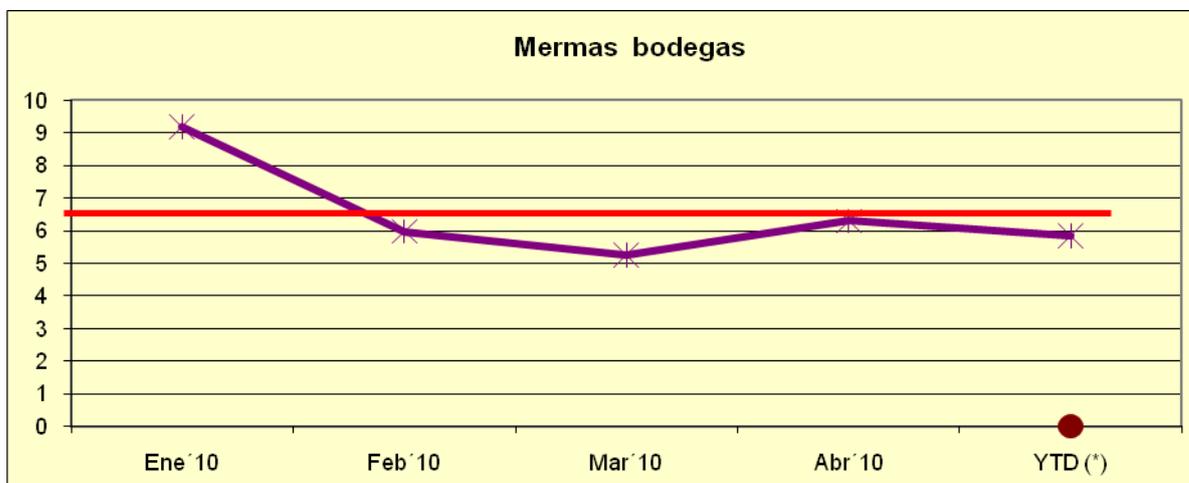


Ilustración 76. Evolución merzas bodegas 2010

Bajo mi punto de vista el equipo fue un éxito ya que se mejoraron los resultados previstos, siendo éstos bastante ambiciosos, en sólo cuatro meses, teniendo en cuenta que en el primer mes ya habíamos sobrepasado el objetivo.

Posteriormente los resultados se mantuvieron más o menos estables, lo que da que pensar que no se estaban haciendo las cosas demasiado bien antes del comienzo del equipo de mejora, que ahora se están haciendo las cosas bien, y que si se quieren disminuir las merzas más aún, como entra dentro del planning de puesta a punto de la fábrica, va a ser mucho más complejo que hasta ahora y el esfuerzo será mucho mayor.



7.3. Conclusiones del Equipo de Mejora de Reducción de Merms en Cocimiento

Como se comentó anteriormente, la necesidad de la creación del equipo nace por un incremento bastante importante en el porcentaje de merms de extracto, también llamadas “extract losses”, durante los últimos meses del año 2009, como se comentó en el desarrollo de este Equipo de Mejora.

En este equipo tenemos una particularidad y es que aunque los resultados son buenos en cuanto a merms existe una variación alarmante. Como se explicó en el desarrollo existe relación entre esta variación y los altos valores de merms de finales del año 2009, por lo que se intenta buscar una mayor consistencia en los resultados, de ahí que uno de los objetivos sea acotar la máxima variación.

El hecho de que afecte tanto es de que esta es la primera zona, si el proceso empieza a ir mal desde el principio irá mucho peor en los siguientes pasos. Y el motivo por el que las merms son tan pequeñas es que en esta sección no hay organismos vivos, simplemente es cocer la malta y el maíz un tiempo determinado, y es un proceso muy lineal y automático, que rara vez nos dará sorpresas desagradables.

Para intentar llegar al objetivo se siguió la metodología de trabajo TPM tal y como se explica en el desarrollo. Los resultados fueron los que se observan en la **Ilustración 71**

Lo primero que se observó al comienzo del equipo es que no se seguía la filosofía TPM en cuanto que no se registraban los datos conforme al estándar realizado, lo que dificultaba el análisis. Obviamente se actuó en consecuencia para que esto dejara de ocurrir.

Posteriormente nos dimos cuenta que en el momento en el que había algún atasco, el modo de actuación era manual, lo que siempre aportaba un mayor error al proceso y disminuía su consistencia, es por ello por lo que se decidió modificar el control automático.

Obviamente éste equipo no podía cerrarse sin buscar pérdidas en el propio proceso de cocimiento. En las respectivas reuniones semanales, al plantearnos este tema acordamos intentar atacar las pérdidas en los posibles desajustes en los molinos, el desajuste de la humidificación de malta, el lavado defectuoso de bagazo y la optimización de aguas de lavado. Para ello se decidió ajustar las recetas y el sistema de control.

En último lugar se observó ciertas carencias en la materia prima, lo que hace que no se pueda sacar todo el “jugo” de la malta. Puesto que la malta no es responsabilidad de la



compañía sino que está subcontratada a otra compañía lo que se puede hacer a este respecto es establecer un nuevo acuerdo con el proveedor.

La **Ilustración 72** muestra los resultados del equipo mientras estuvo operativo.

La **Ilustración 77** muestra un gráfico que nos ayudará a analizar mejor los resultados:

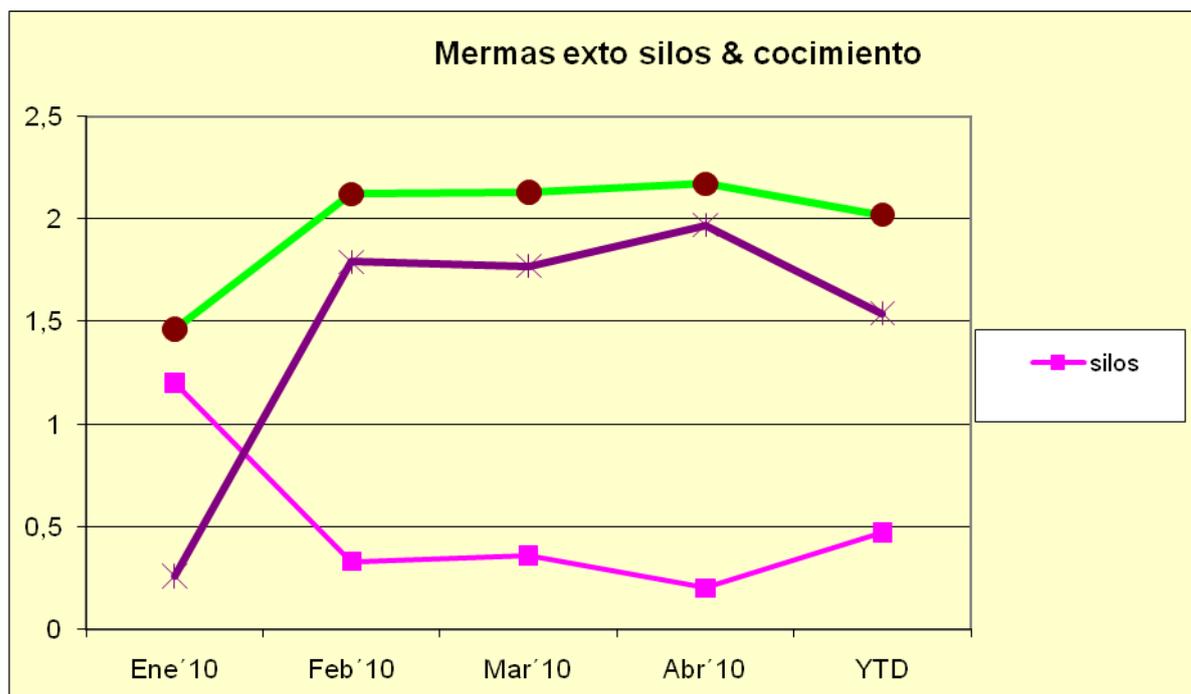


Ilustración 77. Evolución merms en silos y cocimiento

Como podemos observar ha comienzos de año se produjo un aumento considerable de las merms para luego estabilizarse en los meses de febrero, marzo y abril. El aumento de comienzos de año se debe a la parada de fábrica en diciembre que ya se comentó en el equipo de mejora de reducción de merms en bodegas. Posteriormente se observa como se estabiliza y como, en el mes de abril, comienza a vislumbrarse un pequeño descenso.

Para poder valorar correctamente a este equipo deberíamos ver los resultados de los meses posteriores a los cuales no he podido tener acceso, lo que sí parece claro es que parece ser que se ha conseguido la estabilidad buscada, a costa de un incremento en las merms. El verdadero éxito del equipo vendría dado si se confirma la tónica descendente que comienza a aparecer en abril, pero como he dicho, no he tenido acceso a dichos datos.



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



En este equipo se realizó una auditoría de tpm la cual evaluaba la metodología tpm seguida por el equipo, y que como es de suponer afectaba directamente a mi persona ya que esa era mi labor. La **Ilustración 78** muestra los resultados de dicha auditoría:



			<i>Puntuación Máxima</i>	25	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	25	
C	Comprobación/resultados	Existe una tendencia de resultados positiva (soluciones efectivas)?	10				x										x	
		El equipo ha conseguido su objetivo (o ha hecho un progreso sustancial hacia el objetivo) y se han completado todos los pasos de la ruta?	10															x
		Existe una clara relación entre las acciones y los resultados y hay un gráfica de costes/beneficios publicada y relacionada con el Savings Book?	10															x
			<i>Puntuación Máxima</i>	30	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	30	
A	Estándares	Los nuevos estándares o los revisados se han implantado en la organización?	2														x	
		La monitorización (checklist, plantillas, auditorías,...) para las acciones clave están presentes y son visibles?	2															x
	Intercambio	Las acciones de mejora están claramente descritas, registradas y de fácil acceso para otras Fábricas?	2				x											x
		Se han chequeado las acciones de mejora para su expansión horizontal?	2															x
	OPL	Se han creado OPLs para las acciones de mejora significativas?	3															
		Existe una matriz de formación para las OPLs/procedimientos, se usan y hay un plan de formación para el personal afectado?	2															
	Auditorías	Las auditorías internas previas están en el panel y la frecuencia está de acuerdo a la definición (mensuales)?	1				x											x
Las auto-auditorías están en el panel y la frecuencia está de acuerdo a la definición (cada reunión)?		1															x	
			<i>Puntuación Máxima</i>	15	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	Implicación	La ruta de la metodología a seguir la conocen bien los integrantes del equipo y se muestra en el panel?	5				x										x	
		El equipo ha completado la matriz de formación en TPM y se han completado los módulos?	3															
		Existe un panel en el sitio y está de acuerdo a los estándares cuando estos se definieron?	2				x											x
		Todos los miembros del equipo están trabajando en las acciones y es posible comprobarlo?	2				x											x
		Las reuniones se organizan, la asistencia es la esperada (>70%), los temas están disponibles?	3															
			<i>Puntuación Máxima</i>	15	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
			<i>Total</i>	100	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	92	
			<i>Esperado</i>		25	37	41	52	73	80	84	88	88	90	90	100		

Ilustración 78. Auditoría equipo de reducción de mermas en cocimiento



La **Ilustración 79** muestra una gráfica con los resultados obtenidos:

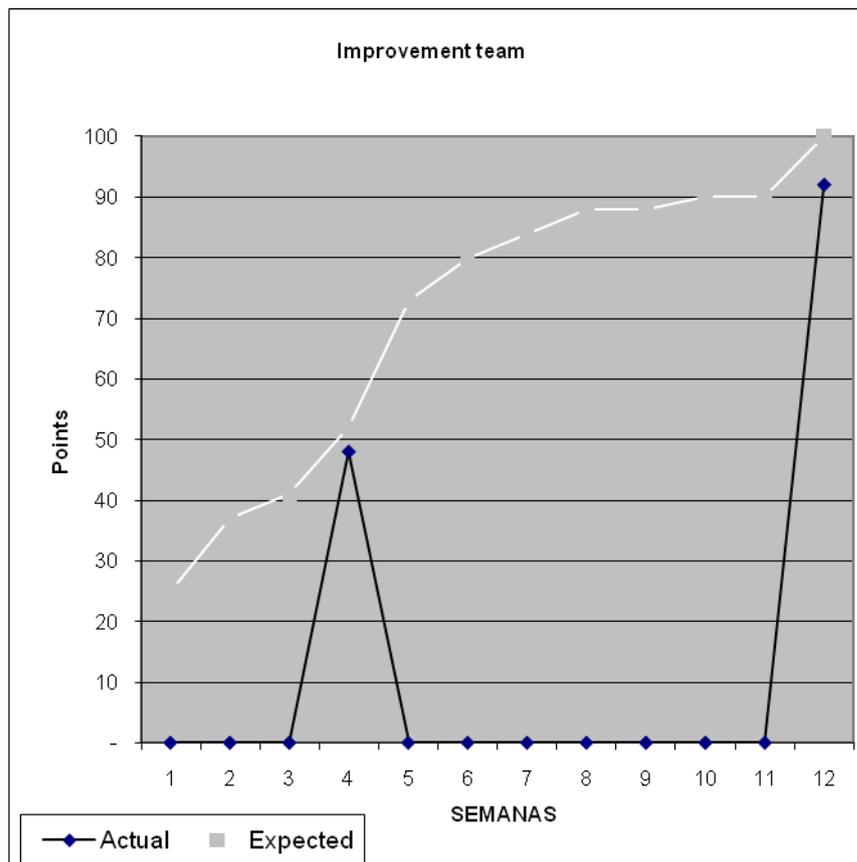


Ilustración 79. Evolución equipo reducción de mermas en cocimiento

Como se puede observar se termina el equipo con una nota de un 9,1. En la semana 4 del equipo ya tenía una puntuación de un 4,8. He de decir que la nota es acumulativa, es decir, un 4,8 en la semana 4 no implica un suspenso, sino lo que implica es que de los 10 puntos que se puede conseguir durante el periodo de actividad el equipo ya se tienen 4,8.

También he de decir que en esta gráfica sólo aparecen medidas cuando se han realizado las auditorías, que en teoría deberían de ser semanales, pero que debido al ajetreo diario resulta imposible.



7.4. Resultados del Equipo de Mejora de Reducción de Mermas de Cerveza en Filtrada y BBT

Como se comentó anteriormente, la necesidad de la creación del equipo nace por un incremento bastante importante en el porcentaje de mermas de extracto, también llamadas “extract losses”, durante los últimos meses del año 2009, como se puede observar en el desarrollo de este equipo

Este hecho supuso un retroceso en el objetivo de puesta a punto de la fábrica, el cual aún se encuentra en marcha dado las dimensiones de ésta. Es por ello por lo que se fija un objetivo bastante ambicioso de 6,5% YTD para abril de 2010.

Otro punto importante sería que el resultado fuera sostenible, es decir, que una vez que se ha cerrado el equipo se mantuvieran los resultados obtenidos y, aunque no he tenido acceso a los mismos, me comentaron desde la fábrica que estaban siendo muy positivos.

Para intentar llegar al objetivo se siguió la metodología de trabajo TPM tal y como se explica en el desarrollo. Los resultados fueron los que se explican en la **Ilustración 73**

Como se pueden observar, en este equipo el número de actuaciones son menores, pero no por ello menos importantes, como se verá posteriormente. Se decidió actuar sobre los volúmenes de empuje, estableciendo un nuevo estándar y sobre las cabezas colas, cambiando la consigna de presión.

En la **Ilustración 74** se muestran los resultados en cuanto a reducción de mermas

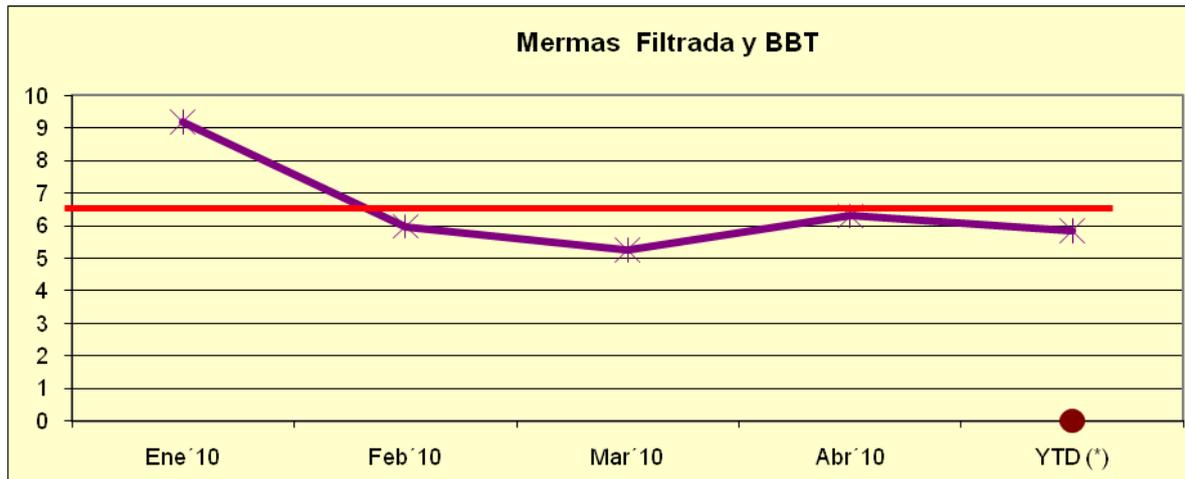


Ilustración 80. Evolución mermas filtrada y BBT

Bajo mi punto de vista el equipo fue un éxito ya que se mejoraron los resultados previstos, siendo éstos bastante ambiciosos, en sólo cuatro meses, teniendo en cuenta que en el primer mes ya habíamos sobrepasado el objetivo.

Posteriormente los resultados se mantuvieron más o menos estables, lo que da que pensar que no se estaban haciendo las cosas demasiado bien antes del comienzo del equipo de mejora, que ahora se están haciendo las cosas bien, y que si se quieren disminuir las mermas más aún, como entra dentro del planning de puesta a punto de la fábrica, va a ser mucho más complejo que hasta ahora y el esfuerzo será mucho mayor.

En este equipo se realizó una auditoría de tpm la cual evaluaba la metodología tpm seguida por el equipo, y que como es de suponer afectaba directamente a mi persona ya que esa era mi labor. A continuación se muestran los resultados de dicha auditoría:

Temas			Puntos máximos	Semanas														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
P	Equipo	Miembros del equipo listados y publicados?	1				x										x	
		Los miembros del equipo tienen roles relacionados con el equipo y responsabilidades alternativas asignadas?	1				X											x
	Problema	El problema en el que trabaja el equipo está claramente descrito?	2				x											x
		El objetivo del equipo está relacionado con los objetivos de Fábrica y es SMART?	2															x
		El enfoque del equipo es claro y no muy extenso?	2															x
	Indicadores de mejora	El indicador de mejora está claro?	1				x											x
		El objetivo del indicador de mejora (valor y periodo para su alcance) está claro y los datos históricos (periodo, valor inicial y valor final) están claramente mostrados?	1				x											x
	Ruta y Master Plan	Se ha seleccionado la ruta de mejora apropiada?	3				x											x
		La ruta y el Planning del Master Plan se encuentran actualizadas y se usan?	2				x											x
	Puntuación Máxima			15	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
D	Análisis de problema	El objetivo del paso está claro?	1				x										x	
		Los objetivos de cada paso se han subdividido en problemas y acciones específicas?	1															x
		Se hayan documentadas y se han utilizado análisis cuantitativos y causa-efecto (5M) para ayudar a comprender los problemas?	1				x											x
		Las causas de los problemas posibles se han verificado y cuantificado con datos?	1				x											x
		El equipo ha usado los métodos/herramientas de la ruta para atacar los problemas?	3				x											x
	Acciones/Contra medidas	Se han restaurado en condiciones iniciales las áreas críticas?	3															x
		El equipo ha tomado contramedidas lógicas para las causas raíz identificadas?	3				x											x
		Las acciones que se han tomado desde las herramientas definidas y de soporte suenan lógicas?.	2				x											x
	Planning de acciones	Las acciones planificadas son claramente visibles con fechas de finalización?	2															x
		Se han asignado responsabilidades a las personas para todas las acciones?	2				x											x
		El plan de acciones se ha actualizado?	2				x											x
		La mayoría de las acciones se han completado, según lo previsto?	2															x
		Existen evidencias de las acciones implementadas (fotos, estándares, modificaciones....)?	2															x



			<i>Puntuación Máxima</i>	25	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	25	
C	Comprobación/resultados	Existe una tendencia de resultados positiva (soluciones efectivas)?	10				x										x	
		El equipo ha conseguido su objetivo (o ha hecho un progreso sustancial hacia el objetivo) y se han completado todos los pasos de la ruta?	10															x
		Existe una clara relación entre las acciones y los resultados y hay un gráfica de costes/beneficios publicada y relacionada con el Savings Book?	10															x
			<i>Puntuación Máxima</i>	30	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	30	
A	Estándares	Los nuevos estándares o los revisados se han implantado en la organización?	2														x	
		La monitorización (checklist, plantillas, auditorías,...) para las acciones clave están presentes y son visibles?	2															x
	Intercambio	Las acciones de mejora están claramente descritas, registradas y de fácil acceso para otras Fábricas?	2				x											x
		Se han chequeado las acciones de mejora para su expansión horizontal?	2															x
	OPL	Se han creado OPLs para las acciones de mejora significativas?	3															
		Existe una matriz de formación para las OPLs/procedimientos, se usan y hay un plan de formación para el personal afectado?	2															
	Auditorías	Las auditorías internas previas están en el panel y la frecuencia está de acuerdo a la definición (mensuales)?	1				x											x
Las auto-auditorías están en el panel y la frecuencia está de acuerdo a la definición (cada reunión)?		1															x	
			<i>Puntuación Máxima</i>	15	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
	Implicación	La ruta de la metodología a seguir la conocen bien los integrantes del equipo y se muestra en el panel?	5				x										x	
		El equipo ha completado la matriz de formación en TPM y se han completado los módulos?	3															
		Existe un panel en el sitio y está de acuerdo a los estándares cuando estos se definieron?	2				x											x
		Todos los miembros del equipo están trabajando en las acciones y es posible comprobarlo?	2				x											x
		Las reuniones se organizan, la asistencia es la esperada (>70%), los temas están disponibles?	3															x
			<i>Puntuación Máxima</i>	15	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
			<i>Total</i>	100	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	92	
			<i>Esperado</i>		25	37	41	52	73	80	84	88	88	90	90	100		

Ilustración 81. Resultados auditoría equipo de reducción de mermas filtrada y BBT



La **Ilustración 82** muestra una gráfica con los resultados obtenidos:

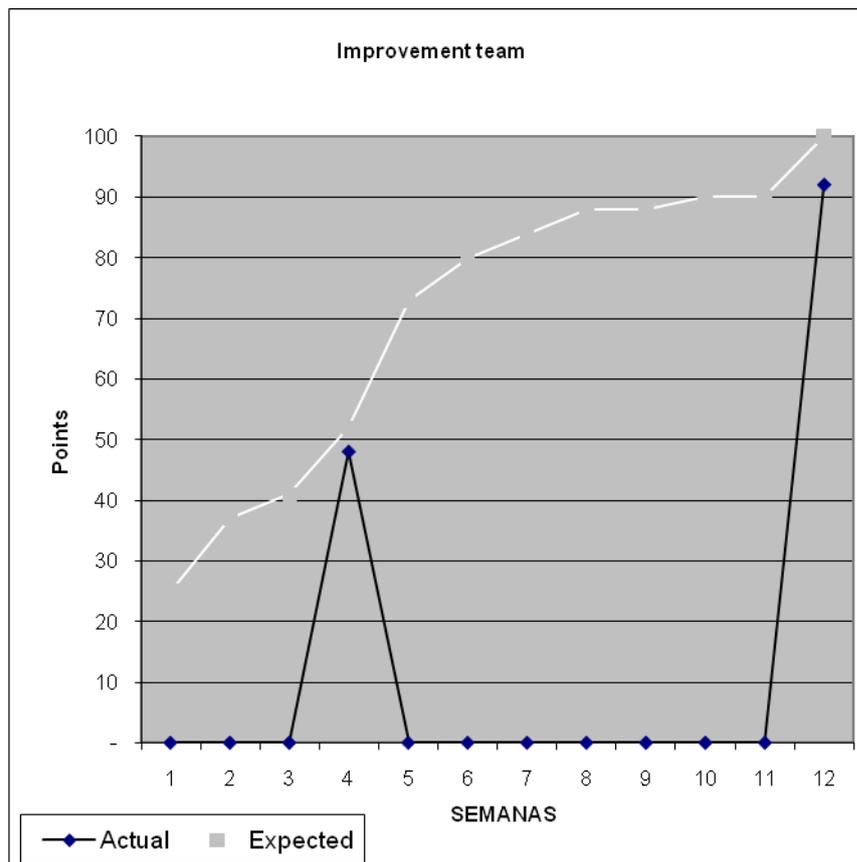


Ilustración 82. Evolución del equipo

Como se puede observar se termina el equipo con una nota de un 9,1. En la semana 4 del equipo ya tenía una puntuación de un 4,8. He de decir que la nota es acumulativa, es decir, un 4,8 en la semana 4 no implica un suspenso, sino lo que implica es que de los 10 puntos que se puede conseguir durante el equipo ya se tienen 4,8. También he de decir que en esta gráfica sólo aparecen medidas cuando se han realizado las auditorías, que en teoría deberían de ser semanales, pero que debido al ajetreo diario resulta imposible.



7.5. Equipo de mejora de reducción de turbios

Éste es el equipo más complejo y donde más difícil resultó trabajar. Como podemos observar por la composición del equipo, la materia de turbios es completamente biológica, es por ello por lo que no hay ningún miembro de ingeniería, por lo que a mí me costó mucho trabajo el llegar a ser partícipe y aportar ideas, como sí pude hacer en el resto de equipos.

El comienzo de trabajo fue muy complejo, ya que el problema de turbios venía de tiempo atrás sin poder solucionarlo. A pesar de realizar ciertas acciones como se explica en el desarrollo, había un convencimiento general de que el gran problema era la materia prima y es por ello, por lo que las acciones mostradas en la **Ilustración 75** no dan mejores resultados, aunque se observe una tendencia de mejora

Tal era este convencimiento de que se determinó por pedir un informe a una empresa externa, cuyos resultados expongo a continuación:



INFORME CONCLUSIONES SOPORTE TECNICO DE HUPPMANN, FILTROX Y DSM FOOD.

1.- Soporte técnico Huppmann.

Durante los pasados días 12 al 15 de Abril, se llevó a cabo una auditoria tecnológica por parte de Huppmann (Heiko Reichert), con el objetivo de revisar, ajustar y optimizar el proceso de cocimiento.

En la revisión, se puso especial énfasis en la molienda y tina filtro.

Con independencia de las acciones propuestas para la optimización del proceso de cocimiento, las cuales comenzaron a ponerse en marcha en esta misma semana, las conclusiones de Heiko Reichert (Huppmann), son las siguientes:

- 1ª.- Desde un punto de vista tecnológico, el proceso de cocimiento está de acuerdo a los estándares establecidos por Huppmann.
- 2ª.- No existe ningún parámetro del proceso de cocimiento, que sea la razón de problemas de filtración y/o turbios.
- 3ª.- **La causa del gran número de cortes bajos se debe al uso de la variedad Tipple. Es decir, la causa de nuestros problemas se debió, de nuevo, a la materia prima.**
- 4ª.- Los problemas de filtración en tina filtro, pueden minimizarse adaptando el software actual, a la filosofía M.L.M, es decir, la filtración dinámica de Huppmann.
- 5ª.- El cocimiento está en buenas condiciones tecnológicas, y muy limpio.

2.- Soporte técnico de Filtrox.

Durante los pasados días 12 al 15 de Abril, se llevó a cabo una auditoria tecnológica por parte de Filtrox (Rudy Maget), con el objetivo de revisar, ajustar y optimizar el proceso de filtración.

Con independencia de las acciones propuestas para la optimización del proceso de filtración, las cuales comenzaron a ponerse en marcha en esta misma semana, las conclusiones de Rudy Maget (Filtrox), son las siguientes:

- 1ª.- Los filtros y los procedimientos de filtración, están conforme a las recomendaciones de trabajo de Filtrox A.G.
- 2ª.- Los problemas de ciclos cortos de filtración, y de turbios altos en cerveza final, proceden de la materia prima.

3.- Soporte técnico DSM Food.



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



El pasado día 9 de Junio visitaron nuestra fábrica de Sevilla, Oscar Prims y Ron Duszankskyj, de DSM Food, para revisar la operativa y el sistema de dosificación del enzima Filtrase NLC, (Betaglucanasa).

Las recomendaciones se han llevado a cabo: Aumentar la temperatura de gelatinización del maíz y de la malta 1°C, y aumentar en un 5%, el % de malta en el maíz.

La conclusión del señor Ron Duszankskyj, es que tenemos un problema con las materias primas (Malta), debido al gran numero de cortes bajos que tenemos.



7.6. Conclusiones de la filosofía TPM

A pesar de mi escepticismo inicial con el TPM los resultados demuestran que este sistema de mejora funciona. Cuando hemos de escoger una metodología TPM nos encontramos ante un amplio abanico de opciones. Existe una cierta tendencia a la elección “prueba-error”, es decir, elegir una cierta metodología para la ejecución de un proyecto de mejora y si no funciona, cambiar a otra y así ir dando bandazos sin conseguir establecerse en un camino.

Existen empresas que eligen una metodología y la hacen parte de ella, tal que se produce el paso de metodología a filosofía. En ciertos casos podemos hablar de filosofía TPM ya que todo en la empresa gira en torno a ella, todos sus empleados se sienten identificados con esta filosofía y se hacen partícipes de ella. Es de esta forma como mayor provecho se puede sacar del TPM.

Obviamente el paso de metodología a filosofía no es para nada fácil, requiere de un cierto costo de formación en la empresa pasando por todos los estamentos, desde directivos a operadores, a los primeros porque han de apoyarla estrategia de mejora y enfocar la dirección de la empresa hacia ella y a los segundos, porque son fundamentales para el TPM ya que éste parte de la premisa de que nadie conoce mejor a la máquina como el operario que está constantemente trabajando con ella, es por esto por lo que él es el que más provecho puede sacarle a la misma.

En Heineken España S.A. han conseguido dar este paso y esta es la clave del éxito de este proyecto. Me resultó increíble ver el compromiso de todos por mejorar día a día siguiendo los pasos marcados en los diferentes equipos de mejora e intentando que los resultados fueran los mejores posibles independientemente de lo que marcaran los objetivos.

Sería una locura cuestionar la eficacia de TPM después de la trayectoria que lleva durante muchos años siendo implantado en muchas de las empresas más importantes del mundo y más aún ahora que goza de un gran auge en EEUU entre otras cosas por estar siendo impulsada por su gobierno.

Cabría hacerse la pregunta de ¿porqué existiendo instrumentos o metodologías tan significativas para mejorar los rendimientos de las empresas, las mismas no son utilizadas? Las razones son numerosas y exponerlas lleva a la necesidad de otras investigaciones y exposiciones, pero entre las principales tenemos:



Implantación de técnicas de TPM en un proceso de producción de cerveza



1. Una visión cortoplacista en la cual se privilegia la obtención de utilidades inmediatas en oposición a la generación sostenida de beneficios a mediano y largo plazo
2. La supervivencia de paradigmas taylorianos y fordistas propios de otra era del proceso económico productivo
3. Por último, una tradicional resistencia al cambio