

“Mejoramiento del proceso productivo en la obtención de pan de molde mediante la metodología de las 5S”

Wendy Yumbra Arévalo¹, Patricio Cáceres Costales²
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Km. 30.5 vía Perimetral, PO 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
wendy_yumbra@yahoo.com¹, pcaceres@espol.edu.ec²

Resumen

Esta tesis se enfocó en el Área de Panadería de una empresa del sector de Guayaquil, la misma que presentaba problemas en cuanto a nivel de sobrantes y retrasos en sus paradas a lo largo del proceso de obtención de pan de molde, así como niveles considerables de desorganización.

Se inició con la definición del alcance de la actividad de Mapeo, es decir, con la elección del flujo de valor, para entender cómo funcionaba la línea de producción de pan de molde, en donde se establecieron estándares de producción, tomando en cuenta la eficiencia no solo de los equipos sino también del personal de planta mediante una toma de tiempos. Luego de esto, se recolectó información mediante encuestas a todo el personal, esto fue a operadores de maquinas, Jefes de Departamentos, Gerentes, etc. en donde se midió, según la opinión de ellos, los causantes de riesgos, para así obtener los problemas y sus orígenes dentro del proceso productivo, concluyendo con un registro de datos, estableciendo parámetros necesarios para la implementación de mejoras.

Con todo esto se aumentó la productividad reduciendo los costos de suministros, adquiriendo un ambiente seguro y satisfactorio para los operadores de la línea de producción de pan de molde, evitando acumulación de producto no conforme. Se logró finalmente que los tiempos de operación se redujeran y consecuentemente se obtuvo una mayor rentabilidad.

Palabras claves: Retrasos, flujo de valor, toma de tiempos, proceso productivo, línea de producción, producto no conforme, rentabilidad.

Abstract

This thesis focused on the bakery area of a business sector of Guayaquil, this presented problems in the level of surplus and delays in their stops along the process of getting bread, and as significant levels of disorganization.

It began with the definition of the scope of the activity of mapping, with the choice of the value stream, to understand how it worked line bread production, where production standards were established, taking into account the performance of not only the equipment but also personnel plant by taking a time. After this information was collected surveys to all staff, this was a machine operator, Chief Departments, Managers, etc. where measured, in the opinion of them causing risks, in order to get the problems and their origins within the production process, finishing with a record of data, setting parameters necessary for the implementation of improvements.

With all this increased productivity by reducing costs supplies, acquiring a safe and satisfying environment for operators the production line of sandwich bread, avoiding accumulation of product compliant. Was finally achieved that the operating times are reduced and result was greater profitability.

Keywords: Delays, value stream, making time, production process, production line, nonconforming product, profitability.

1. Introducción

Para el desarrollo de la tesis se tomaron en cuenta las dificultades y desperdicios generados en el Área de Panadería, específicamente en la línea de producción de pan de molde, ya que son los más representativos dentro de la compañía, presentando niveles considerables de desorganización y desperdicios, a más de horas de producción y trabajo muy altas.

La metodología que se empleó para el desarrollo del proyecto empieza con la definición del alcance de la actividad de Mapeo, es decir, elección del flujo de valor, tomando en cuenta la eficiencia no solo de los equipos sino también del personal de planta mediante una toma de tiempos.

Se captó información mediante encuestas a todo el personal, para así obtener los posibles problemas y sus orígenes dentro del proceso productivo seleccionado, concluyendo con el análisis de la situación, para establecer parámetros que se implementarán en la futura mejora dentro del proceso de obtención de pan de molde.

Con esto se buscó aumentar la productividad reduciendo los costos de suministros, adquiriendo un ambiente seguro y satisfactorio para los operadores de la línea de producción de pan de molde, evitando acumulación de producto no conforme, logrando finalmente que los tiempos de operación se reduzcan y logrando consecuentemente una mayor rentabilidad.

2. Marco Teórico

Método de Regreso a Cero

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Metodología 5 S

El movimiento de las 5 S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W. E. Deming hace más de 40 años y que está incluida dentro de lo que se conoce como Mejoramiento Continuo o Gemba Kaizen.

Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran

eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustantiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos. Las 5 S son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales, obteniendo los siguientes resultados:

3. Análisis de los procesos productivos

Para llegar a establecer mejoras, se debe de entender el porqué de un cambio, para lo que se tomarán medidas referenciales antes de cualquier intento de progreso, teniendo en cuenta siempre la tecnología con la que se cuenta, el recurso humano disponible y la manera de llevar a cabo los procesos.

3.1 Recolección de datos

Es necesario conocer los diferentes procesos productivos del Área de Panadería para poder monitorearlos y llegar a entender los causantes de los %, estableciendo hipótesis que permitan definir parámetros de mejora continua.

3.2 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una forma especial de gráfico de barras verticales que separa los problemas muy importantes de los menos importantes, establece un orden de prioridades, utilizado para identificar y dar prioridad a los problemas más significativos de un proceso, que evalúa el comportamiento de un problema.

Se realizará el análisis de los procesos productivos con la finalidad de identificar un producto a mejorar dentro de Panadería. Para ello se buscan las causas principales de los problemas y se establecen prioridades de las soluciones mediante el diagrama de Pareto.

Se clasifican los datos según la demanda de producción de cada uno de los productos en el año 2009, para obtener el rango en cada categoría, lo que nos llevará a la organización de conclusiones, ya que permite identificar visualmente en una sola revisión los productos con mayor demanda, a los que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora y poder optimizar los esfuerzos.



Figura 1. Diagrama de Pareto para la demanda

Otro punto importante a evaluar es el nivel de desperdicios presente en los procesos operativos. Dicho factor será expuesto a continuación en el siguiente diagrama:

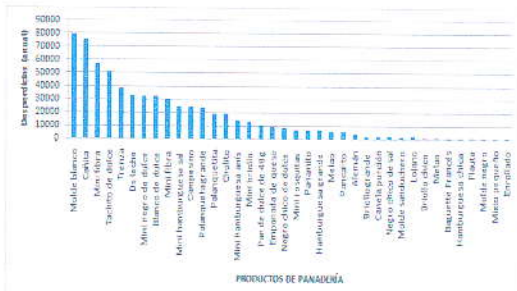


Figura 2. Diagrama de Parteo para desperdicios

3.3 Ishikawa

El 'Diagrama de Ishikawa', también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas que facilitan el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios.

Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la calidad de productos, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema.

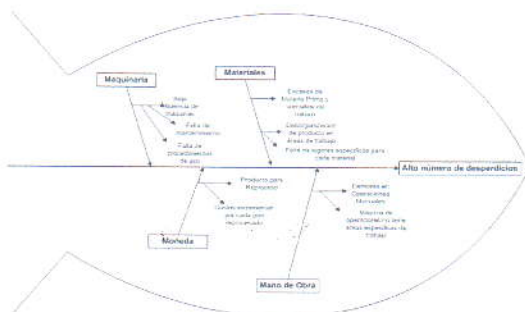


Figura 3. Ishikawa para analizar nivel de desperdicios

3.4 Mapeo de la cadena de valor

El desarrollo del mapeo de cadena de valor se lleva a cabo en el momento que se desee mejorar y mantener competitividad en el mercado por parte de la empresa. En si el mapeo es una mejora continua que se hace, visualizando el estado actual de la

empresa, analizando en que partes se requiere mejorar, resaltando el más mínimo detalle que involucre la elaboración de pan de molde.

3.5 Variables del proceso a medir

Dentro de las variables que estarán en estudio, para la mejora del proceso productivo para la obtención de pan de molde tenemos:

- Temperatura dentro de cámara de fermentación
- Temperatura de horneado
- Peso final del producto
- pH final del molde

4. Planteamiento de Metodología 5'S

4.1 Separar/Clasificar

Es la primera de las 5 fases. Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos. Conforme se acumulen elementos innecesarios se generan problemas tales como la falta de espacio dentro de las áreas, obstaculización del paso y transporte de productos o materias primas entre otros.



Figura 4. Criterios de separación

4.2 Ordenar

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, pero a menudo, el más simple es: Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar. En la siguiente Tabla basada en el criterio de Organización, se indica el criterio a utilizar para el planteamiento de este segundo pilar:

Tabla 1. Criterios de Organización

| Frecuencia de uso | Donde guardar |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| En todo momento | Junto a la persona |
| Varias veces al día | Cerca de la persona |
| Varias veces por semana, algunas veces al mes | Cercano al área de trabajo: estantes, armarios, áreas predeterminadas |
| Algunas veces al año | Bodega o archivo del área |
| Esporádica | Bodega o archivo central |

En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Se realizaron una serie de reuniones con los departamentos de producción, calidad y financiero, en donde se les explica que si no se considera esta herramienta no podemos avanzar con el planteamiento de mejora futura.

Dentro de los logros obtenidos puedo indicar que antes de aplicar este punto, no se tenía un área de enfriamiento determinada para pan de molde, ya que una vez horneado los moldes, estos eran colocados de manera aleatoria y desordenada, en zonas libres de mesas de trabajo, por lo que se dificultaba de cierto modo el paso y traslado de producto así como los movimientos del personal de planta.



Figura 5. Zona de enfriamiento antes de mejora

Después de realizar la corrección y determinar áreas y formas para enfriar el producto, se reunió al personal de producción para indicarles la necesidad de establecer zonas en donde el producto llegue a temperatura de enfundado de manera rápida y segura.



Figura 6. Zona de enfriamiento luego de mejora

4.3 Limpiar

Una vez que el espacio de trabajo está despejado (Seiri) y ordenado (Seiton), es mucho más fácil

limpiarlo (Seisō). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

Se estableció una rutina de control y limpieza donde, se empleó un formato para la inspección del aseo de la planta. Con este formato se asignan tareas de limpieza a cada uno de los operadores por espacio, las mismas que serán controladas y monitoreadas de manera continua por el Jefe de Calidad.



Figura 7. Área de amasado antes de mejora

Unos de los objetivos de este proyecto es disminuir el desaseo y posibles focos infecciosos para las masas y productos en proceso o terminado dentro de la planta.



Figura 8. Área de amasado después de mejora

4.4 Estandarización / Control Visual

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

A menudo el sistema de las 5S se aplica sólo puntualmente. Seiketsu recuerda que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para lograrlo es importante crear estándares. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

4.5 Autodisciplina

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema 5S. Si se aplica sin el rigor necesario, éste pierde toda su eficacia.

La disciplina debe estar presente en cada uno de los puntos a tratar dentro de este estudio. Por la complicación de esta parte de la técnica, se

necesitará de mucho tiempo para poder lograr el cambio cultural ya que todo ser humano es resistente al cambio en mayor o menor grado.

A manera de promover la disciplina del esquema de trabajo planteado se sugieren evaluaciones semanales en primera instancia para afianzar cada uno de los puntos tratados. Luego de que se tenga dominada la situación y que el personal tanto de planta como administrativo este seguro y sea consecuente con las metas a lograr dentro de la empresa, se realizarán evaluaciones mensualmente.

5. Experimentación

Se recrearon los procesos establecidos en capítulos anteriores, dentro de cada una de las estaciones de trabajo de Panadería. Dichas áreas de operación serán mejoradas de acuerdo a lo establecido en la Metodología de las 5 S.

Para las corridas experimentales se aplicaron cada uno de los detalles y puntos expuestos dentro de la metodología, obteniendo tiempos por proceso mejorados.

Se analizaron los parámetros tanto de temperaturas así como de peso y pH, establecidos con anterioridad, obteniendo resultados que se presentan en las siguientes gráficas de control, con las que se evidencia aún que el factor humano sigue siendo limitado, debido al poco cambio de personas en las áreas.

Temperatura dentro de cámara de fermentación

Una vez ingresados los datos en Minitab, se generan gráficas de variabilidad y de desviación estándar, las que muestran un movimiento variable sin puntos fuera de los límites planteados. Luego de las mejoras planteadas, el proceso no es del todo perfecto, ya que hay cosas que toman tiempo erradicar, como la cultura implantada a lo largos el tiempo en cada uno de los operadores, sin embargo la mejora se demuestra al tener valores cercanos a la desviación estándar del proceso en general.

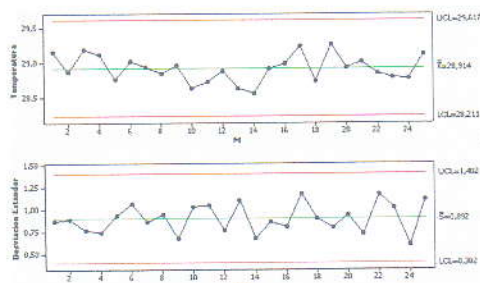


Figura 9. Gráfico de control para temperaturas en cámara de leudo durante la mejora

Temperatura de molde recién salido del horno

Una vez que se conocen los datos con respecto a las temperaturas de los moldes luego del horneado, se visualiza en la gráfica que el proceso es una variable continua, sin puntos extremadamente alarmantes. Se destaca la importancia de continuar con capacitaciones para los operadores, ya que esto colaborará en el entendimiento de cada uno de los procedimientos planteados.

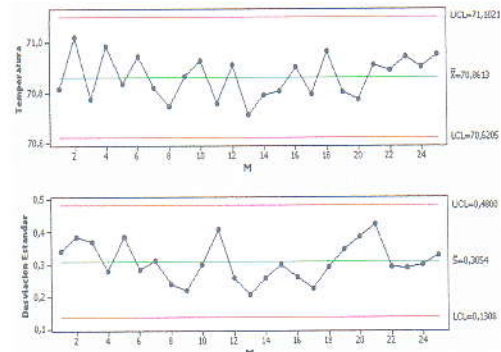


Figura 10. Gráfico de control para temperaturas de moldes luego del horneado

Peso final del molde

Para regularizar este parámetro, se trabajó directamente con el personal del sistema continuo, evitando la rotación de ellos y estableciendo encargados para cada operación.

A su vez se realizaron ajustes dentro del sistema continuo, para de esta manera obtener pesos más cercanos a lo establecido. Los puntos obtenidos están dentro de los límites pero aun así faltan mejoras que implementar, todo esto dependerá de la aceptación de la nueva cultura de trabajo y la revisión continua de la tecnología utilizada. Cabe destacar que los límites se van cerrando y la desviación estándar es más pequeña, lo que resalta un mejor manejo del proceso.

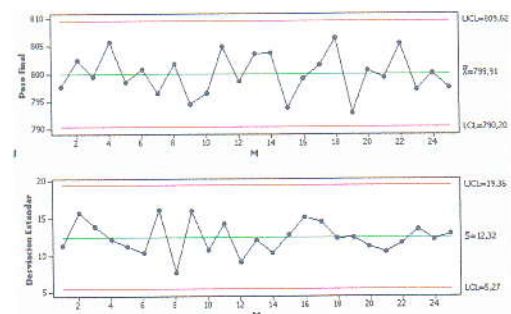


Figura 11. Gráfico de control para pesos finales de moldes mientras se realizan mejoras

pH final de pan de molde

Uno de los parámetros más importantes de seguimiento es el de pH, ya que al obtener valores

que sobrepasen el de 5,7 se facilita la proliferación microbiana no solo de mohos sino de otros agentes presentes en el ambiente. Con la reformulación del producto se obtuvieron tiempos más cortos de fermentación, lo que de cierto modo hizo alargar los tiempos de conservación y mejora de la calidad organoléptica del pan y que se presentan en la siguiente tabla:

Con el planteamiento de límites de control se genera la siguiente gráfica, en donde se demuestra la variabilidad de las observaciones, la que se presenta dentro lo de esperado, al implementar mejoras antes mencionadas.

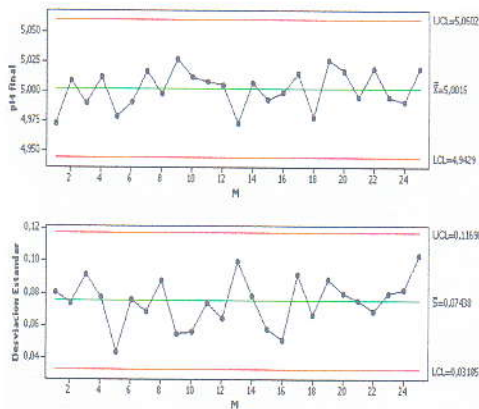


Figura 12. Gráfico de control para pH final de los moldes durante mejoras

Validaciones Estadísticas de resultados

Para la validación de los resultados de una manera estadística utilizamos el ANOVA o Análisis de Varianza, el cual permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. La prueba permitió distinguir si existe diferencia en los promedios para la los diferentes valores de las variables nominales.

Primer ANOVA

Se comparan los valores de temperaturas dentro de la cámara de fermentación con el pH final de los panes de molde para ver si existe o no una diferencia de medias entre los tratamientos.

Se considera que la variación dentro de las muestras es una variación aleatoria o al azar, y parte del objetivo del análisis de varianza es determinar si las diferencias entre las medias muestrales son las que se esperarían debido sólo a la variación aleatoria o si en realidad también hay una contribución de la variación sistemática que se atribuye directamente a la temperatura de cámara.

Como se aprecia, el F calculado es mayor al obtenido en tabla, lo que permite concluir que la

temperatura dentro de cámara de fermentación, influye en el pH final del pan de molde, lo que produce esta diferencia de medias encontrada por la aplicación del análisis, todo esto para un intervalo de confianza del 95 %, siendo aceptada la hipótesis alternativa, en donde se plantea una diferencia de medias.

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|--------|----|---------|---------|--------|-------|
| Factor | 4 | 1,71749 | 0,42937 | 110,91 | 0,000 |
| Error | 25 | 0,09678 | 0,00387 | | |
| Total | 29 | 1,81427 | | | |

S = 0,06222 R-Sq = 94,67% R-Sq(adj) = 93,81%

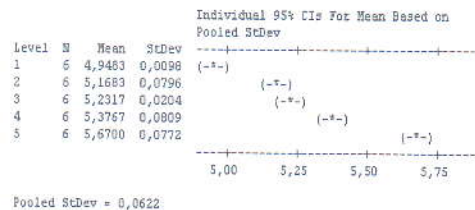


Figura 13. ANOVA Caso 1 generado en Minitab

Segundo ANOVA

Se compara el tiempo que toma rebanar los moldes y las unidades defectuosas o llamadas también desperdicios que se generan a lo largo de la operación para identificar diferencia de medias entre los tratamientos expuestos.

Si tomamos en criterio un intervalo de confianza del 95 %, se obtiene que el valor de F calculado es mayor que el F de tabla, lo que permite concluir que la diferencia de medias entre los tratamientos planteados existe, y que dentro del proceso de rebanado hay momentos en que se generan variaciones significativas en cuanto al número de desperdicios obtenidos, teniendo varianza poblacional en los tratamientos revisados.

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|--------|----|-------|------|------|-------|
| Factor | 4 | 322,9 | 80,7 | 5,70 | 0,002 |
| Error | 25 | 353,6 | 14,2 | | |
| Total | 29 | 676,7 | | | |

S = 3,762 R-Sq = 47,71% R-Sq(adj) = 39,35%

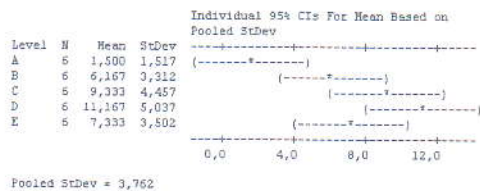


Figura 14. ANOVA Caso 2 generado en Minitab

Análisis de costos directos antes y después

El tiempo de ciclo para la obtención de pan de molde disminuye significativamente en aproximadamente 45 minutos por parada de producción, tomando como referencia los valores

promedios obtenidos antes y después de la implementación de mejoras, por lo que representa un ahorro sustancial de tiempo, y por ende de dinero. En total se tiene un ahorro de 0,75 horas, lo que significa \$21,56 en ahorro mensual.

Luego de aplicar las mejoras y ciertos cambios dentro del proceso, la producción se incrementa en un 37,72 %, al corregir algunos defectos de operación. Este aumento se convierte en ahorro para la empresa, ya que se relaciona directamente con costos de mano de obra, ya que antes de la implementación se obtenían 11 paradas, y actualmente 15 paradas por día, obteniendo 834 unidades producidas de más en un día de trabajo, contando con una ganancia de \$ 433,68, teniendo en cuenta que el costo de producción por unidad es de \$ 0,52.

El porcentaje de desperdicios disminuyó de 3,54% a 1,77%, logrando un ahorro de 1,77%. Conociendo el promedio de pan de molde producido al mes (3045 unidades al día) y el costo de la fórmula para una parada (\$ 133,33) podemos determinar que la mejora en el porcentaje de desperdicio ahorra \$ 434,79 mensuales. En la siguiente tabla se resume el ahorro en dólares, que se obtuvo luego de la mejora:

6. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Con la toma de tiempos antes y después se determinó cuáles de ellos se encontraban con distribución estadística normal, en cada una de las áreas de operación, obteniendo los tiempos de ciclo, que es el tiempo utilizado para elaborar cada una de las paradas por turno de trabajo. Luego de la mejora, estos tiempos de ciclo se redujeron en un 7,57%, optimizando el proceso y reduciendo costos de producción.
- El uso de la metodología 5 S como herramienta de mejora dentro de este estudio, permitió cumplir con los cambios propuestos presentados en el análisis inicial de la situación de la empresa, teniendo en cuenta la mejora que se obtendría en cuanto a costos directos y tiempos de operación.
- Con las mejoras propuestas, el personal fue reorganizado y distribuido de manera tal que se abastecen de materias primas y herramientas de trabajo rápidamente, eliminando la acumulación de producto en proceso o producto terminado dentro de las diferentes áreas.
- En las Gráficas de Control obtenidas luego de las mejoras, se verifica un mejor manejo de las

operaciones dentro de Panadería, con los valores reducidos de los límites tanto superior como inferior así como los de desviación estándar y con la ausencia de valores fuera de lo establecido.

- Con el análisis de varianza (ANOVA) se encuentra que las variables manipuladas inciden significativamente en las unidades medidas como son pH y unidades defectuosas. Se establece que las variaciones no son causa del azar.

Recomendaciones

- El uso de herramientas estadísticas en el control del proceso le permite a una empresa crecer y mantenerse, disminuyendo sus debilidades, apuntalando siempre a las fortalezas.
- Capacitar al personal directivo y gerencial acerca del programa 5 S, explicando los beneficios que se obtienen y los pasos a seguir para la implementación. De esta manera se involucran no solo con la asignación de recursos sino también con el seguimiento de la metodología en la fase de implementación.
- Se sugiere capacitar y motivar constantemente al personal, para que de esta manera no pierdan el interés en cuanto a la técnica, mediante charlas, en donde puedan interactuar entre ellos, generando así una serie de ideas y mejoras.
- Una vez que se implemente la metodología, realizar auditorías permanentes, no solo para darle el seguimiento apropiado sino para planificar mejoras en cuanto a la medición de indicadores.
- Se recomienda continuar con la técnica de las 5 S para así mejorar la calidad y productividad de la empresa de manera continua y constante.

7. Bibliografía

Textos

1. CHARLEY HELEN, "Tecnología de los Alimentos, Procesos químicos y físicos en la preparación de los alimentos", Editorial LIMUSA, 2001.
2. LEZCANO ELIZABETH, "Guía de BPM en Panificados y Productos de Confeitería", Primera Edición, 2002.

Web Sides

- http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761586312/Descubrimiento_de_América.html#s2
- <http://www.op-group.net/>



Ing. Patricio Cáceres Costales
Profesor Auspiciante