

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y TITULACIÓN PROFESIONAL



**REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE PANES PARA QALIWARMA BAJO EL
MÉTODO DMAIC EN LA EMPRESA CONSORCIO MOLICAM.
HUÁNUCO 2017.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

TESISTAS

Bach. Ing. Ind. Aquino Laurencio, Anderson Williams
Bach. Ing. Ind. Gonzales Alvarado, Christian Yhonatan

ASESOR

Ing. Jorge Teófilo Chávez Estrada

HUANUCO – PERÚ
2017

DEDICATORIA

A nuestros Padres por ser el pilar fundamental en toda nuestra formación académica; por su incondicional apoyo moral perfectamente mantenido a través del tiempo y por todo el amor sincero que nos brinda día a día.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quisiéramos agradecer a Dios por bendecirnos de poder culminar la Tesis, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por darnos la oportunidad de estudiar y ser un profesional competitivo.

Asimismo agradecemos a los Docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas; por brindarnos una excelente formación académica.

Agradecer en particular a nuestro asesor Ing. Jorge Teófilo Chávez Estrada, por su tiempo, esfuerzo y dedicación; quien con sus conocimientos y experiencia, ha logrado en nosotros poder haber culminado la tesis.

RESUMEN

La investigación desarrollada que lleva por título “Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de panes para QALIWARMA bajo el método DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM. Huánuco 2017”, nos permitió que una vez detectado el problema de la calidad en la producción de los panes, expresada por la variabilidad en sus parámetros referenciales de conformidad, trazar como objetivo general el de reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes empleando la metodología DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM, y con los objetivos específicos que fueron cumpliéndose desplegando la metodología DMAIC es decir definir, medir, analizar, mejorar y controlar el proceso de producción, cabe hacer notar que cada una de estas etapas conllevaba a su vez el despliegue de otras herramientas para lograr el objetivo de la calidad, realizadas estas tareas se pudo identificar los puntos críticos y se determinaron los valores actuales del proceso de producción para cuantificando las medidas de posición, dispersión y formar las variables de calidad, como consecuencia de estas actividades se logró determinar que los procesos de horneado, modelado y vaciado son los procesos acompañados a los factores de mano de obra, estado de los equipos y maquinarias y el ambiente de trabajo como las causas principales para la generación de productos no conformes, se tomaron las medidas correctivas pertinentes a través de planes de mejora con lo que luego de su implementación se logró reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes.

INTRODUCCIÓN

La calidad como paradigma imperante en las relaciones de producción y comercialización nos permiten en la actualidad desplegar un conjunto de herramientas que nos permiten arribar a la satisfacción del cliente, la metodologías DMAIC, es una de ellas, su uso y despliegue, a través de la metodología de Definir, medir, analizar mejorar y controlar, permiten medir la capacidad del proceso, mediante la caracterización, identificación de los requisitos claves del cliente, las características claves del producto y los parámetros que afectan al funcionamiento del proceso y a partir de ello formular los planes de mejora que harán más eficaz y eficiente a la organización, además que se fortalece la imagen de la organización debido a que los productos que se ofertan cumplen con los requisitos y especificaciones de los clientes, la aplicación de esta metodología y sus respectivas herramientas en una empresa huanuqueña como Molicam, es un aporte al desarrollo de dicha empresa y por ende a nuestra región, esperamos que sea el punto de partida para hacer un uso intensivo de estas herramientas en bien del desarrollo regional y nacional.

INDICE

I. GENERALIDADES	7
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2.1. Antecedentes y fundamentación del problema.	8
2.2. Formulación del problema.....	100
2.3. Objetivos	100
2.4. Justificación e importancia.	11
2.5. Limitaciones	12
2.6 Viabilidad.....	12
III. MARCO TEÓRICO	13
3.1 ANTECEDENTES	13
3.2 BASES TEÓRICAS.....	177
3.3 Definición de términos básicos.....	377
IV. MARCO METODOLÓGICO	477
4.1 Hipótesis.	47
4.2 Sistema de Variables e Indicadores.....	47
4.3 Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores	47
4.4 Nivel y Tipo de Investigación.....	488
4.5 Diseño de la Investigación.	48
4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA	48
V. RESULTADOS	49
5.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	49
5.2 SITUACION ACTUAL	52
5.3 SITUACIÓN DESEADA	60
5.4 NECESIDADES DE MEJORA CONTINUA.....	64
5.5 DISEÑO DEL PLAN.	85
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA	99

CAPITULO I

GENERALIDADES

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de panes para QALIWARMA bajo el método DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM. Huánuco 2017.

TESISTAS:

Bach. Ing. Ind. Aquino Laurencio, Anderson Williams

Bach. Ing. Ind. Gonzales Alvarado, Christian

ASESOR: Ing. Jorge Teófilo Chávez Estrada

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes y fundamentación del problema.

A nivel mundial las empresas de alimentos humanos pugnan por lograr un buen posicionamiento, el que les permita tener cada vez mayor cantidad de clientes y con ellos mejores y mayores ingresos, esta búsqueda se hace fundamentalmente a través del despliegue de herramientas de gestión en todas las actividades de las organizaciones, y en todos los aspectos, los que como se dijo anteriormente permitirá lograr el liderazgo y posicionamiento. Hay que tener en cuenta que la tasa de crecimiento de la población mundial expresa el constante crecimiento de los seres humanos los mismos que se vuelven en consumidores de productos alimenticios, esta realidad también se replica a nivel nacional, el Perú en virtud al crecimiento económico experimentado en las últimas décadas, ha desarrollado una mayor demanda en todos los rubros, en particular en el de alimentos, que también ha dinamizado a la oferta, al ofertarse una mayor variedad de productos la competencia se incrementa, y los

factores que son enfatizados por el cliente, merecen mayor atención de parte de la empresa, lo que se logra prioritariamente a través del despliegue de herramientas de gestión, las organizaciones peruanas, confían, cada vez en mayor grado, en las bondades y beneficios de emplear técnicas, herramientas, métodos y metodologías, se ha dado un paso importante al hecho de incorporar como parte de su quehacer diario el despliegue de dichos factores de gestión. Huánuco no es ajeno a esta tendencia, si bien es cierto no existe una sólida y fuerte presencia de empresas industriales, se puede apreciar si un pujante esfuerzo por lograr buenos resultados de desempeño, con las empresas existentes, en este contexto se ha podido observar la empresa Molicam, respecto a los panes que provee a Qaliwarma, que los panes al final del proceso no son homogéneos, pues se puede apreciar diferencias en cuanto al tamaño, peso, color sabor, lo que lleva a los reclamos y el descontento de los clientes sea cada vezas frecuente, y muchas veces exponiéndose a las sanciones de parte del programa Qaliwarma y de las otras instituciones e instancias del estado, en algunos casos se han podido observar, que existen desperdicios en el proceso productivo, presencia de cuerpos extraños en la materia prima e insumos, estos síntomas tienen como posibles causas: la falta de un control adecuado de la materia prima que ingresa al proceso productivo, el personal de planta cumple parcialmente con todo lo que indica el reglamento de higiene y sanidad, falta de capacitación y adiestramiento del

personal en Buenas Prácticas de Manufactura, si los síntomas y causas persisten, la empresa perderá clientes pues no podrá cumplir con sus requerimientos; en ésta situación para que la empresa mejore la calidad de su proceso productivo, minimizando los productos defectuosos e inconformes, proponemos llevar a cabo una investigación para diseñar un plan que permita reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes para QALIWARMA bajo el método DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM.

1.2. Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál será la reducción de la variabilidad en el proceso de producción de panes para QALIWARMA bajo la metodología DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM?

1.3. Objetivos

General

Reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes empleando la metodología DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM.

Específicos

- a) Definir y evaluar los requerimientos del cliente en el proceso de producción de panes.
- b) Medir el desempeño del proceso actual de producción de panes para abastecer al programa Qaliwarma

- c) Analizar la información recolectada para mejorar el proceso de producción de panes
- d) Mejorar el proceso atacando las causas raíz.
- e) Controlar la evolución de los indicadores para tomar las medidas pertinentes.

1.4. Justificación e importancia.

Justificación

Considerando que una investigación científica puede tener justificación de orden teórica, práctica o metodológica, la investigación que se pretende llevar a cabo presenta justificación práctica (Bernal: 2005, 104) ya que se propone reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes bajo el método DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM

Importancia

La importancia de la presente investigación radica en que aplicando la metodología DMAIC se permitirá reducir la variación, los defectos y errores en la producción de panes que la empresa provee al programa estatal Qaliwarma, sabemos que las inconformidades que se detectan a los proveedores de este programa acarrearán sanciones muy severas, se quiere evitar que eso suceda, además que se influirá positivamente mejorando la eficacia y eficiencia productiva y con ello la productividad.

1.5. Limitaciones

Habiendo desarrollado la investigación, no se han encontrado limitaciones para su desarrollo.

2.6 Viabilidad

Para llevar a cabo la investigación se contactó con los directivos de la empresa, los mismos que durante el periodo de la investigación nos dieron la autorización para acceder a la información necesaria. Por otro lado la parte económica fue financiada íntegramente por los tesisistas.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES

Varas Acuña, Cristian Antonio; en su memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos, titulada: “Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate”, presentada en la Universidad de Chile el año 2010, se planteó como objetivo: “Implementar la metodología DMAIC para proyectos de mejora en las etapas de fabricación de chocolates.”, después de haber realizado la investigación concluyo que:

“Se recopilaron los antecedentes del proceso y se identificaron las áreas con oportunidad de mejora en fabricación de chocolates.

Se recolectaron datos iniciales de cada área de fabricación de chocolates durante 6 semanas, obteniendo 207,6 kg de pérdida por día promedio.

Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada área de fabricación de chocolates.

Se registró un sigma inicial de 1,83, este aumentó a 3,87 luego de implementar las mejoras potenciales identificadas con el uso de la metodología DMAIC, probando la hipótesis en relación a los objetivos propuestos.

Luego de la implementación de soluciones, las pérdidas disminuyeron a 137,3 kg por día promedio y desaparecieron los eventos especiales registrados en la etapa inicial.”

Barahona Castillo, Leandro y Navarro Infante, Jessica; en su tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, titulado “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma”, en el año 2013; se trazaron como objetivo “Reducir el alto consumo de zinc y disminuir las devoluciones de productos fuera de especificación y con defectos”, después de haber realizado la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

“En la fase de definición se identifica el problema principal del área de galvanizado mediante una matriz de enfrentamiento que considera los factores de frecuencia, pérdidas mensuales y facilidad de implementación para cada uno de los problemas encontrados. De esta manera, se tiene como principal problema el alto consumo de zinc representando un exceso de consumo de 55 g/m². Además se definen el alcance, los objetivos y las metas del proyecto de mejora teniendo como resultado el Project

chárter, la voz del cliente, los diagramas de proceso y el cronograma de trabajo.

En la fase medición se describe la situación actual del proceso a través del mapa de flujo de valor donde se visualiza que el tiempo de respuesta que exige el cliente es menor al del proceso actual, se identifican las variables de entrada-salida de cada uno de los procesos del área de galvanizado (área a analizar) para seleccionar las variables críticas del proceso que influyen en el problema principal mediante una matriz de enfrentamiento y se evalúa el costo de la no calidad. Además se determina que el sistema de medición es aceptable mediante la prueba R&R y que el proceso no es capaz ya que la dispersión sobrepasa los límites de especificación y tiene una eficacia de 76%.

La fase analizar se divide en dos grupos: análisis del proceso y análisis de datos. De las variables críticas identificadas, dos requieren un análisis del proceso y las demás un análisis de datos. En el primer grupo, análisis del proceso, se identifican los desperdicios en base al mapa de flujo de valor, el cual es un entregable de la fase medición. En adición, se identifican las oportunidades de mejora a través del uso de dos herramientas de lean manufacturing: 5 S y mantenimiento productivo total; donde se hace un planteamiento de la situación actual. En el segundo grupo, análisis de datos, se efectúa el análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables correspondientes a este grupo, donde se obtiene que solo dos del

total, longitud de inmersión en la tina de zinc y velocidad de recogido (m/min), influyen en el problema principal.

La fase mejorar se divide en dos grupos: mejoras utilizando herramientas de Lean manufacturing y mejoras utilizando herramientas de Six Sigma. En el primer grupo se desarrolla el planteamiento de la mejora propuesta por cada herramienta analizada en la fase anterior y su beneficio. En el segundo grupo se desarrolla el diseño de experimentos para las dos variables que influyen en el problema principal, analizadas en la fase anterior. De esta manera se obtiene una longitud de inmersión en la tina de zinc de 2.4 m y una velocidad de recogido de 76 m/min, que optimiza el valor de la capa de zinc a 274.7 g/m².

Con las mejoras de Six sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en un flujo continuo del proceso, al reducir las paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es un soporte para los niveles de velocidad de operación propuestos en la fase anterior.”

Tang Cárdenas, Robert, en su tesis titulada “Diseño de un plan de mejora para la reducción de la merma en el área de peregible en la empresa de supermercados metro de la ciudad de Huancayo”, desarrollada para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco 2013; se fijó como objetivo “Diseñar un plan de mejora continua según la metodología DEMAIC, para la reducción de la merma en el área

de perecibles de la empresa de supermercados Metro de la ciudad de Huancayo”, llevada a cabo la investigación concluyo que, “Se diseñó un plan de mejora continua según la metodología DMAIC, para la reducción de merma en el área de perecibles de la empresa de Supermercados metro de la ciudad de Huancayo, analizando al detalle cada sección del área de perecibles y apoyándonos con herramientas de calidad para conocer las verdaderas causas y partir de ellos para atacar las mismas, lográndose la reducción de la merma excesiva con que se contaba en la secciones del área de perecibles de supermercados metro de la ciudad de Huancayo, llevándola a los límites permitidos” además llegó a la conclusión que “Los planes de control son muy importantes, para mantener controlado la propuesta de mejora continua y no salir de los rango permitidos, para ello se realizó un plan de control que consta de acciones a realizar, quienes son los responsables y la periodicidad, que van ayudar que los jefes de sección siempre estén alineados al proceso de mejora continua y así crear hábitos en ello”.

3.2 BASES TEÓRICAS

3.2.1 Six Sigma

“Six-Sigma se refiere a la filosofía y los métodos que usan compañías como General Electric y Motorola para eliminar defectos en sus productos y procesos. Un defecto simplemente es cualquier componente que no se encuentra

dentro de las especificaciones de los clientes. Cada paso o actividad de una compañía representa una posibilidad de que ocurran defectos y con los programas de Six-Sigma se trata de reducir la variación de los procesos que generan estos efectos. De hecho, Six-Sigma propone que se consideren las variaciones como el enemigo de la calidad y gran parte de la teoría en que se basa Six-Sigma se dedica a abordar este problema. Un proceso que está en control de Six-Sigma producirá no más de dos defectos por millón de unidades. Muchas veces se indica como cuatro defectos por millón de unidades, que es cierto si el proceso transcurre a menos de un sigma de la especificación deseada.

Una de las ventajas del pensamiento de Six-Sigma es que los gerentes pueden describir fácilmente el desempeño de un proceso en términos de su variabilidad y comparar varios procesos usando una medida común. Esta medida es: defectos por millón de oportunidades (DPMO). El cálculo requiere tres datos:

1. Unidad. El artículo producido o el servicio prestado.
2. Defecto. Cualquier artículo o suceso que no cumpla con los requisitos del cliente.
3. Oportunidad. Posibilidad de que ocurra un defecto.”

(Chase et al. 2006. 313-314)

“Seis sigma representa un métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, seis sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación. Como filosofía de trabajo, seis sigma significa mejoramiento continuo de procesos y productos apoyado con la aplicación de metodología seis sigma, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo. Como meta, un proceso con nivel de calidad seis sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos (0.00189 ppm, proceso centrado y hasta 3.4 ppm, proceso con un descentrado de 1.5)”

(Escalante, 2008:17)

Metodología Six-Sigma

“Mientras que los métodos de Six-Sigma incluyen muchas herramientas estadísticas que se empleaban en otros movimientos por la calidad, aquí se aplican de manera sistemática y enfocadas en los proyectos, mediante el ciclo de definir, medir, analizar, incrementar y controlar (DMAIC). El ciclo DMAIC es una versión más detallada del ciclo PDCA de Deming, que consta de cuatro pasos: planear, desarrollar, comprobar y actuar, que son la base del mejoramiento continuo (el mejoramiento continuo, también conocido como

kaizen, busca mejorar constantemente maquinaria, materiales, utilización de mano de obra y métodos de producción a través de la aplicación de sugerencias e ideas de los equipos de la compañía). Como Six-Sigma, también subraya el método científico, particularmente la comprobación de hipótesis sobre la relación entre insumos (las x) y productos (las y) de los procesos usando diseño de métodos de experimentos (DOE: design of experiments). La disponibilidad de modernos programas de cómputo para estadística ha reducido el laborioso trabajo de analizar y desplegar los datos y ahora es parte de las herramientas de Six-Sigma. Pero el objetivo general de la metodología es entender y lograr lo que quiere el cliente, ya que se considera la clave para la rentabilidad de un proceso de producción. De hecho, para recalcar el punto, algunos dicen que DMAIC significa “Directores Menos Ignoran A los Clientes”.

El planteamiento común de los proyectos de Six-Sigma es la metodología DMAIC desarrollada por General Electric, como se describe a continuación:

1. Definir (D)

- Identificar a los clientes y sus prioridades.
- Identificar un proyecto adecuado para los esfuerzos de Six-Sigma basado en los objetivos de la empresa, así como en las necesidades y retroalimentación de los clientes.

- Identificar las características cruciales para la calidad (CTQ: critical to quality) que el cliente considera que influyen más en la calidad.

2. Medir (M)

- Determinar cómo medir el proceso y cómo se ejecuta.
- Identificar los procesos internos claves que influyen en las características cruciales para la calidad y medir los defectos que se generan actualmente en relación con esos procesos.

3. Analizar (A)

- Determinar las causas más probables de los defectos.
- Entender por qué se generan los defectos identificando las variables clave que tienen más probabilidades de producir variaciones en los procesos.

4. Incrementar (I)

- Identificar los medios para eliminar las causas de los defectos.
- Confirmar las variables clave y cuantificar sus efectos en las características cruciales para la calidad.
- Identificar los márgenes máximos de aceptación de las variables clave y un sistema para medir las desviaciones de dichas variables.
- Modificar los procesos para estar dentro de los límites apropiados.

5. Control (C)

- Determinar cómo mantener las mejoras.
- Fijar herramientas para que las variables clave se mantengan dentro de los límites máximos de aceptación en el proceso modificado.”

(Chase et al. 2006. 314-315)

3.2.2 Herramientas analíticas para Six-Sigma y el mejoramiento continuo

“Las herramientas analíticas para Six-Sigma se usan desde hace muchos años en los programas tradicionales de mejora de la calidad. Lo que las hace únicas en su aplicación de Six-Sigma es la integración de estas herramientas en un sistema de administración corporativa. Las herramientas comunes de todas las iniciativas de calidad, incluyendo Six-Sigma, son diagramas de flujos, gráficas de corridas, gráficas de Pareto, histogramas, formas de comprobación, diagramas de causas y efectos, y gráficas de control.(...)”

Diagramas de flujo. Hay muchos tipos de diagramas de flujo.

(...) Básicamente, SIPOC es un modelo formalizado de insumos y productos, que se usa para definir las etapas de un proyecto.

Gráficas de corridas. Representan tendencias de los datos al paso del tiempo y, por eso, ayudan a entender la magnitud

de un problema en la etapa de definición. Por lo común grafican la mediana de un proceso.

Gráficas de Pareto. Estas gráficas desglosan un problema en las contribuciones relativas de sus componentes. Se basan en el resultado empírico común de que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de causas. En el ejemplo, 80% de las quejas de los clientes se deben a entregas demoradas, que son 20% de las causas anotadas.

Formas de comprobación. Son formas básicas que sirven para uniformar el acopio de datos. Sirven para crear histogramas como se muestra en las gráficas de Pareto.

Diagrama de causas y efectos. También llamados diagramas de espina de pescado, muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, procedería el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuía al problema.

Diagrama de flujo de oportunidades. Se usa para discernir en un proceso los pasos que agregan valor de los que no lo agregan.

Gráficas de control. Se trata de gráficas de series temporales que muestran los valores graficados de una estadística, incluyendo un promedio central y uno o más límites de control. Aquí se usa para asegurarse de que los cambios introducidos están en control estadístico. (...)

Otras herramientas que tienen un uso extenso en los proyectos de Six-Sigma son modo de falla y análisis de efectos (FMEA: Failure Mode and Effect Analysis) y diseño de experimentos (DOE).

Modo de falla y análisis de efectos. Se trata de un método estructurado para identificar, calcular, conferir prioridades y evaluar el riesgo de posibles fallas en cada etapa de un proceso. Comienza por identificar cada elemento, montaje o parte del proceso y anotar los modos posibles de fallo, causas potenciales y efectos de cada falla. Para cada modo de falla se calcula un número de prioridad de riesgo (RPN: Risk Priority Number). Es un índice usado para medir el orden de importancia de los elementos anotados en la gráfica FMEA. (...). Estas condiciones incluyen la probabilidad de que suceda el fallo (ocurrencia), el daño que resulte del fallo (gravedad) y la probabilidad de detectar el fallo internamente (detección). Los elementos de más RPN deben ser los primeros en considerarse para mejoramiento. El FMEA sugiere una acción recomendada para eliminar la condición de fallo; que se asigne una persona o departamento responsable para resolver el problema y se vuelva a elaborar el sistema, diseño o proceso y que se vuelva a calcular el RPN.

Diseño de experimentos (DOE: design of experiments). El diseño de experimentos, que a veces se llama pruebas

multivariadas, es una metodología estadística para determinar las relaciones causales entre las variables de procesos (eje de las x) y la variable de producción (eje de las y). En contraste con las pruebas estadísticas comunes, en las que hay que cambiar las variables una por una para determinar cuál es la que más influye, DOE permite experimentar simultáneamente con muchas variables mediante una selección cuidadosa de un subconjunto de éstas.

Six-Sigma esbelta combina las herramientas de implantación y control de calidad de Six-Sigma con conceptos de administración de materiales de manufactura esbelta. En la manufactura esbelta se consigue un volumen grande de producción con los menores desperdicios, mediante el uso de métodos de inventario justo a tiempo. El término esbelto en este contexto se centra en aminorar los costos reduciendo al mínimo las materias primas, trabajos por terminar e inventario de bienes terminados. Reducir el inventario exige un nivel superior de calidad, dado que los procesos tienen que ser previsibles, pues no hay existencias sobrantes. Aminorar la variabilidad es un impulsor clave de los buenos programas de Six-Sigma esbeltos.”

(Chase et al. 2006. 315-318)

3.2.3 Funciones y responsabilidades en Six-Sigma

“La buena implantación de Six-Sigma se basa en seguir prácticas sensatas del personal, así como en metodologías técnicas. A

continuación se presenta un breve resumen de las prácticas del personal que se emplean para la implantación de Six-Sigma.

1. Líderes ejecutivos que realmente se comprometan con Six-Sigma y que lo promuevan en toda la organización y campeones que se apropien de los procesos que hay que mejorar. Los campeones salen de las filas de los ejecutivos y gerentes y se espera que identifiquen las medidas apropiadas al comenzar los proyectos y que se cercioren de que los esfuerzos de mejoramiento se enfoquen en los resultados comerciales.
2. Capacitación corporativa en los conceptos y herramientas de Six-Sigma. GE gastó más de mil millones de dólares para capacitar en los conceptos a sus profesionales. Ahora, casi todo profesional de la organización está calificado en las técnicas de Six-Sigma. Para comunicar la necesidad de atacar con fuerza los problemas, los profesionales reciben títulos tomados de las artes marciales según sus habilidades y funciones: cintas negras, que entrenan o, de hecho, dirigen un equipo de mejoramiento Six-Sigma; cintas negras maestros, que reciben capacitación exhaustiva en las herramientas estadísticas y procesos de mejora (realizan las mismas funciones que los cintas negras, pero para más equipos), y cintas verdes, que son empleados que recibieron suficiente capacitación en Six-Sigma para participar en un equipo o, en algunas compañías, para trabajar individualmente en algún

proyecto de pequeña escala relacionado con su trabajo. Diversas compañías usan estas “cintas” en combinaciones distintas con patrocinadores y campeones que guían los equipos.

3. Se determina la dificultad de los objetivos de mejoramiento
4. Refuerzo continuo y premios. En GE, antes de que se declaren los ahorros de un proyecto. El cinta negra responsable tiene que aportar pruebas de que los problemas se arreglaron permanentemente.”

(Chase et al. 2006. 318-319)

3.2.4 Indicadores de referencia externos de mejora de la calidad

“Los métodos de fomento de la calidad descritos hasta este momento se centran más o menos en el interior de la empresa. Buscan mejoras analizando detalladamente las prácticas actuales de la propia compañía. Sin embargo, los indicadores de referencia externos salen de la organización para examinar lo que hacen los competidores y los mejores realizadores de fuera de la industria.

Los indicadores de referencia comprenden los pasos siguientes:

Identificar procesos que necesitan mejoras. Identificar a la empresa que tenga el liderazgo mundial en ejecución del proceso. En el caso de muchos procesos, puede ser una compañía que no pertenezca a la misma industria. Entre los ejemplos se cuentan Procter and Gamble, que tomó como referencia a L. L. Bean para evaluar su sistema de recepción de pedidos, o ICL (un gran

fabricante de computadoras en Inglaterra) que tomó como referencia a Marksand Spencer (tiendas inglesas de ropa) para mejorar su sistema de distribución. En un estudio de McKinsey se cita una empresa que midió los tiempos de atención en el foso de un circuito de carreras de autos como punto de referencia para cambios con sus trabajadores en una línea de montaje.⁵ Llame a los gerentes de esa compañía y haga una visita personal para entrevistarlos a ellos y a los trabajadores. Muchas compañías seleccionan un equipo de trabajadores del proceso como parte del equipo de visitantes.

Analizar los datos. Esto entraña buscar lagunas entre lo que su compañía hace y lo que hace la compañía de referencia. Hay dos aspectos del estudio: uno es comparar los procesos reales; el otro es comparar el desempeño de estos procesos de acuerdo con un conjunto de medidas. En general, los procesos se describen con un diagrama de flujos y evaluaciones subjetivas sobre cómo se relacionan los trabajadores con dichos procesos. En algunos casos, las compañías permiten que se graben en video, aunque hay ahora una tendencia a mantener las cosas veladas, por temor de entregar secretos de procesamiento.”

(Chase et al. 2006. 322)

3.2.5 Variabilidad

“En general, se acepta que conforme la variación disminuye, la calidad mejora. En ocasiones, este conocimiento es intuitivo. Si un

tren llega siempre a tiempo, los horarios se pueden planear con mayor precisión. Si las tallas de ropa son consistentes, es posible ahorrar tiempo haciendo pedidos por catálogo. Pero en raras ocasiones se piensa en esas cosas en términos del valor de una variabilidad baja. Con los ingenieros, el conocimiento está mejor definido. Los pistones deben caber en los cilindros, las puertas deben caber en el espacio asignado para ellas, los componentes eléctricos deben ser compatibles y las cajas de cereal deben contener la cantidad correcta de pasas; de lo contrario, la calidad será inaceptable y los clientes no quedarán satisfechos.

Sin embargo, los ingenieros saben también que es imposible tener una variabilidad de cero. Por esta razón, los diseñadores establecen especificaciones que definen no sólo el valor predeterminado de algo, sino también los límites aceptables en relación con el objetivo. Por ejemplo, si el valor predeterminado de una dimensión es 10 pulgadas, las especificaciones de diseño deben ser 10.00 pulgadas \pm 0.02 pulgadas. Con esto, el departamento de manufactura sabrá que, aun cuando la meta debe ser 10 pulgadas exactamente, cualquier medida entre 9.98 y 10.02 pulgadas es correcta. Estos límites de diseño se conocen con frecuencia como límites de especificación superior e inferior o límites de tolerancia superior e inferior.

Una forma tradicional de interpretar una especificación de este tipo es que cualquier pieza que se encuentre dentro del rango permitido

es buena, mientras que cualquier pieza que quede fuera de él es deficiente.

Genichi Taguchi, notable experto en calidad de Japón, señala que el punto de vista tradicional no tiene sentido por dos razones:

1. Desde el punto de vista del cliente, a menudo no existe prácticamente ninguna diferencia entre un producto que queda justo dentro de las especificaciones y un producto que está justo fuera de éstas. Por el contrario, la diferencia es mucho mayor en la calidad de un producto que tiene las especificaciones meta y aquella de un producto que se encuentra cerca de uno de los límites.
2. Conforme los clientes se vuelven más exigentes, surge la presión de reducir la variabilidad.”

(Chase et al. 2006. 330)

3.2.6 Capacidad de proceso

“Taguchi argumenta que el hecho de estar dentro de la tolerancia no es una decisión de sí o no, sino una función continua. Por otra parte, los expertos en calidad de Motorola señalan que el proceso utilizado para producir un bien o prestar un servicio debe ser tan eficiente que la probabilidad de generar un defecto es muy, muy baja. Motorola hizo famosos la capacidad de los procesos y el diseño de productos con la adopción de los límites Six-Sigma. Al diseñar una pieza, se especifica que ciertas dimensiones deben estar dentro de los límites de especificación superior e inferior.

Como ejemplo sencillo, se supone que se va a diseñar un cojinete para un eje giratorio, es decir, el eje para las llantas de un auto. Hay muchas variables involucradas tanto en el cojinete como en el eje; por ejemplo, el ancho del cojinete, el tamaño de los rodillos, el tamaño del eje, el largo del eje, cómo está sujeto, etc. El diseñador especifica las tolerancias para cada una de estas variables con el fin de garantizar que las piezas se van a ensamblar de manera apropiada. Suponga que en un principio se selecciona un diseño y que el diámetro del cojinete se establece en 1.250 pulgadas \pm 0.005 pulgadas. Esto significa que las piezas aceptables deberán tener un diámetro que varía entre 1.245 y 1.255 pulgadas (que son los límites de tolerancia superior e inferior).

A continuación, se toma en consideración el proceso con el cual se va a fabricar el cojinete. Se pueden elegir varios procesos diferentes para producir el cojinete. Por lo regular, hay sacrificios que es necesario considerar al diseñar un proceso para fabricar una pieza. Por ejemplo, es probable que el proceso sea muy rápido pero no muy constante, o por el contrario, puede ser lento pero muy constante. La constancia de un proceso para producir un cojinete se puede medir de acuerdo con la desviación estándar de la medida del diámetro. Se puede hacer una prueba con la manufactura de, por decir, 100 cojinetes y medir el diámetro de cada cojinete de la muestra.

Después de realizar la prueba, se descubre que el diámetro promedio o medio es de 1.250 pulgadas. Otra forma de decir lo

anterior es que el proceso está “centrado” justo en medio de los límites de especificación superior e inferior. En realidad, podría ser muy difícil tener un proceso perfectamente centrado como en el ejemplo. Por decir, que los valores del diámetro tienen una desviación estándar o sigma igual a 0.002 pulgadas. Lo que esto significa es que el proceso no produce cojinetes exactamente del mismo tamaño.

Como se verá más adelante en este capítulo, por lo general se vigila un proceso utilizando gráficas de control, de modo que si se empiezan a producir cojinetes que se encuentran a más de tres desviaciones estándar (± 0.006 pulgadas) por encima o por debajo de 1.250 pulgadas el proceso se interrumpe. Esto significa que se producen piezas que varían entre 1.244 (es decir, $1.250 - 3 \times 0.002$) y 1.256 (es decir, $1.250 + 3 \times 0.002$) pulgadas. Los límites 1.244 y 1.256 se consideran los límites más alto y más bajo del proceso. Se debe tener cuidado y no confundir la terminología. Los límites del “proceso” se relacionan con cuán consistente es el proceso para fabricar los cojinetes. Al manejar el proceso, el objetivo es mantenerlo a más o menos tres desviaciones estándar de la media. Los límites de las “especificaciones” se relacionan con el diseño de la pieza. Cabe recordar que, desde el punto de vista del diseño, las piezas aceptables tienen un diámetro entre 1.245 y 1.255 pulgadas (que son los límites de especificación mínimo y máximo).

Como se puede ver, los límites de proceso son ligeramente mayores que las especificaciones que el diseñador dio. Esto no es correcto porque se producirán piezas que no cumplen con las especificaciones. Las compañías con procesos Six-Sigma insisten en que el proceso de fabricación de una pieza sea capaz de operar de modo que los límites de las especificaciones del diseño se encuentren a seis desviaciones estándar de la media del proceso. Para el proceso de manufactura de los cojinetes, ¿qué tan pequeña debe ser la desviación estándar con el fin de que el proceso tenga una capacidad Six-Sigma? Cabe recordar que la especificación de diseño es de 1.250 pulgadas más o menos 0.005 pulgadas. Si se piensa un poco, esas 0.005 pulgadas deben tener una relación con la variación en el proceso. Al dividir 0.005 pulgadas entre 6, que es igual a 0.00083, se puede determinar la desviación estándar de nuestro proceso para un proceso Six-Sigma. De modo que, para que éste tenga una capacidad Six-Sigma, el diámetro medio producido necesita ser exactamente de 1.250 pulgadas y la desviación estándar del proceso debe ser menor o igual a 0.00083 pulgadas.

Es probable que, en este punto, haya confusión respecto a la simple idea de Six-Sigma. Por ejemplo, ¿por qué la compañía no revisa el diámetro de cada cojinete y desecha los que tienen un diámetro menor que 1.245 o mayor que 1.255? Esto sin duda se podría hacer y para muchas piezas sí se realiza una prueba del 100%. El problema es que, para una compañía que produce miles

de piezas cada hora, probar cada una de las dimensiones críticas de cada pieza puede ser muy costoso. Para los cojinetes, hay con facilidad 10 o más dimensiones críticas además del diámetro y habría que revisar todas y cada una de ellas. Con la estrategia de la prueba del 100%, ¡la compañía pasaría más tiempo probando las piezas que el que invierte en fabricarlas! Por esta razón, una compañía emplea pequeñas muestras para revisar en forma periódica que el proceso se encuentre en control estadístico.

Se dice que un proceso es capaz cuando la media y la desviación estándar son operativas, de modo que los límites de control más alto y más bajo son aceptables en relación con los límites de las especificaciones superior e inferior. Representa la distribución de la dimensión del diámetro de los cojinetes en el proceso original. El promedio o valor medio es 1.250 y las especificaciones de diseño más baja y más alta son 1.245 y 1.255, respectivamente. Los límites de control del proceso son más y menos tres desviaciones estándar (1.244 y 1.256). Existe una probabilidad (las áreas rojas) de producir piezas defectuosas.

Si se mejora el proceso reduciendo la desviación estándar relacionada con el diámetro de los cojinetes, la probabilidad baja. El diagrama B en la ilustración 9A.2 muestra un nuevo proceso en el que la desviación estándar disminuyó a 0.00083 (el área naranja). Aun cuando no se ve en el diagrama, existe cierta probabilidad de que se produzca un defecto en este nuevo proceso, pero es muy, muy pequeña.

Suponga que el valor central o media del proceso se aleja de la media. Desde luego, esto da lugar a un número ligeramente más alto de defectos esperados, pero se ve que el proceso es todavía muy bueno. Se usa el índice de capacidad para medir la eficiencia en la producción del proceso en relación con las tolerancias de diseño. En la siguiente sección se describe la forma de calcular este índice.” (Chase et al. 2006. 331-332)

3.2.7 Procesos

Eckes, define proceso “...una secuencia de actividades coordinadas que se realizan bajo ciertas circunstancias con un fin determinado: generar productos o servicios.

Dos características esenciales de todo proceso son:

- Variabilidad del proceso. Al repetir un proceso se producen ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas, que a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo. Ejemplo: cada vez que se estampa un tornillo la característica longitud varía ligeramente.
- Repetitividad del proceso. Los procesos se crean para producir un resultado. Esta característica de repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo.

Clases de procesos

De acuerdo a KRAJESWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008, los procesos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Según el tipo de flujo del producto:

a) En línea.

Se caracteriza por su diseño orientado a producir un bien o servicio. Posee altos niveles de eficiencia; sin embargo, tiene poca adaptación para fabricar otros productos y exige bastante cuidado para mantener balanceada la línea de producción, pues el paro de una máquina ocasiona un cuello de botella que afecta a las operaciones posteriores.

b) Intermitente.

Se organizan en centros de trabajo, donde se agrupan las máquinas similares. Su producción es por lotes a intervalos intermitentes, donde el producto solo pasa por el centro de trabajo que requiere. De esta manera, se pueden producir gran variedad de productos.

c) Por proyecto.

Su producción es única, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto.

Según el tipo de servicio al cliente

a) Producción para inventarios

b) Producción para surtir pedidos

Mejora de procesos

La mejora de procesos es el conjunto de actividades que, dentro de una organización, pretenden conseguir que las secuencias de

actividades cumplan lo que esperan los destinatarios de las mismas, según (LEFCOVICH, 2009). La mejora de procesos comprende los siguientes pasos:

Hacerlo ocurrir tal y como queremos que ocurra

Se empieza por definir la forma de ejecutar el proceso, las instrucciones para ejecutar las actividades del proceso, comprobar que el proceso siga dichas instrucciones y garantizar que la próxima repetición se va desarrollar de acuerdo a ellas.

Mejorarlo una vez que lo hemos hecho ocurrir

Cuando el proceso no se adapta a las necesidades del cliente, es necesario aplicar el ciclo de mejora. Estas mejoras se deben reflejar en una mejora de los indicadores del proceso. Existe un sinfín de herramientas que se explicarán más adelante.

3.3 Definición de términos básicos

Aceptabilidad.- Aspecto relacionado con la satisfacción del cliente. Depende de los requisitos dados para la construcción y desarrollo del producto o del servicio.

Actividad.- Es la agrupación de tareas dentro de un procedimiento, para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente, es desarrollada por un mismo departamento o unidad administrativa.

Administración de la calidad total (TQM) Manejo de la organización completa de modo tal que sobresalga en todas las

dimensiones de productos y servicios que son importantes para el cliente.

Análisis P-Q.- Análisis de la variedad de productos y volúmenes de producción a partir de la ordenación de las cantidades de producto de acuerdo con sus destinos (clientes). El objetivo de este tipo de análisis es organizar y priorizar productos como ayuda a la toma de decisión de cuál es el modelo de producción más adecuado a cada caso, por ejemplo: producción tradicional con trabajadores especializados, líneas de fabricación o montaje dotadas de flexibilidad o líneas de producción JIT multiproducto.

Aseguramiento de la calidad.- Conjunto de actividades planeadas, ejecutadas, evaluadas y ajustadas de manera sistemática de manera tal que se aporte confianza al producto, y se satisfagan los requisitos de calidad del cliente.

Aspecto.- Atributo de un activo.

Atributo de calidad.- Es una característica o propiedad importante para un desempeño adecuado del producto y/o servicio que, en la percepción del cliente, puede ejercer influencia en su preferencia o en su fidelidad. Característica o propiedad inherente a un producto o aun servicio que le permite diferenciarse de otro.

Atributo: Intensidad con la cual una característica está en una persona, en un proceso o en una cosa.

Atributos Características de la calidad que se clasifican como que cumplen o no con las especificaciones.

Calidad de diseño Valor inherente del producto en el mercado.

Calidad en el origen La persona que hace el trabajo tiene la responsabilidad de ver que se cumplan las especificaciones.

Calidad total.- Compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las “cosas bien y a la primera”, para alcanzar la plena satisfacción del cliente, tanto interno como externo. La calidad total se logra a través de mediciones constantes y esfuerzo continuo de mejora.

Calidad.- se refiere a cumplir sistemáticamente con los requerimientos, para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes o usuarios.

Cero Defectos.- Principio por el que no se debe aceptar, producir o entregar un defecto, actuando de forma que todo defecto detectado deba resolverse inmediatamente.

Ciclo PDCA También llamado ciclo o rueda de Deming. Se refiere al ciclo de mejoramiento continuo de planear, desarrollar, comprobar y actuar.

Cintas negras, cintas negras maestros, cintas verdes Términos para describir los niveles de habilidades y responsabilidades personales de los programas de Six-Sigma.

Cliente externo.- Aquellas personas fuera de la organización, que reciben, utilizan o se benefician con lo que nosotros realizamos.

Cliente interno.- Aquel que utiliza, recibe o se beneficia con el producto de nuestro trabajo, dentro de la misma organización.

Cliente.- Todo ser humano que busca la ayuda de otro y que está dispuesto a pagar por algo que no puede o no desea hacer.

Condiciones operativas.- Condiciones que permiten trabajar a plena capacidad.

Conformidad con la calidad Grado en el que se cumplen las especificaciones del producto o servicio.

Control de calidad.- Técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos de Calidad de un producto o servicio, determinados por el cliente.

Control de procesos.- Monitoreo periódico del proceso encaminado a detectar si alguna variable está operando dentro de los rangos permisibles, lo que llevaría a establecer acciones para devolverla a su nivel ideal. Es la herramienta estadística que permite conseguir el producto adecuado teniendo en cuenta los tres pasos, el seguimiento, la reducción de la variación y la disminución de los costos de fallas internas.

Control Estadístico de Calidad.- Uso de métodos estadísticos para identificar anomalías en los elementos del proceso de fabricación y corregir las causas para asegurar que estén dentro de un nivel aceptado de calidad.

Control estadístico de procesos (CEP) Técnicas para probar una muestra aleatoria de la producción de un proceso, para determinar si éste produce los artículos dentro de un rango definido.

Control visual.- Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Control.- Conjunto de operaciones encaminadas a verificar y comprobar el funcionamiento, productividad, de algún proceso de acuerdo con unas directrices y planes establecidos.

Costo de la calidad Gastos incurridos para alcanzar la calidad de un producto o servicio, como los costos de prevención, evaluación, falla interna y falla externa.

Dato.- Valor de una variable asociado a un acontecimiento. Cuantificación de un fenómeno, registro individual y puntual de un hecho. Materia prima de la información. Material, hecho y observación sin interpretar, coleccionado durante la actividad devaluación. Cuantificación de un hecho que permite mejorar o referenciar la organización a partir de él.

Defecto.- Producto que no cumple con las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente, incluyendo los aspectos relativos a seguridad.

Dimensiones de calidad Criterios con que se mide la calidad.

DMAIC Siglas de la metodología de mejoras Definir, Medir, Analizar, Incrementar y Controlar seguida por compañías que emprenden programas de Six-Sigma.

DPMO (defectos por millón de oportunidades) Medida de la variabilidad en un proceso.

Enfoque al cliente.- Investigar las necesidades del cliente y tenerlas presente al diseñar y ejecutar nuestras actividades, para satisfacer dichas necesidades.

Estándar.- Nivel alcanzable y deseable de desempeño, contra el cual puede ser comparado el desempeño actual.

Estandarización.- Es un proceso sistemático y dinámico que permite diseñar e implementar estándares (procedimientos documentados, utilizados en común y varias veces por todas las personas involucradas en el desarrollo de un proceso). Los estándares son un instrumento básico para gerenciar los procesos y garantizar: calidad (atender a las necesidades y expectativas de los actores involucrados) y productividad (buen uso de los recursos), además de la acumulación de conocimiento técnico presente en la organización.

Factores críticos.- Son aquellos aspectos de los que depende fuertemente el cumplimiento de los objetivos de un sistema o proceso.

Indicador.- Dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente el funcionamiento y la evolución de un proceso o de una actividad en términos de eficacia, eficiencia y flexibilidad o capacidad para adaptarse al cambio.

Indicadores de referencia externos Buscar fuera de la compañía para examinar qué hacen con respecto a la calidad los mejores dentro y fuera de la compañía.

Índice de capacidad (Cpk) Razón del rango de valores que produce un proceso, dividido entre el rango de valores permitido por la especificación de diseño

ISO 9000 Estándares formales usados para certificación de calidad fijados por la Organización Internacional de Estandarización.

Kaizen Término en japonés que significa “mejoramiento continuo”.

Límites de especificación o tolerancia superior e inferior Rango de valores en una medida asociada con un proceso, que son permitidos debido al uso para el que un producto o servicio está diseñado.

Mejoramiento continuo Doctrina que busca constantemente mejoras en los procesos mediante el esfuerzo de los equipos.

Oportunidades de mejoramiento.- Son los vacíos encontrados en los mecanismos, procedimientos, procesos, acciones o servicios relacionados con el enfoque, la implementación o los resultados esperados.

Procedimientos de fallo y seguro o poka-yoke Prácticas sencillas que evitan errores o dan retroalimentación oportuna para que el trabajador los corrija.

Procesos Crítico.- Aquellos procesos que inciden de forma directa en los resultados que alcance la organización, de tal manera que cualquier variación en los mismos repercute de manera significativa en la prestación del servicio a los ciudadanos o clientes externos.

Procesos de Soporte o de Apoyo.- Facilitan el desarrollo de las actividades que integran los procesos clave, y generan valor añadido al cliente interno.

Procesos Estratégicos.- Son aquellos que están relacionados con la definición y el control de los objetivos de la organización, su

planificación y estrategia, definición de la misión, visión y valores. En su gestión interviene directamente el equipo directivo.

Producción nivelada.- Es una metodología que consiste en fabricar, de forma equilibrada, todas las referencias en cada una de las estaciones de trabajo de la fábrica nivelando las cargas.

PULL (Tirar).- Concepto en el cual nada es producido por las operaciones iniciales hasta que una señal (kanban) de requerimiento es enviada desde las operaciones finales en base al consumo.

Reingeniería de procesos.- Es una revisión fundamental y un rediseño radical de los procesos clave que transforma el modo de trabajar de una organización, consiguiendo grandes mejoras en: coste, calidad, flexibilidad, servicio y rapidez.

Resultado (outcomes).- Efecto y consecuencia de la actuación (o no actuación) de una función o proceso(s). Consecuencia de las acciones que se generan alrededor de un objetivo. Usualmente lleva al análisis de causa-efecto o de causa raíz.

Simplificación de procesos.- Consiste en la mejora continua e incremental de los procesos.

Sistema.- El conjunto de procesos que tienen por finalidad la consecución de un objetivo común.

Six Sigma.- Es una metodología para la mejora continua en la gestión industrial y de negocios que facilita métodos y técnicas estadísticas para que esta se produzca. Seis Sigma significa: seis veces la desviación estándar de un proceso (la sigma). Un proceso

con variabilidad Seis Sigma dentro de límites tendrá 3,4 defectos por millón de oportunidades.

Six-Sigma esbelto Programa que combina la implantación y el control de calidad de herramientas de Six-Sigma con el concepto de manejo de materiales de la manufactura esbelta, centrado en rebajar los costos reduciendo las existencias al mínimo absoluto.

Six-Sigma Término de estadística referido a una meta de calidad de no más de cuatro defectos por millón de unidades. También se refiere a una doctrina y programa de mejoramiento de la calidad.

Subprocesos.- Son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

Tarea.- Es la parte más pequeña en la que se puede descomponer una actividad. Si bien, un proceso puede comprenderse correctamente sin necesidad de bajar a este nivel de detalle, la desagregación a nivel de tarea permitirá la asignación específica e indiscutible de las mismas a personas concretas, evitando solapamientos o dilución de responsabilidades.

Valor agregado/creado.- Valor adicional adquirido por los servicios o productos al sufrir la transformación de la producción, es también una característica que se otorga a un bien tangible o intangible, con el ánimo de darle un mayor valor al cliente y tener un valor diferenciado en las empresas.

Valor.- Cualidades, características, atractivos o propiedades del producto o servicio que son apreciados o tenidas en estima por el cliente y que provocan el deseo de poseerlo.

Variables Características de la calidad que se miden en peso, volumen, pulgadas, centímetros o alguna otra medida real

Variación asignable Desviación en la producción de un proceso, que es posible identificar y manejar con claridad.

Variación común Desviación en la producción de un proceso, que es aleatoria e inherente al proceso mismo.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Hipótesis.

Dado que el alcance del estudio es descriptivo (Sampieri, 2010) y ésta no pronostica un hecho o dato, el presente trabajo no plantea hipótesis

4.2 Sistema de Variables e Indicadores

Variable:

Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de panes para Qaliwarma bajo el método DMAIC.

4.3 Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de panes para Qaliwarma bajo el método DMAIC.	Definir y evaluar los requerimientos del cliente en el proceso de producción de panes.	Datos, ajuste de distribuciones y capacidad de los procesos.
	Medir el desempeño del proceso actual de producción de panes para abastecer al programa Qaliwarma	Kpi
	Analizar información recolectada para mejorar el proceso de producción de panes	Características de la calidad, evaluación de la repetitividad.
	Mejorar el proceso atacando las causas raíz.	Plan de mejora

4.4 Nivel y Tipo de Investigación.

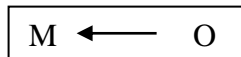
Nivel. La presente investigación será de nivel descriptivo,

Tipo. Como en el desarrollo de la investigación utilizaremos conocimientos, descubrimientos y conclusiones de investigaciones básicas, para solucionar un problema concreto, la investigación es del tipo aplicada.

4.5 Diseño de la Investigación.

La investigación que se pretende realizar será no experimental, transversal y descriptiva.

4.5.1 Esquema de investigación



Donde:

M: Producción total de Panes producidas en la empresa Consorcio MOLICAM

O: Método DMAIC.

4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

Dadas las características del desarrollo de la investigación:

Población: Producción total de Panes producidas en la Empresa Consorcio MOLICAM.

Muestra: El tipo de muestreo para el desarrollo de la investigación fue el No Probabilístico. Este permite elegir los casos que más le interesan (más ricos en información).

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Razón social

Elio Deivy Hamerllin Campos Ortiz

RUC: 10730662217

Ubicación

Consortio Molicam está ubicado en el Departamento de Huánuco, Provincia Huánuco, Distrito Huánuco, en el Jr. Aguilar N° 185 - A.

Distrito: Huánuco

Provincia: Huánuco

Departamento: Huánuco

Principios Organizacionales

Visión

Ser la empresa líder en el mercado Institucional del Programa de los desayunos escolares QALI WARMA reconocida por su calidad de sus productos.

Misión

Consortio Molicam produce pan francés y pan con relleno de buena calidad con alto valor nutricional conforme a las exigencias de las especificaciones técnicas solicitadas y dados por QALI WARMA, buscando una satisfacción del cliente (niños escolares de 4 a 13 años).

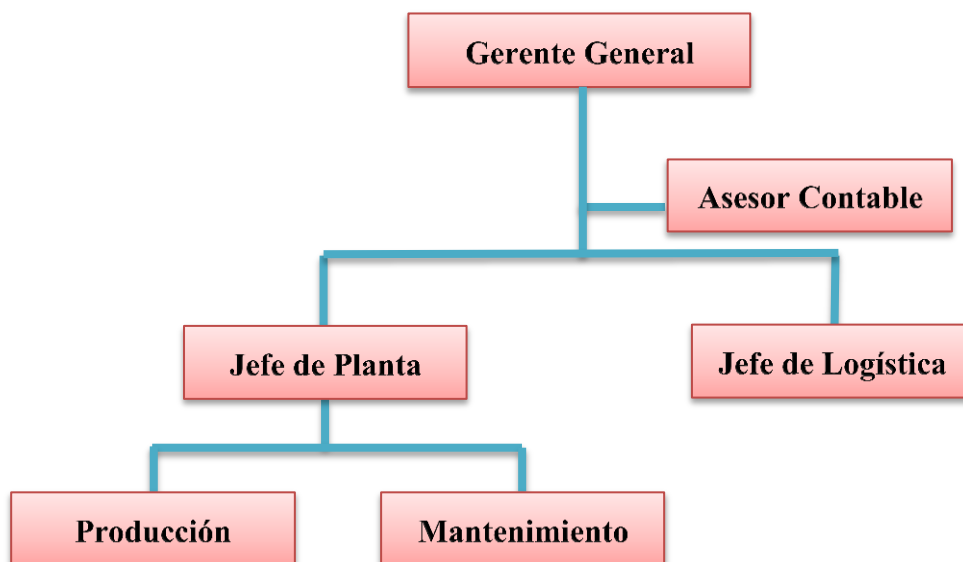
Valores

Responsabilidad: Desempeñar una función en la empresa; de manera consciente y en forma correcta, realizar la tarea con muchísimo cuidado.

Honestidad: Es una forma de vivir entre lo que se piensa y se hace, conducta que se observa hacia los demás, es un valor fundamental en el Consorcio Molicam, que nos garantiza que todos trabajen en confianza.

Trabajo en Equipo: En el Consorcio Molicam cada trabajador está encargada de un área en específica, y todos nos apoyamos mutuamente, cooperamos para lograr un fin en común que beneficia a la empresa

Figura Nº 1
Organigrama de la empresa



Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Descripción del Organigrama

a. Gerente General

Es la persona que ejerce la representación de la empresa dirige, controla y evalúa el cumplimiento de la gestión de todas las áreas de la empresa.

Representa legalmente a la empresa para todos los contratos y participa en las licitaciones llevadas a cabo por organizaciones del estado.

b. Asesor Contable

Es el encargado de llevar el control financiero de la empresa, quien se encarga de asesorar al gerente general en la toma de decisiones respecto a la contabilidad general de la empresa y realizar el pago de los impuestos a tiempo a la Sunat para evitar embargos.

c. Jefe de Planta

Es el responsable de todas las actividades referentes al sistema de calidad; asegura la calidad sanitaria de las materias primas, insumos, del producto en proceso y producto terminado.

Se encarga de supervisar todas las etapas de producción eficientemente, coordina con el responsable de producción el destino de los lotes rechazados, sean productos en proceso o terminados.

- Producción

El responsable que se encarga de planificar, organizar y controlar las actividades de producción en los tipos de productos como son el pan comun y pan con relleno.

- Mantenimiento

El responsable de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas y equipos, coordinando con el jefe de planta; programar la calibración de los instrumentos de medición utilizados en la producción.

d. Logística

Es el responsable de proveer las compras según los requerimientos de producción y mantener el control de los materiales para toda la producción.

5.2 SITUACION ACTUAL

Para tener una apreciación detallada de la organización antes de proponer mejoras, fue necesario elaborar un análisis específico de la situación en la que se encuentra la empresa.

En la presente investigación fue necesario realizar un diagnóstico detallado de la empresa con la finalidad de comprender y tener una clara visión del funcionamiento, a partir del diagnóstico se pudo identificar las actividades deficientes del proceso productivo del pan, que se produce para abastecer al programa Qaliwarma, que como se sabe tiene unos estándares de calidad altos, y de no cumplirse las sanciones son muy severas, en base a éste análisis se propuso las mejoras.

Clientes

La empresa tiene diferentes productos, y sus clientes se encuentran en la región de Huánuco y Pasco, pero para el pan, producto que se suministra al programa estatal Qaliwarma, el área de influencia, es la provincia de Huánuco, por esta razón el análisis de variabilidad está dado por el análisis de las características del pan producido exclusivamente para el programa Qaliwarma.

Los panes que brinda la Empresa Consorcio Molicam están dirigidos a niños en edad preescolar y escolar, en dos turnos en la mañana y tarde que son beneficiarios del Programa Social QALIWARMA de los Distritos de:

- Huánuco
- Amarilis
- Pillco Marca

La cantidad de raciones que se reparte en el turno de la mañana como en el turno de la tarde se muestra en el siguiente cuadro.

Raciones del Turno de la mañana

Cuadro Nº 1

Nivel Inicial		Nivel Primaria	
Distritos	Raciones	Distritos	Raciones
Huánuco	944	Huánuco	4293
Amarilis	741	Amarilis	2120
Pillco Marca	423	Pillco Marca	787
Total	2108	total	7200

Fuente: Consorcio Molicam

Elaboración Propia

En el turno de la mañana se reparten el total de 9308 raciones.

Raciones del Turno de la Tarde

Cuadro Nº 2

Nivel Inicial		Nivel Primaria	
Distritos	Raciones	Distritos	Raciones
Huánuco	0	Huánuco	746
Amarilis	69	Amarilis	676
Pillco Marca	0	Pillco Marca	619
Total	69	total	2041

Fuente: Consorcio Molicam
Elaboración Propia

En el turno de la tarde se reparten el total de 2110 raciones

Producto.

El principal producto de la empresa Consorcio Molicam está constituido por el Pan Común, siendo esta la principal fuente de ingreso para el Consorcio Molicam por lo que es necesario estudiar e identificar los principales problemas que presentan este producto.

Realizamos un seguimiento a todo el proceso de producción, entonces llegamos a la conclusión de que el principal problema que afecta al Consorcio Molicam es el alto número de productos defectuosos.

Variables de Calidad

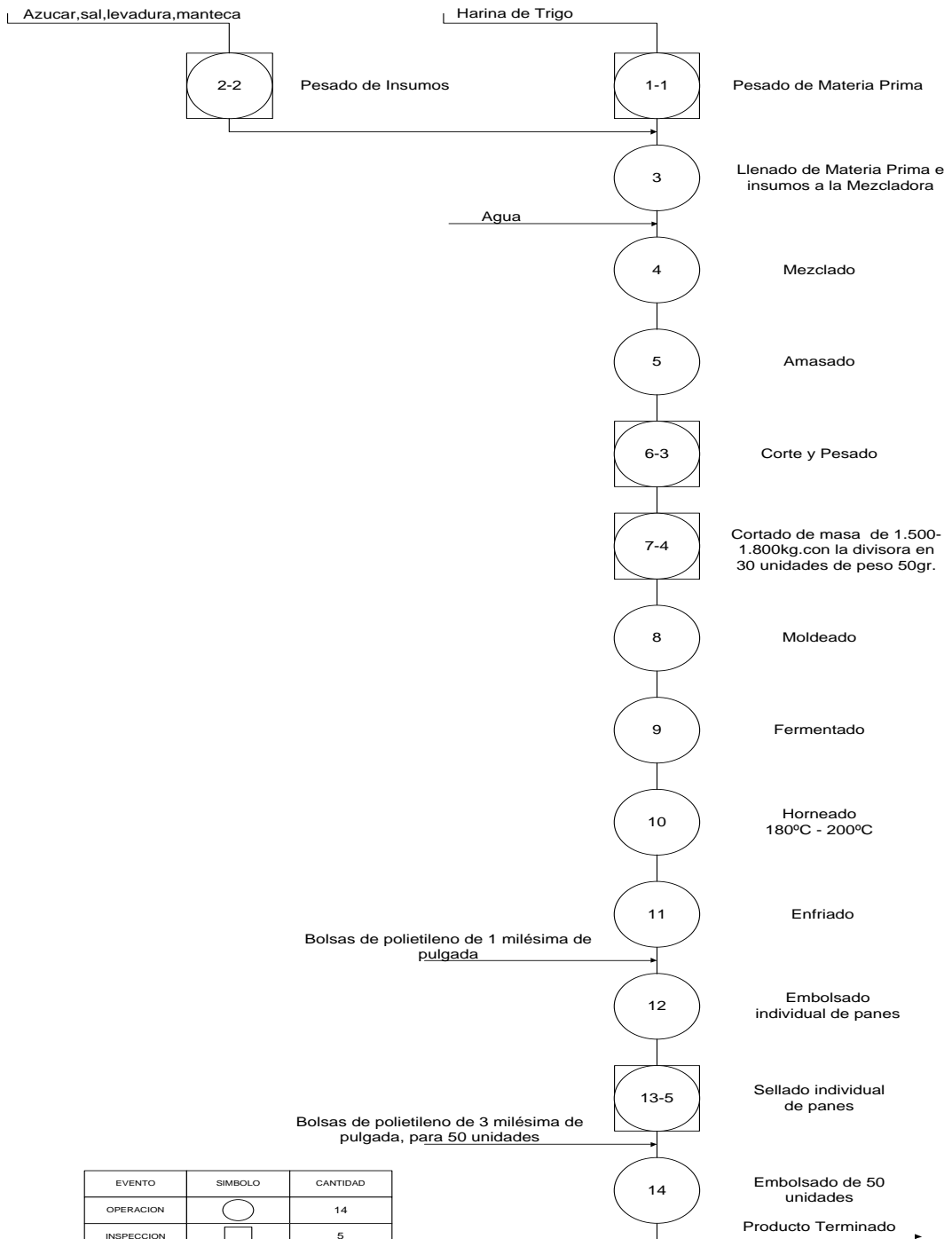
Para ser considerado como un producto de Calidad, y que es considerado como producto conforme son las siguientes características físicas de calidad.

- Peso
- Forma
- Color
- Textura

Diagrama de Operaciones de Proceso Actual

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS

EMPRESA : CONSORCIO MOLICAM	AREA : PRODUCCION
PRODUCTO : PAN COMUN	METODO : ACTUAL
FECHA : 1 Bach()	



EVENTO	SIMBOLO	CANTIDAD
OPERACION	○	14
INSPECCION	□	5
TOTAL		19

Elaboración: Propia

El Consorcio Molicam es proveedor de las raciones de alimentos del programa de Qali Warma, siendo uno de los productos el Pan, elaborado especialmente para el mencionado programa con insumos que elevan la calidad nutritiva. El pan es una de las mayores fuentes de ingresos del consorcio por lo que es necesario realizar un análisis e identificar los principales problemas que presenta este producto.

Se realizó un seguimiento detallado a los procesos para la elaboración del pan, identificando como principal problema el alto número de productos defectuosos (panes que no cumplen con los requerimientos de calidad deseados).

Características de calidad

Un producto es considerado conforme (no defectuoso) aquellos productos que reúnen las características de calidad. Los experimentados operadores son los encargados de evaluar los productos y son ellos quienes dan la aprobación de un producto conforme, la evaluación se basa en las siguientes características físicas:

- Peso.
- Forma.
- Color.
- Textura.
- Dureza.

Estas características son evaluadas por los operarios que han sido capacitados y tienen experiencia, para poder determinar si los productos son conformes o no cumplen alguna de las características que determinan su calidad.

En el cuadro que se muestra a continuación se presenta el volumen de la producción y el número de productos defectuosos durante una jornada de producción de un horno; cabe destacar que los resultados expresados en el cuadro N°1 corresponden a un estado inicial, el cual se contrastará con otras muestras cuyos resultados están en gráficos posteriores

Cuadro N° 03
PRODUCCIÓN DEFECTUOSA DE UN BACH DE HORNEADO

N°	Producción	Productos defectuosos	% de productos defectuosos	Fecha
1	7200	218	3.03%	01/10/17
2	7200	271	3.76%	02 /10/17
3	7200	228	3.17%	03/10/17
4	7200	230	3.19%	04/10/17
5	7200	193	2.68%	05/10/17
6	7200	289	4.01%	08 /10/17
7	7200	274	3.81%	09/10/17
8	7200	195	2.71%	10/10/17
9	7200	214	2.97%	11 /10/17
10	7200	217	3.01%	12 /10/17
11	7200	254	3.53%	15 /10/17
12	7200	196	2.72%	16 /10/17
13	7200	212	2.94%	17 /10/17
14	7200	206	2.86%	18 /10/17
15	7200	243	3.38%	19 /10/17

Fuente: Partes de producción de la empresa

Elaboración: Propia

Análisis de la producción actual

Se puede apreciar en el cuadro N° 1 que el intervalo del porcentaje de productos defectuosos fluctúa entre 2.68% a 4.01%, porcentajes de productos defectuosos, que ocasionan pérdidas económicas a la empresa. Con la finalidad de clarificar la problemática a continuación presentamos el cuadro N° 2, en la que se obtuvieron los valores de los límites superior e inferior para realizar un análisis del comportamiento de la misma producción que se muestra mediante un análisis de la fracción defectuosa en la gráfica N° 1 (gráfica np).

Cuadro N° 04:

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ACTUAL

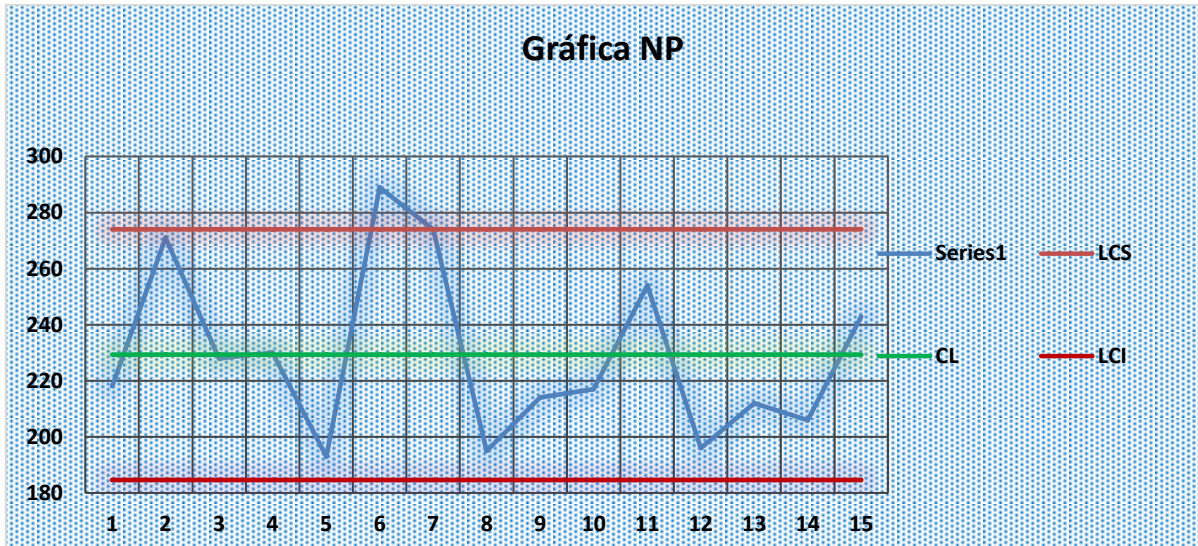
N°	Productos producidos	Productos defectuosos	LCS	CL	LCI
1	7200	218	274.0	229.33	184.6
2	7200	271	274.0	229.33	184.6
3	7200	228	274.0	229.33	184.6
4	7200	230	274.0	229.33	184.6
5	7200	193	274.0	229.33	184.6
6	7200	289	274.0	229.33	184.6
7	7200	274	274.0	229.33	184.6
8	7200	195	274.0	229.33	184.6
9	7200	214	274.0	229.33	184.6
10	7200	217	274.0	229.33	184.6
11	7200	254	274.0	229.33	184.6
12	7200	196	274.0	229.33	184.6
13	7200	212	274.0	229.33	184.6
14	7200	206	274.0	229.33	184.6
15	7200	243	274.0	229.33	184.6

Fuente: Cuadro N° 1 Producción defectuosa de un bach de horneado

Elaboración: Propia

En el cuadro N°2 se puede apreciar que el promedio es 229.33 y que el límite inferior es de 184.6, y el límite superior 274.0 en la que se realizó el análisis de la producción.

Gráfico N° 01



Fuente: Cuadro N° 02

Elaboración: Propia

Se puede apreciar en el gráfico N° 1, el comportamiento de la producción se encuentra fuera de los límites establecidos, en el muestra 6 y 7 en número de productos defectuosos sobrepasa el límite superior, así mismo en la muestra 2 se observa que se encuentra al margen del límite, mostrando que la producción no se encuentra normalizado.

5.3 SITUACIÓN DESEADA

Después de conocer los resultados estadísticos, expresados en los gráficos de control np de la producción de pan, la supervisión en coordinación con los encargados de la producción se decidió establecer las condiciones (límites) de la producción deseada,

siendo éste el intervalos de 1% a 2%, lo que significa que se acepta y se considera como normal el porcentaje de productos no conformes fluctuó dentro de estos valores, y los que salgan de ella serán considerados productos no conformes.

Cuadro Nº 05:

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DESEADA POR LA EMPRESA

Nº	PRODUCCION (Unid)	PRODUCCION ACTUAL		PRODUCCION DESEADA	
		Productos defectuosos	% de productos defectuosos	Productos defectuosos	% de productos defectuosos
1	7200	218	3.03%	108	1.5%
2	7200	271	3.76%	108	1.5%
3	7200	228	3.17%	108	1.5%
4	7200	230	3.19%	108	1.5%
5	7200	193	2.68%	108	1.5%
6	7200	289	4.01%	108	1.5%
7	7200	274	3.81%	108	1.5%
8	7200	195	2.71%	108	1.5%
9	7200	214	2.97%	108	1.5%
10	7200	217	3.01%	108	1.5%
11	7200	254	3.53%	108	1.5%
12	7200	196	2.72%	108	1.5%
13	7200	212	2.94%	108	1.5%
14	7200	206	2.86%	108	1.5%
15	7200	243	3.38%	108	1.5%

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Cuadro N° 06:

**ANÁLISIS DE LA PRODUCCION SOBRE LOS LIMITES DESEADOS POR
LA EMPRESA**

N°	PRODUCCION (Uni)	PRODUCCION ACTUAL			PRODUCCION DESEADA		
		LCS	CL	LCI	LCS (2%)	CL (1.5%)	LCI (1%)
1	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
2	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
3	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
4	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
5	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
6	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
7	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
8	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
9	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00
10	7200	274.00	229.33	184.60	144.00	108.00	72.00

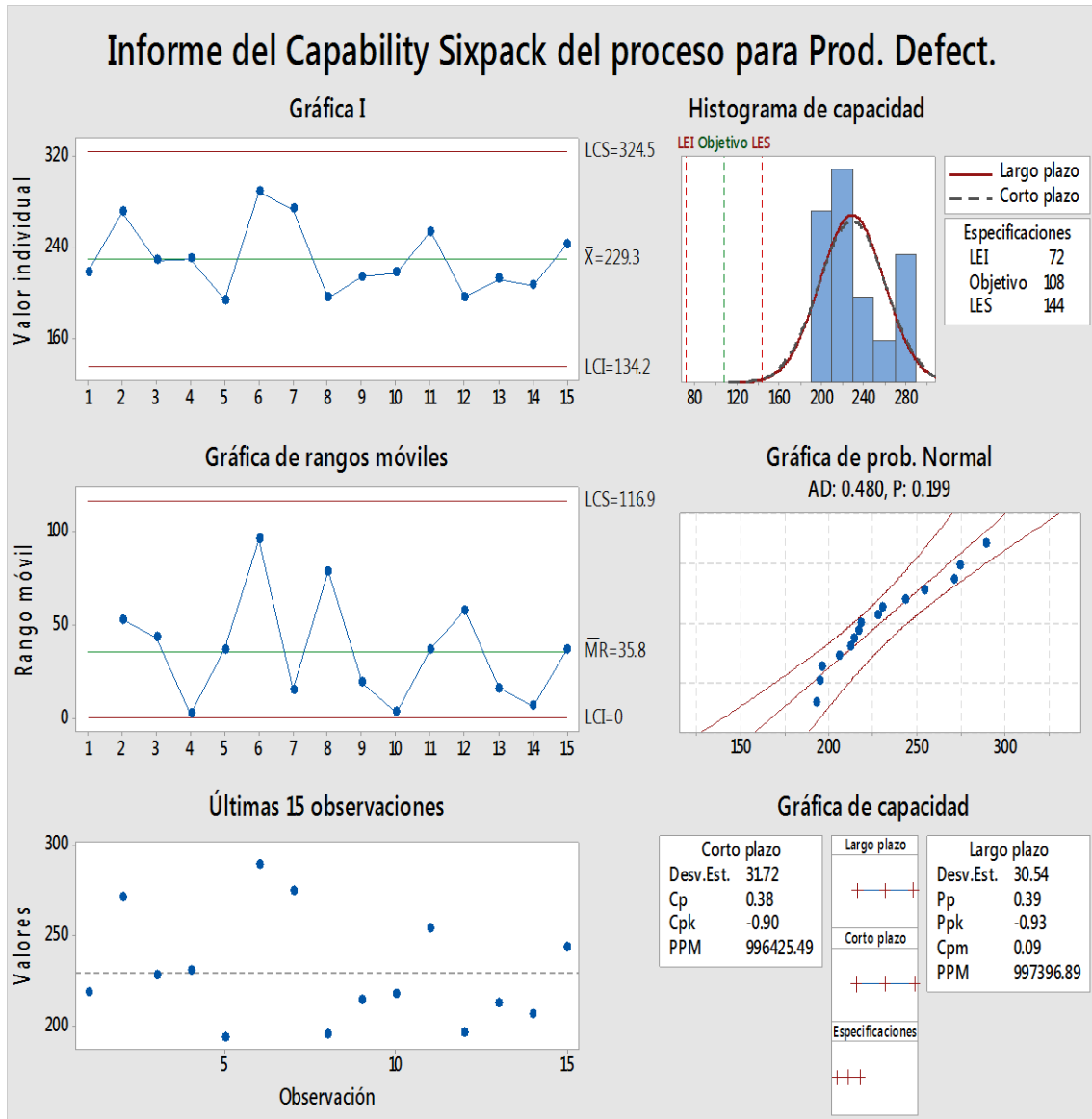
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

En los cuadros N°3 y 4 se muestran los valores de la producción con la que hasta esos momentos la empresa vino trabajando y los valores de la producción deseada por la gerencia, como se puede apreciar existe una gran diferencia entre lo deseado y la producción de ese momento.

Así mismo a continuación presentamos el análisis realizado de la producción mediante la capacidad de proceso (gráfico N°2), para tener un panorama más claro del comportamiento y la variabilidad que presenta los productos defectuosos generados durante la producción.

Gráfico N° 02 INFORME DE CAPACIDAD DEL PROCESO PARA EL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS



Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Se puede apreciar en el gráfico N° 2 de análisis de la capacidad que la producción de la empresa no se ajusta a lo esperado por la gerencia, existiendo una desviación hacia la derecha, que significa que los límites deseados son menores en las que vino

trabajando la empresa, teniendo cantidades mayores de productos defectuosos.

5.4 NECESIDADES DE MEJORA CONTINUA

El Consorcio Molicam identificó la necesidad de mejorar sus procesos con el fin de reducir la variabilidad de sus productos y así optimizar sus recursos, reduciendo pérdidas y obteniendo mayores utilidades.

5.4.1 Despliegue de herramientas para la Identificación de áreas de mejora.

Para definir las actividades en las que se hacía imperativo hacer las mejoras se desplegaron herramientas de la gestión de procesos, o conocidas como herramientas de la calidad o herramientas estadísticas, que nos ayudaron a tener un panorama completo y detallado de las deficiencias del proceso productivo del pan para el programa Qaliwarma, en el entendido que solo se puede mejorar aquello que se conoce y se puede medir. Una vez identificado las áreas de mejora es necesario priorizar para luego analizarlas e implementar las mejoras.

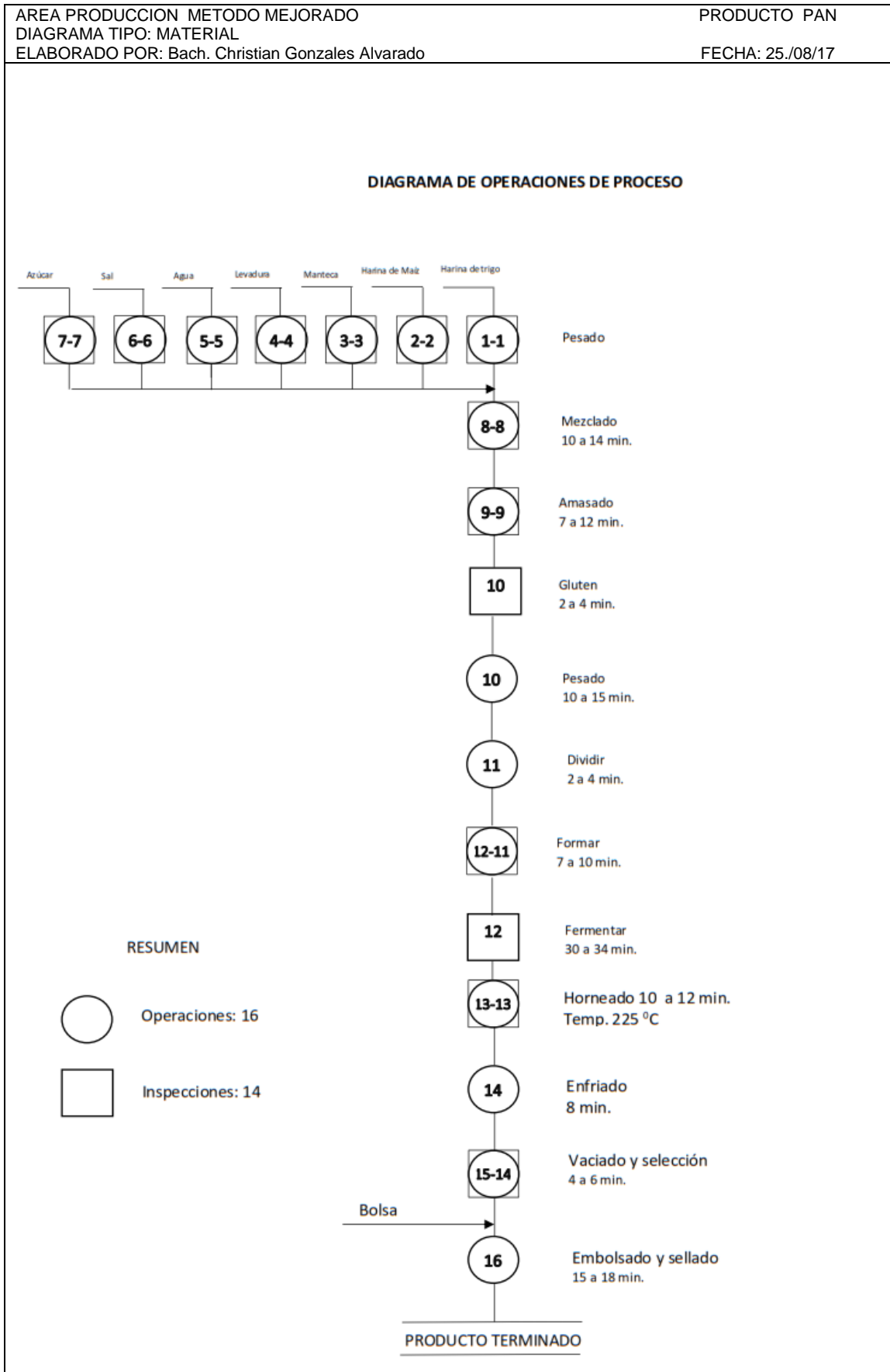
5.4.1.1 Diagrama de Operaciones de Procesos.

Este diagrama del proceso nos da una idea clara de la secuencia que sigue para poder tener el producto final que en nuestro caso es el pan, para tal fin se cuenta con símbolos que representan a las operaciones, inspecciones y la combinada

operación-inspección. Es muy útil para conocer al proceso e identificar las áreas críticas y de oportunidad.

El proceso para la fabricación de panes para el programa QaliWarma, en el Consorcio MOLICAM se detalla en el siguiente diagrama de operación de procesos:

Diagrama de Operaciones de Procesos.



Descripción de las operaciones

Recepción y almacenamiento de materia prima, insumos y envoltorio:

La totalidad de los productos que llegan a la empresa se realizan por única zona, la zona de carga y descarga.

Hay un operario encargado de recepcionar y almacenar de manera correcta en cada ambiente destinado para cada uno de ellos, en caso de encontrar deterioro en los insumos se procede a informar a la gerencia para su devolución y reposición.

- **Pesaje de materia prima e insumos:**

El pesaje de las materias primas (harina de trigo, harina de maíz, azúcar, levadura, sal azúcar y manteca vegetal) se realiza con dos balanzas electrónica de 1Kg y 100Kg de capacidad, controlando el peso con una pala dosificadora.

- **Mezclado**

Una vez pesados las harinas y los insumos, estos se depositan junto con el agua a la mezcladora, se bate hasta lograr obtener una masa, dicha masa se retira de la batidora y se coloca en la mesa de trabajo.

- **Amasado**

Una vez obtenida la mezcla homogénea, ésta es retirada de la mezcladora de manera fraccionada, la masa fraccionada es depositada en la mesa de trabajo para ser amasada por el personal encargado, el amasado se prologa hasta conseguir

que la masa alcance la elasticidad y las características deseadas. Se procede a inspeccionar que la masa se encuentre desarrollada (formación del gluten).

- **Dividir, formar y fermentado**

Una vez formada la masa deseada, se procede a partir en masas de 2 kg con la finalidad de facilitar el trabajo y formación de los panes. La masa de 2 kg es trabajada y fraccionada en pequeñas masas dándole su forma final las cuales son depositadas en las bandejas de latas y éstas son puestas en el coche para el horneado. Se procede a dejar reposar la masa para el fermentado y así logre tener la forma final y se encuentre lista para el horneado.

- **Horneado**

Una vez cumplido el tiempo del fermentado se procede a ubicar el coche dentro del horno, a una temperatura de 225 °C por un tiempo aproximado de 20 minutos; transcurrido el tiempo de cocción los coches son retirados del horno y trasladados para su enfriamiento en un área determinada.

- **Enfriado**

Para el enfriado de los panes se utiliza aire forzado generado por tres ventiladores y un extractor, de esta manera se baja gradualmente la temperatura. Luego las bandejas con los panes a temperatura adecuada son retiradas de los coches para ser transportados a la zona de embolsado.

- **Vaciado y seleccionado**

Tras el enfriado de los panes, las bandejas son trasladadas a la zona de embolsado. Los panes son vaciados de las bandejas a la mesa, para ser seleccionados manualmente por el personal a cargo. Ésta selección se realiza de acuerdo a los estándares de calidad de la empresa, separando los panes defectuosos (unidades que no reúnen las condiciones y características físicas, como textura, forma, color, olor, etc.) de las buenas.

- **Embolsado y sellado**

Los panes seleccionados y calificados como buena son embolsados de manera cuidadosa e higiénica en empaques individuales (bolsa de polipropileno) garantizando que el producto no se contamine y/o entre en contacto con otros agentes no deseados.

- **Almacenamiento de producto final**

El almacenamiento del producto final se realiza de forma ordenada en bolsas grandes y sobre pallets de madera separadas que faciliten el trabajo. Asimismo se registra todos los bolsones producidos en un kardex llevando el control diario de los bolsones producidos.

- **Distribución**

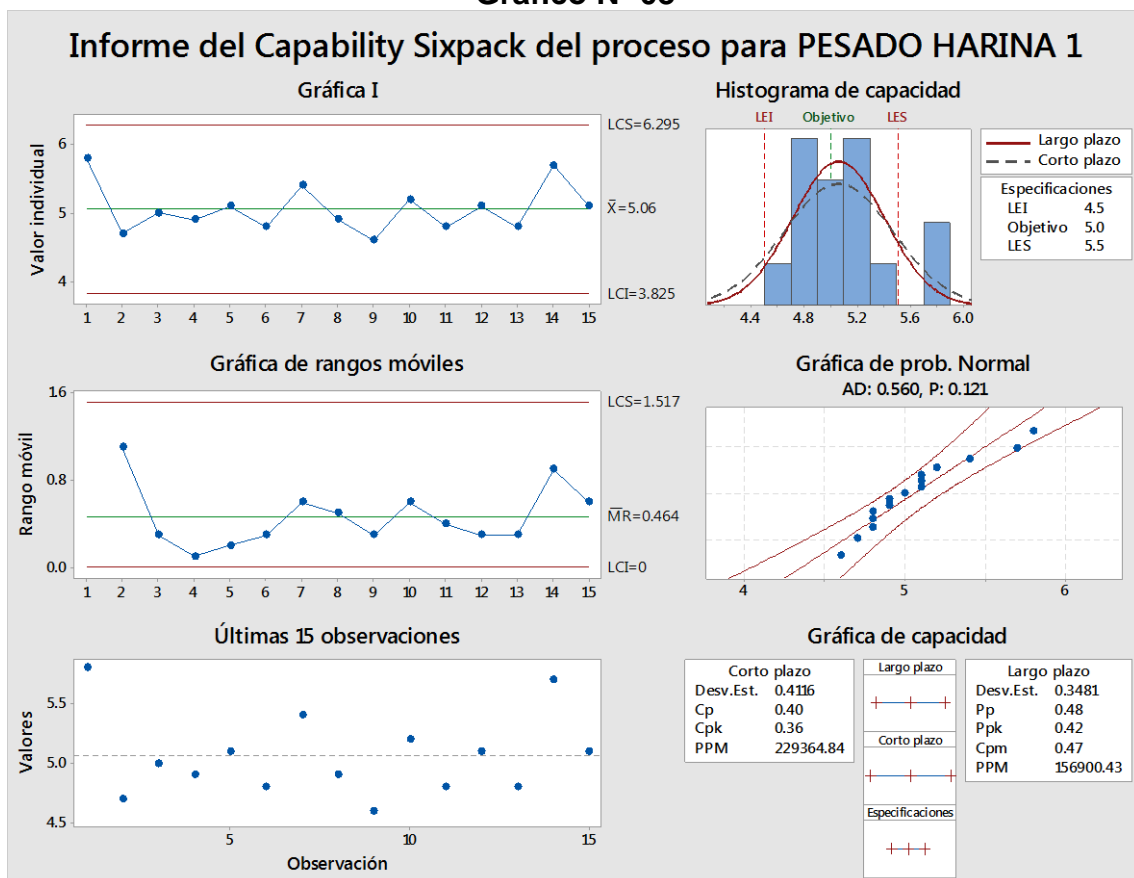
Para la distribución del producto final se realiza una inspección teniendo en cuenta las condiciones higiénicas del vehículo y que sean adecuadas para el transporte para

asegurar que los panes lleguen en buenas condiciones al cliente.

5.4.1.2 Análisis de la capacidad del proceso, pesado insumo

A continuación se presenta los resultados obtenidos del análisis realizado de cada uno de los procesos de la producción mediante el la metodología de capacidad del proceso para tener una mayor apreciación del comportamiento de cada uno de los procesos, e identificar los procesos que presentan mayor variabilidad.

Gráfico N° 03



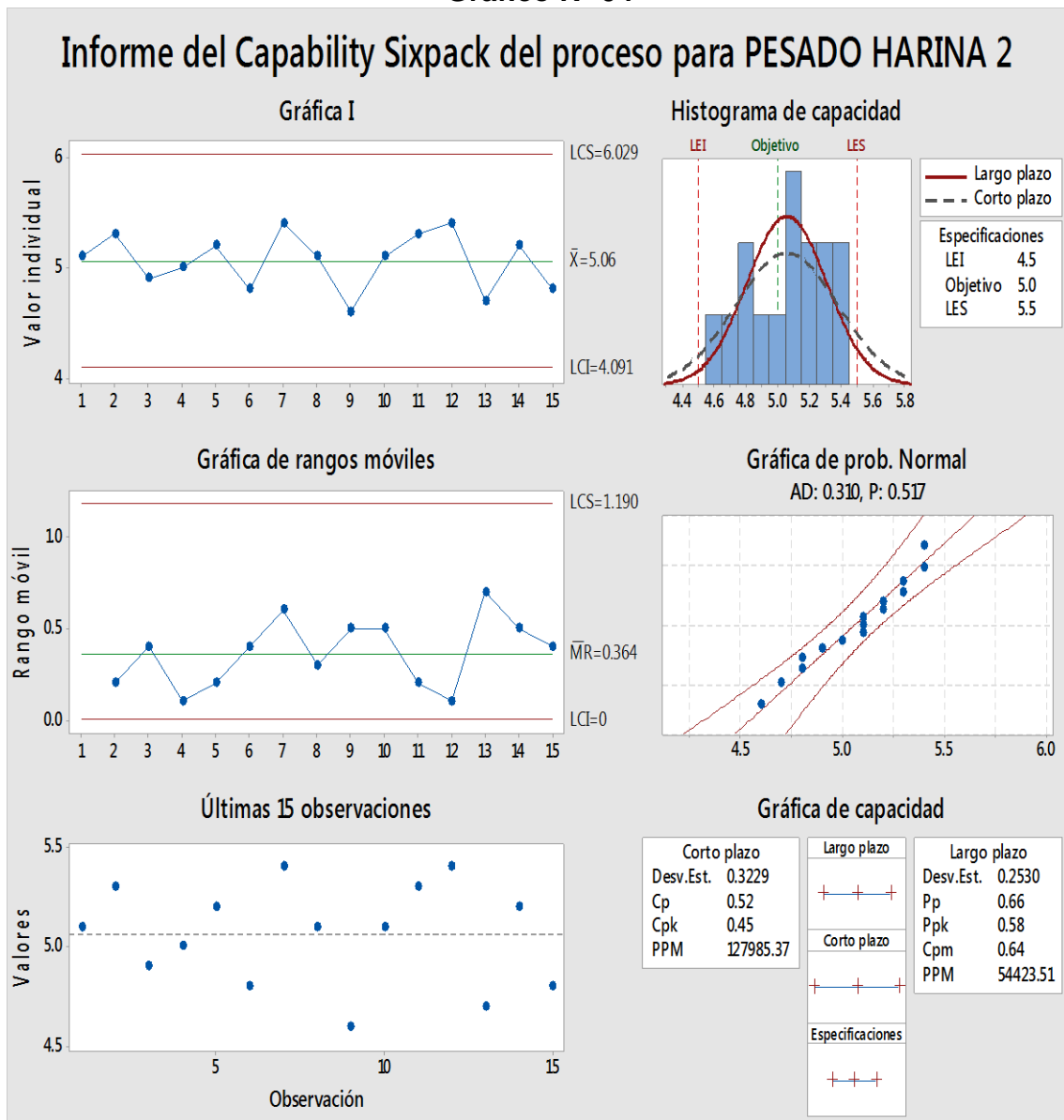
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 3 la el proceso de pesado de harina de trigo presenta una ligera desviación a la izquierda referente a la distribución normal, considerando así que el proceso se desarrolla de manera normal y las variabilidad no se encuentra fuera de sus límites.

5.4.1.3 Análisis de la capacidad del proceso, pesado de harina de trigo

Gráfico N° 04



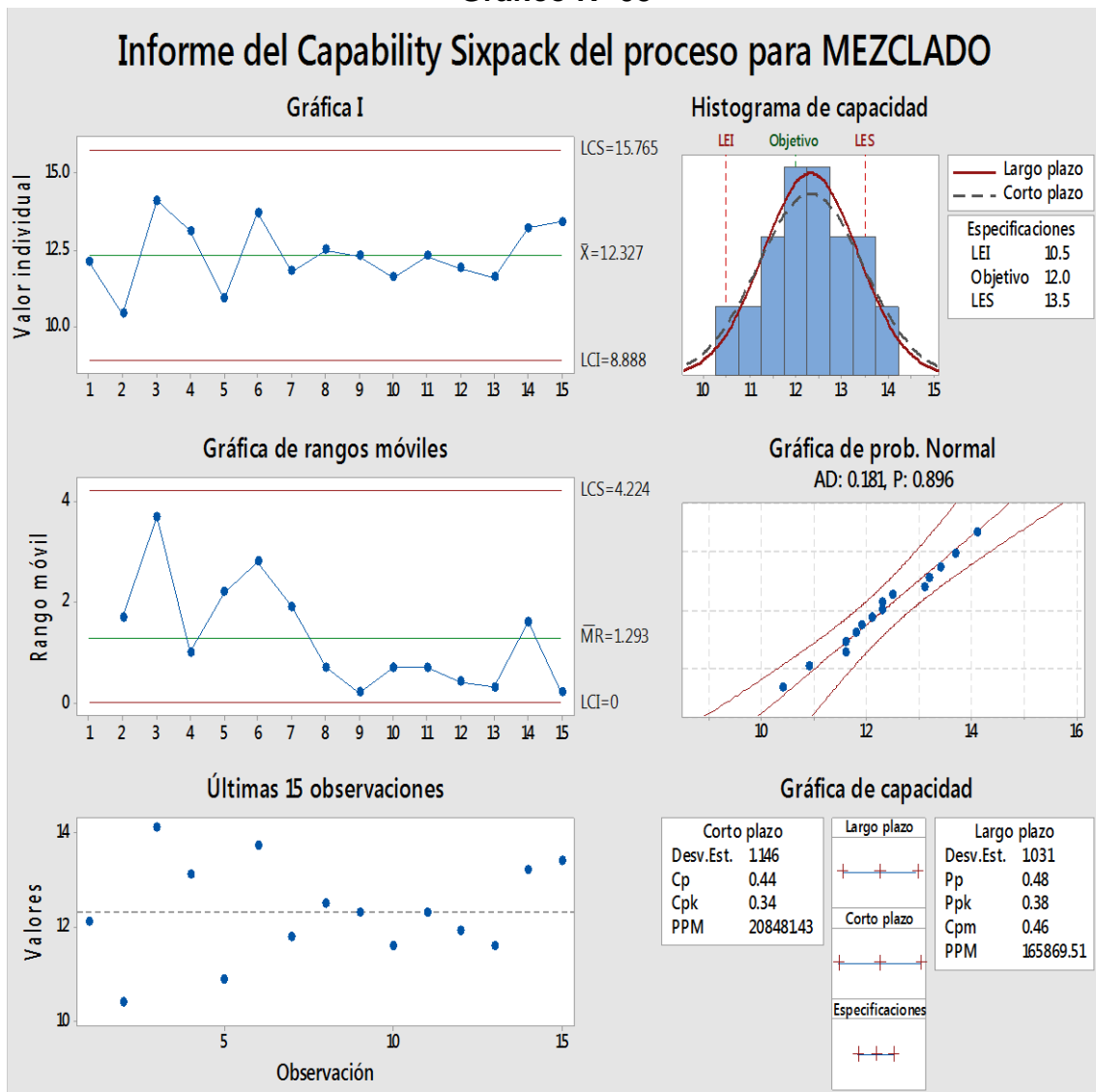
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 4 la el proceso de pesado de harina de trigo presenta una mínima desviación a la izquierda referente a la distribución normal, considerando así que el proceso se desarrolla de manera normal y las variabilidad no se encuentra fuera de sus límites.

5.4.1.4 Análisis de la capacidad del proceso, mezclado.

Gráfico N° 05



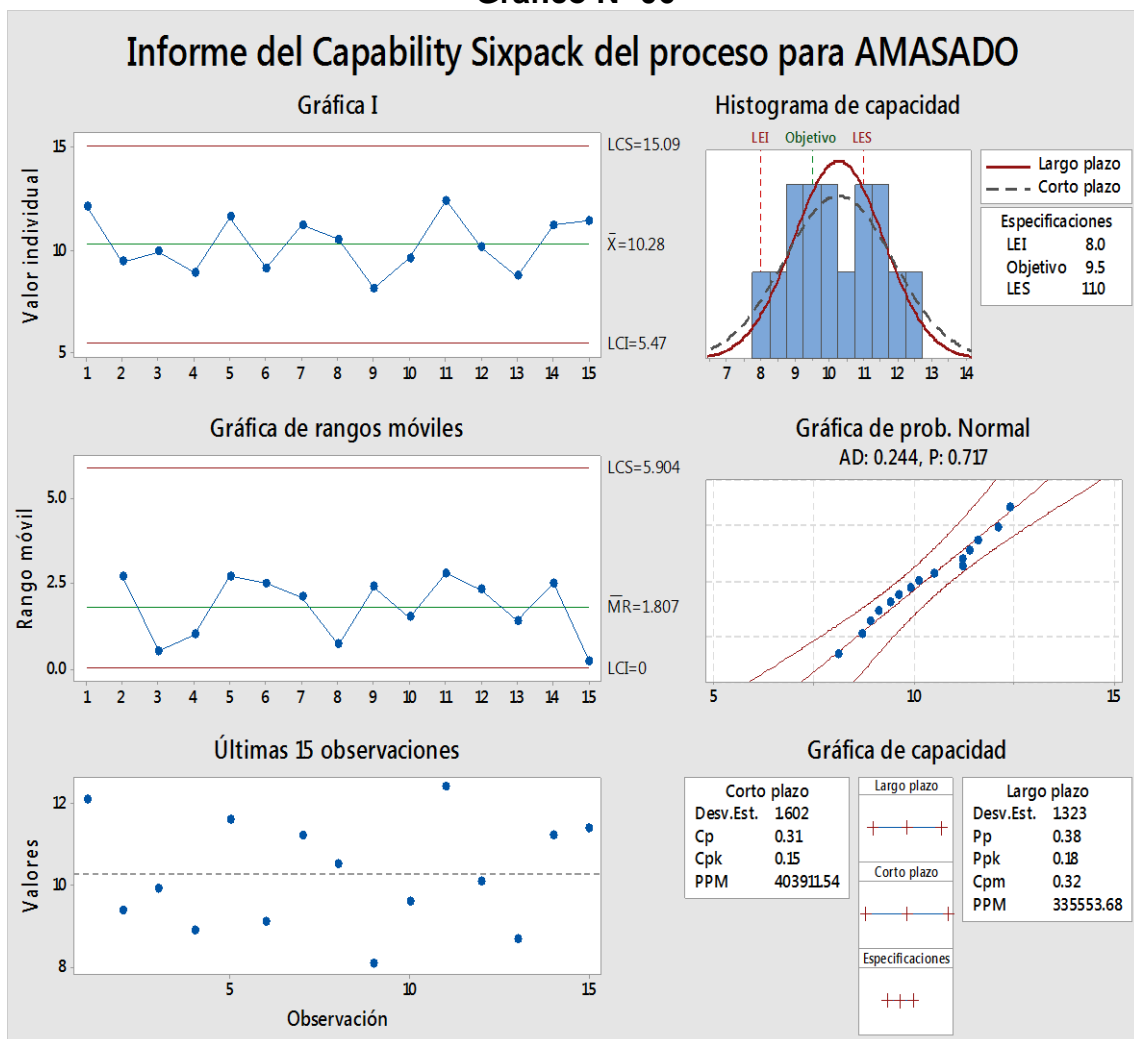
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 5 la el proceso de mezclado presenta una distribución normal, considerando así que el proceso se desarrolla de manera normal y las variabilidad no se encuentra fuera de sus límites.

5.4.1.5 Análisis de la capacidad del proceso, para amasado

Gráfico N° 06



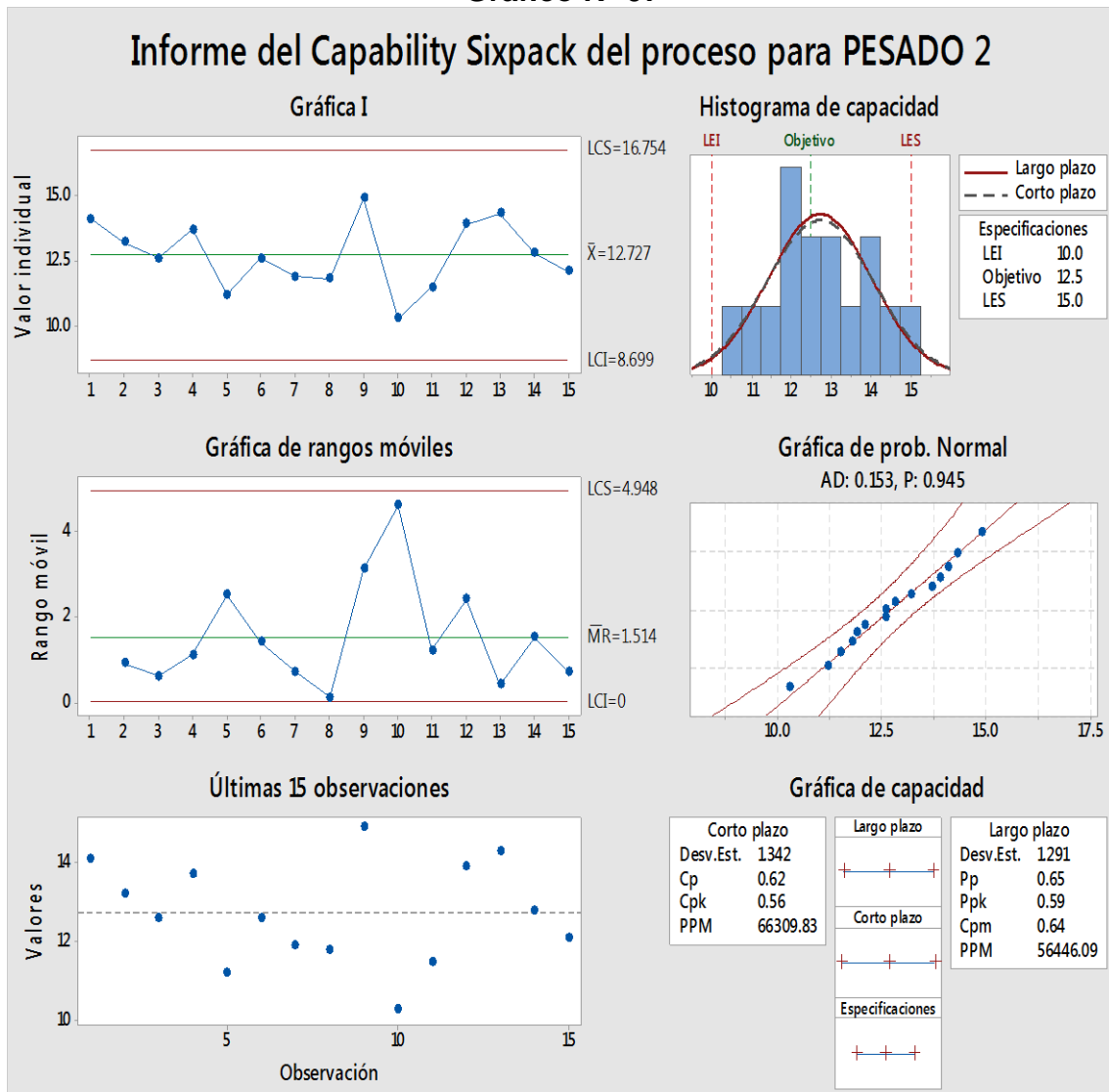
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 6 la el proceso de amasado presenta una ligera desviación a la izquierda referente a la distribución normal, considerando así que el proceso se desarrolla de manera normal presenta una ligera desviación a hacia la derecha, indicando la necesidad de fijar nuevos límites o realizar mejoras.

5.4.1.6 Análisis de la capacidad del proceso pesado 2

Gráfico N° 07



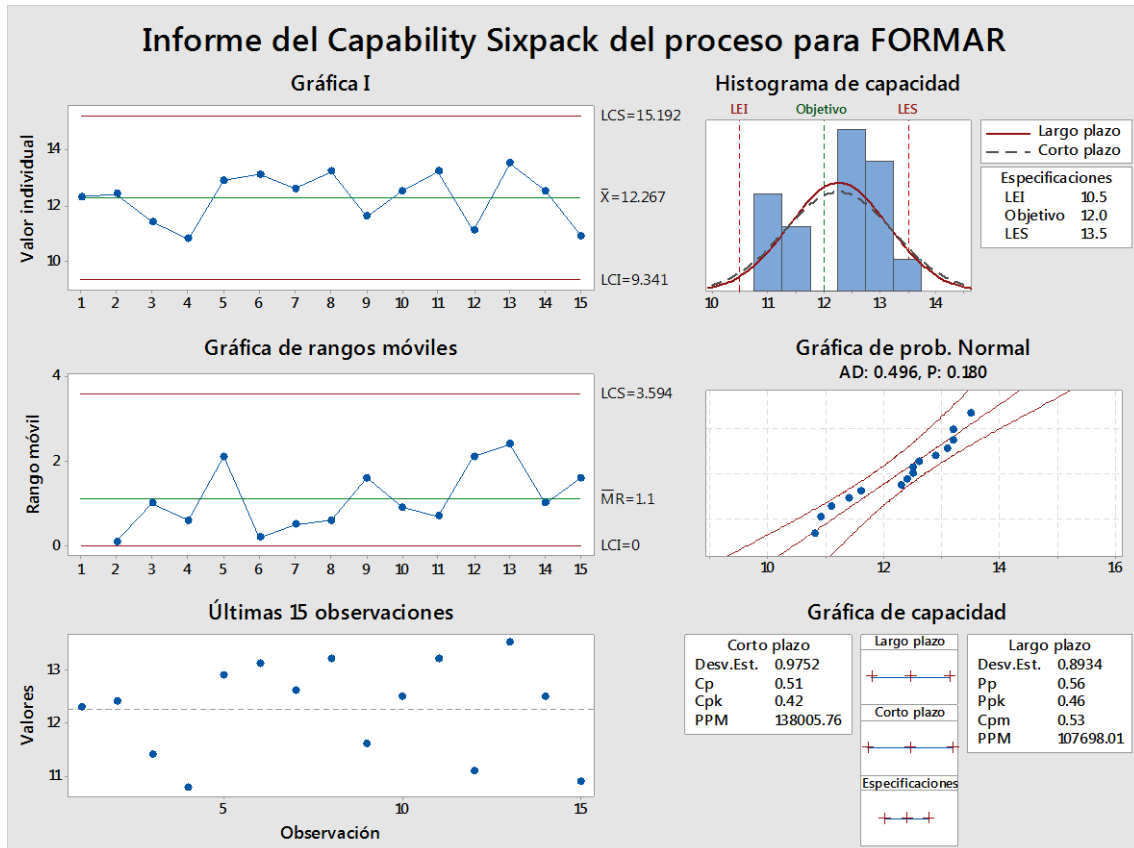
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el grafico N° 7 la el proceso de sobado presenta una distribución normal, considerando así que el proceso se encuentra estable y no presenta desviación.

5.4.1.6 Análisis de la capacidad del proceso de formar

Gráfico N° 08



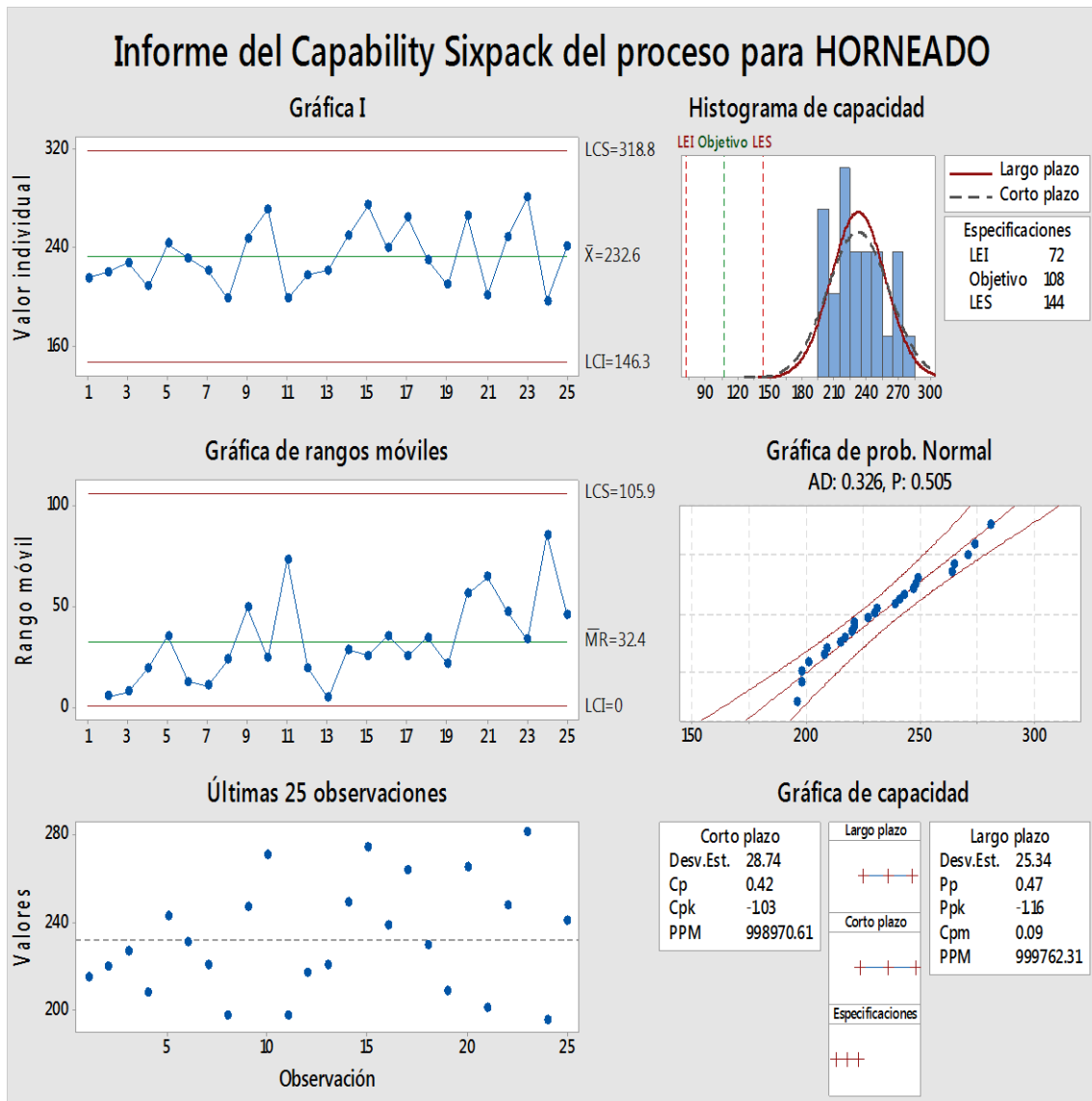
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el grafico N° 8 la el proceso de formado presenta una distribución normal, considerando así que el proceso se desarrolla de manera normal y el tiempo de moldeado no se encuentra fuera de sus límites y que variabilidad de este proceso es aceptable.

5.4.1.7 Análisis de la capacidad del proceso horneado

Gráfico N° 09



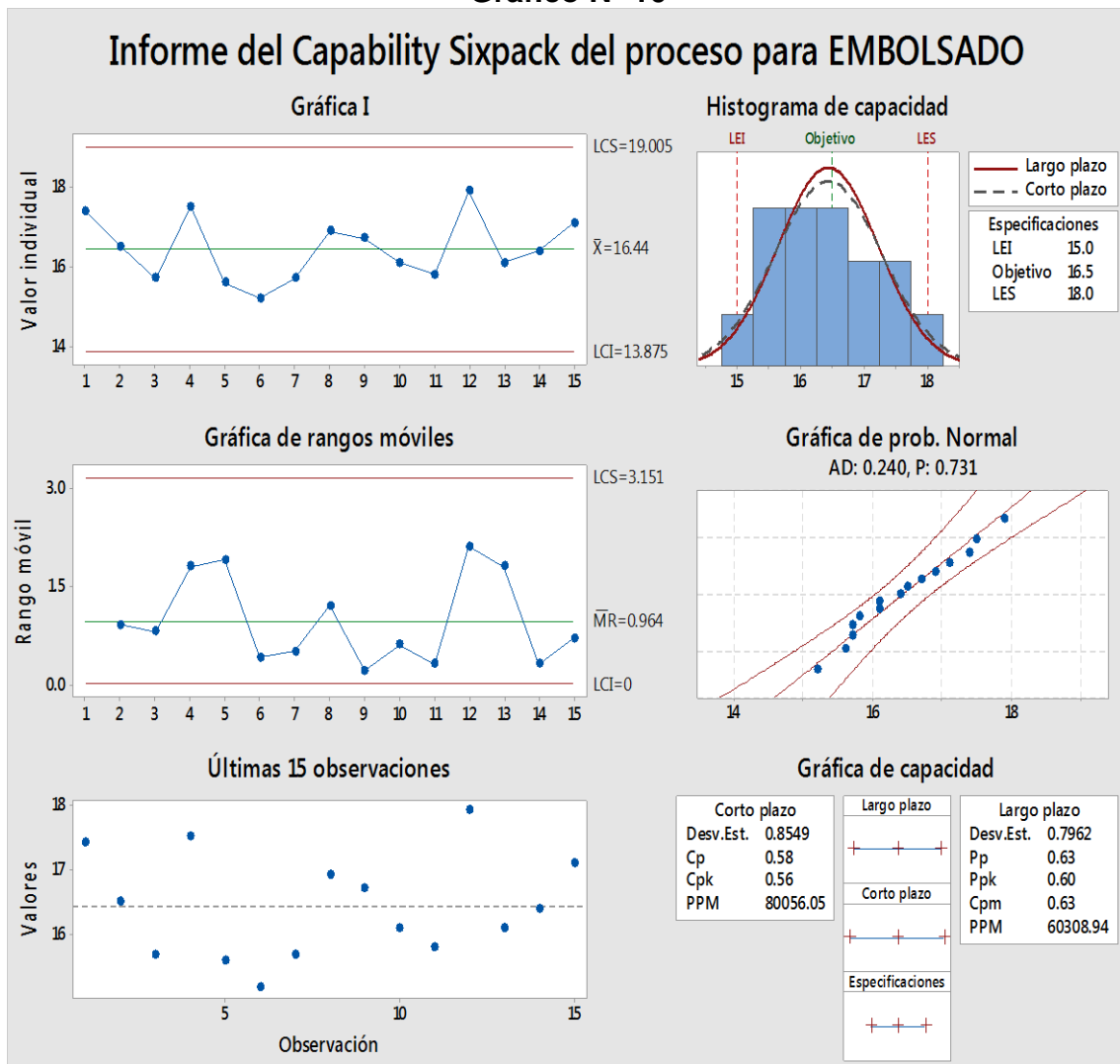
Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 9 el proceso de horneado presenta una desviación hacia la derecha, considerando así que el proceso se desarrolla fuera de sus límites y que la variabilidad de este proceso no es aceptable, teniendo la necesidad de establecer mejoras.

5.4.1.8 Análisis de la capacidad del proceso embolsado

Gráfico N° 10



Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Como podemos apreciar en el gráfico N° 10 el proceso de embolsado presenta una distribución normal, la variabilidad se encuentra dentro de los límites aceptables de la producción.

5.4.2.1 Cartas de Control

La clasificación de las características de calidad se pueden realizar de manera binaria (defectuoso, no defectuosos), a continuación el análisis se realiza en base a los productos defectuosos divididos en sub grupos de muestras constantes.

El número de muestra tomada fue de acuerdo a la capacidad del horno, que es de 900 panes (36 latas de 25 unidades c/u), cada jornada se realizan 8 lotes que hacen un total de 7200 unidades producidas, se tomaron las muestras durante el mes de Octubre de 2017, considerando como unidades defectuosas aquellas que presentan quemaduras, deformidad, falta de cocción y dureza.

Según nuestro caso se opta por realizar el análisis con la Carta de Control NP.

Cuadro N° 04:

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ACTUAL

N°	Productos producidos	Productos defectuosos	LCS	CL	LCI
1	7200	218	274.0	229.33	184.6
2	7200	271	274.0	229.33	184.6
3	7200	228	274.0	229.33	184.6
4	7200	230	274.0	229.33	184.6
5	7200	193	274.0	229.33	184.6
6	7200	289	274.0	229.33	184.6
7	7200	274	274.0	229.33	184.6
8	7200	195	274.0	229.33	184.6
9	7200	214	274.0	229.33	184.6
10	7200	217	274.0	229.33	184.6
11	7200	254	274.0	229.33	184.6
12	7200	196	274.0	229.33	184.6
13	7200	212	274.0	229.33	184.6
14	7200	206	274.0	229.33	184.6
15	7200	243	274.0	229.33	184.6

Fuente: Cuadro N° 3 Producción defectuosa de una jornada de horneado

Elaboración: Propia

En el cuadro N° 4 se puede apreciar que el límite de control inferior es de 184.6, y el límite de control superior es 274.0.

5.4.2.2 Análisis de modo y efecto de falla.

La metodología del análisis de modo y efecto de falla se utilizó con la finalidad de identificar áreas o actividades críticas o de riesgo con la finalidad de identificar situaciones no deseadas que ponen en riesgo la calidad del producto final, estas situaciones son identificadas para ejercer control.

Al aplicar la herramienta se pudo identificar los riesgos del proceso de fabricación de panes que pueden ser ocasionados por algún actor durante el proceso, el modo de falla, el efecto la causa, el método de detección y las acciones recomendadas de ahí podemos establecer mecanismos de control para evitar las situaciones que las provocan.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis de modo y efecto de falla realizado tomando en cuenta las “5 M”

Tabla 01

Análisis de modo y efecto de falla en la fabricación de panes.

Agente	Modo de falla	Efecto	Causa	Método de detección	Acciones recomendadas
Maquinaria y equipo.	Perdida en el lote de producción	Panes quemados, crudos	Horno sin mantenimiento adecuado	Inspección y selección de productos	Elaborar mantenimiento preventivo y correctivo.
Mano de obra	Falta de compromiso del personal por la calidad	Panes, quemados.	Falta de capacitación y sensibilización	Inspección y selección de productos quemados	Incentivar al personal, establecer capacitaciones.
Materia prima	Inestabilidad en lo proveedores	Variación en la calidad de las materias primas e insumos	Precios inestables, capacidad del proveedor.	Compra de producto	Fidelizar a los proveedores
Modo.	Método inadecuado en el vaciado	Panes deformes	Personal no comprometido, inexistencia de procedimientos	Inspección y selección de productos deformes	Sensibilizar al personal, establecer el procedimiento.
Medio Ambiente	Ambiente de trabajo inadecuado	Contaminación de productos.	Mala distribución de planta	Ruptura y deterioro en los empaques	Aislar zonas por áreas de trabajo.

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

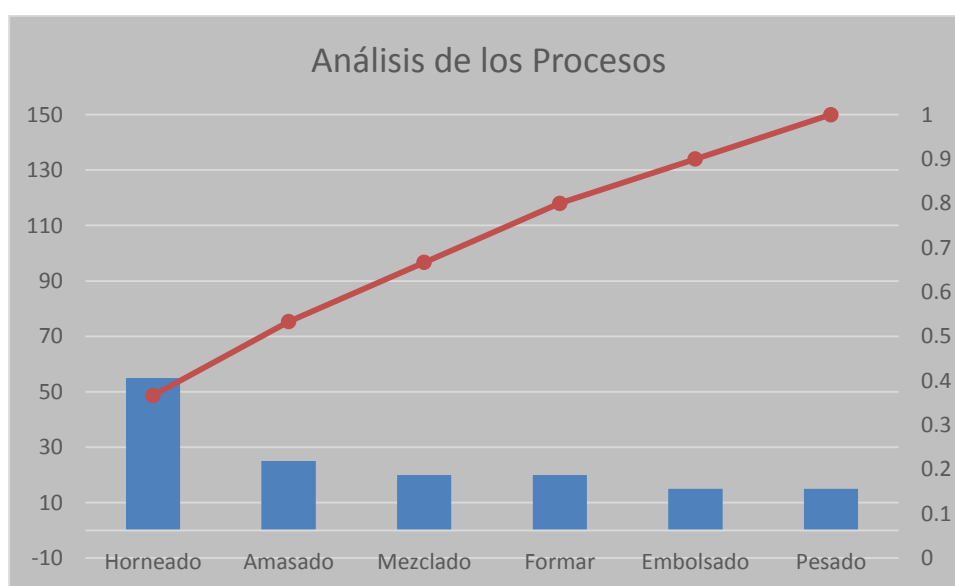
En la tabla N°1 se aplicó el análisis de modo y efecto de falla, con el criterio de las 5M, lo que nos permite tener ya un conjunto de acciones a implementar para mejorar la calidad de la producción

de panes que han de ser proveídos al programa estatal Qaliwarma.

5.4.2.3 Diagrama de Pareto.

Con este diagrama podemos identificar los procesos en los que se producen la mayor cantidad de fallas y por ende los que son susceptibles de realizar mayor cantidad de mejoras, recordando que con la herramienta podemos separar los pocos importantes de los muchos triviales

Gráfico N° 16
Análisis de los procesos- Método Pareto



Fuente: La empresa

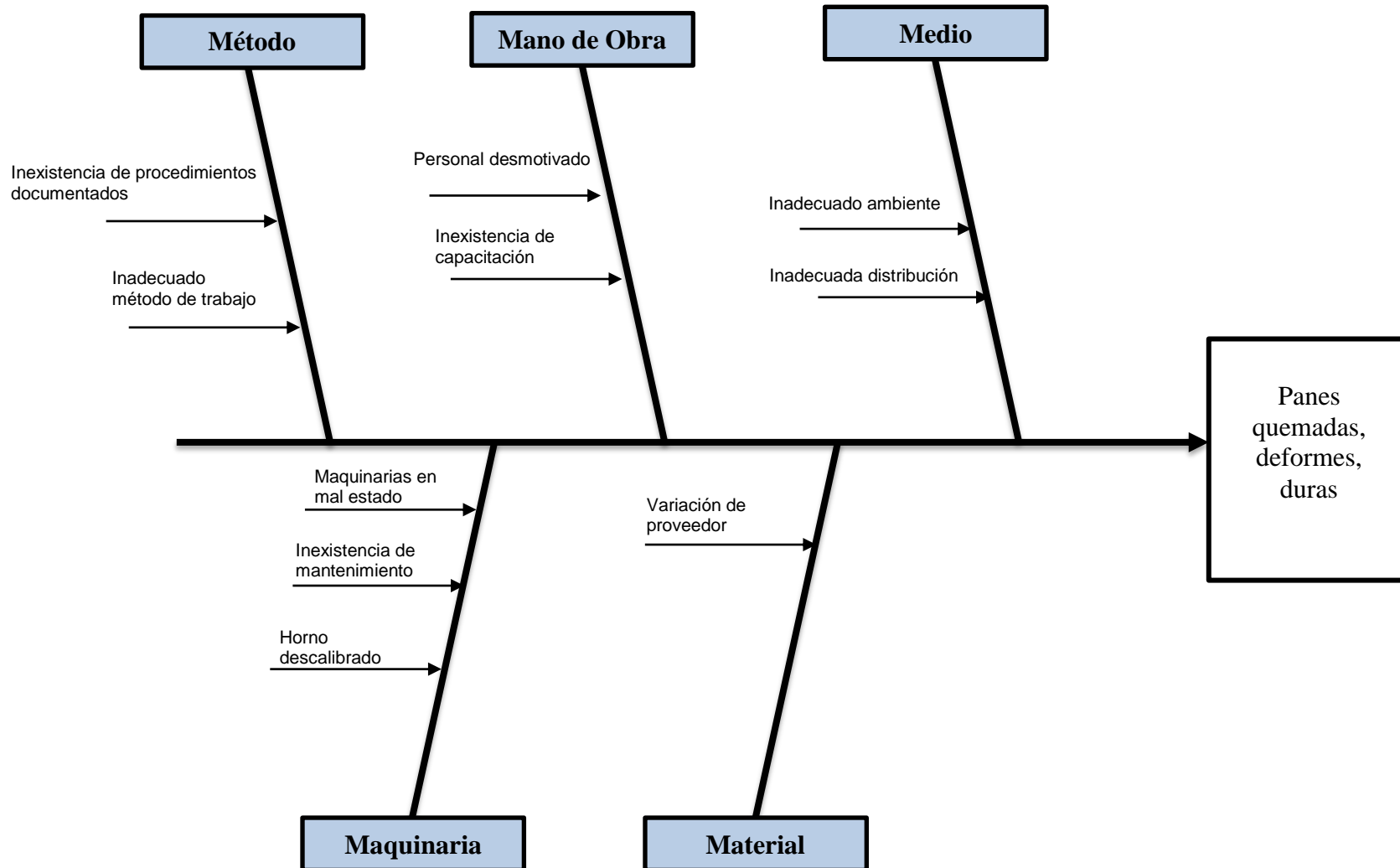
Elaboración: Propia

Aplicada la herramienta podemos observar que entre el horneado y el amasado se llega aproximadamente al 80%, lo que significa que son

estas dos actividades las que son susceptibles de mayores mejoras, debido a que la mayoría de los panes defectuosos se originan en estas actividades.

Gráfico N°17

5.4.2.4 Diagrama de causa y efecto.



Del análisis del diagrama causa-efecto, con el despliegue de la tormenta de ideas, sobre las cinco m se pudieron identificar las causas que originan los defectos o no conformidades de los panes, corroborando así los resultados del análisis de modo y efecto, este cruce de información nos permite tener la certeza respecto a las actividades de originan la variabilidad de la producción de los panes.

Finalizada la etapa de diagnóstico de la producción con el despliegue de las herramientas correspondientes, se puede concluir de que la empresa necesitaba implementar mejoras para reducir los productos defectuosos que generan pérdidas económicas, los proceso que presentan mayor variabilidad y que son causantes de la generación de productos defectuosos son, el proceso de horneado, y el amasado, por lo tanto existía la imperiosa necesidad de implementar mejoras, en los factores que influyen en la variabilidad de cada uno de esos procesos, como son el mantenimiento de la maquinaria y equipos, la capacitación y adiestramiento, incentivo y compromiso del recurso humano y el lugar de trabajo.

5.5 DISEÑO DEL PLAN.

5.5.1. Objetivos

General.

Reducir el número de productos no conformes, es decir reducir su variabilidad.

Específico.

- Establecer y aplicarlas herramientas de mejora
- Obtener las mejoras en los procesos.

5.5.2. Área a implementar

En los ítems precedentes de éste documento con el despliegue de las herramientas, se identificaron los procesos y factores críticos que ocasionan la variabilidad en la calidad de los panes, determinándose que los procesos de horneado, amasado y mezclado son los procesos acompañados que generan la mayor cantidad de productos no conformes, yendo a la causa raíz se ha podido determinar que los factores mano de obra, estado de los equipos y maquinarias y el ambiente de trabajo son las causas principales para la generación de productos defectuosos.

Poniendo en práctica el concepto de Pareto, nos avocamos al criterio de centrarnos en los pocos

procesos que son fuente de la mayor cantidad de errores, por lo que ahí se enfocaran nuestros principales esfuerzos.

5.5.3. Acciones y Recursos necesarios

Acciones

- **Fidelización de los proveedores.**

El producto final depende de las materias primas e insumos así como del proceso, pero en este caso, resulta importante mantener la misma calidad o las mismas características de la materia prima, por esta razón el hecho de tener a los mismos proveedores resulta importante, para evitar la variabilidad en el producto final.

La estrategia indica que se debe garantizar la continuidad de la calidad de la materia prima e insumos, y esto se logra con la fidelización de los clientes, pero hay que tener cuidado de la excesiva dependencia, pues ello conllevaría al hecho de estar sujetos a las exigencias de ellos, si es que no se tiene alternativas semejantes a ella, por lo que se debe administrar una cartera de los proveedores que nos puedan abastecer en condiciones similares.

- **Capacitaciones al personal.**

Los procesos mejoraran en la medida que se tomen medidas integrales, y uno de esos componentes

importantes es el recurso humano que hoy se le conoce como el capital intelectual de las organizaciones, en nuestro caso se identificó con el diagrama de causa efecto, que uno de los factores que ocasionan la variabilidad en los productos es el factor humano por lo que se plantea capacitar al personal con la finalidad de corregir y reforzar sus conocimientos, habilidades, destrezas y practicas con la finalidad de mejorar los resultados, las capacitaciones a desarrollarse deben ser en los siguientes temas:

- Métodos y procedimientos de trabajo.
- Buenas prácticas de manufactura.
- Calidad del servicio al cliente interno y externo
- Motivación y compromiso institucional.
- Mantenimiento productivo total.

Las capacitaciones deben llevarse a cabo de manera permanente, para lo cual se debe habilitar un horario dentro de la jornada laboral para que el personal pueda asistir sin contratiempos.

- **Calibración y mantenimiento de equipos y maquinarias.**

Garantizar que existan máquinas operativas y disponibles, implica que se despliegue un sistema de mantenimiento, y este a su vez que se pueda formular un plan de mantenimiento, en que se puedan desplegar las diferentes estrategias del mantenimiento, que básicamente pueden ser las de mantenimiento correctivo y mantenimiento planeado, sin descuidar la implantación de la filosofía del mantenimiento productivo total, en este contexto es importante recordar que al desplegar la herramienta de análisis de modo y efecto, se identificaron los equipos que empleados en los procesos de fabricación de panes para el programa Qaliwarma son: la balanza, selladora, horno y batidora, dentro de los más importantes, por lo cual la materialización de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias son indispensables para tenerlos en óptimas condiciones para su uso, el trabajo de calibración y mantenimiento se deben realizar de manera periódica de acuerdo a su naturaleza.

- **Recursos.**

Para el éxito de la gestión es necesario poner en marcha los planes de mejora que se sugieren, pero para su operativización resulta indispensable que se cuenten de manera oportuna con todos los recursos necesarios caso contrario, no se garantiza la efectividad de las medidas a tomar.

Financieros.

Como se sabe todo es posible siempre y cuando se cuente con recursos económicos, por ello los recursos financieros que garantizarán las acciones establecidas en éste plan se muestran en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 7
RECURSOS FINANCIEROS PARA IMPLEMENTAR EL PLAN**

N°	Acción	Recurso	Precio unitario	Cantidad	Precio total
1	Calibración de la balanza.	Personal técnico especialista	S/. 80.00	4	S/. 320.00
2	Mantenimiento del horno	Personal técnico especialista	S/. 5000.00	2	S/. 1,000.00
3	Mantenimiento de la mezcladora	Personal técnico especialista	S/. 150.00	2	S/. 300.00
4	Mantenimiento de la selladora	Personal técnico especialista	S/. 50.00	4	S/. 200.00
5	Capacitación al personal	Capacitación al personal	S/. 600.00	2	S/. 1,200.00
TOTAL					S/. 3,020.00

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Humanos.

El capital intelectual es el factor que marca la pauta del desarrollo de las organizaciones el día de hoy, a través de sus componentes tales como el talento humano, el capital relacional y el capital estructural, si la organización no invierte en este recurso más temprano que tarde pagará las consecuencias de ésta decisión, porque si se reflexiona por un momento todo gira en torno al ser humano, fortalecer y desarrollar un buen clima organizacional acompañado de capacitaciones e incentivos lograremos que el personal se comprometa con el presente plan que busca reducir la variabilidad de la calidad de los panes, evitando la producción de productos no conformes.

Control.

Después de poner en práctica los planes de mejora, y con la finalidad de ir mejorando y corrigiendo en tiempo real es necesario controlar, solo así lograremos que a lo largo del tiempo, las medidas correctivas sean sostenibles, los controles deben estar plasmados en registros, los mismos que serán fruto de las gráficas de control las que nos proporcionaran información en tiempo real la situación de la producción.

Graficas de control para el número de productos defectuosos.

Para este fin, es decir para llevar el registro de los productos defectuosos producidos, el operario responsable del proceso productivo registrara y llevara el control permanentemente tomando muestras aleatorias a lo largo de la jornada de producción, el objetivo es mantener el número de productos defectuosos por debajo de 18 (2%) por cada 900 panes producidas, en el mismo diagrama podremos apreciar la tendencia de la producción y mantener la producción bajo control estadístico, es decir que los defectos estén dentro de los rangos aceptables, caso contrario el operador tendrá que realizar y/o solicitar la calibración, mantenimiento y/o renovación de un equipo o maquinaria.

5.5.4. Resultados obtenidos.

La investigación tuvo como objetivo, reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes empleando la metodología DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM, para ello tuvimos que definir y evaluar los requerimientos del cliente en el proceso de producción de panes, después, medir el desempeño del proceso actual de producción de panes para abastecer al programa Qaliwarma, luego analizar la información recolectada para mejorar el proceso de producción de panes,

posteriormente mejorar el proceso atacando las causas raíz y un primer monitoreo para controlar la evolución de los indicadores para tomar las medidas pertinentes, fruto de este conjunto de propósitos se logró identificar las causa de las variaciones de los panes, se pudo determinar el valor de la capacidad del proceso identificando los procesos que cuentan con mayor variabilidad que son horneado, mezclado y amasado, siendo estos los que originan la mayor cantidad de panes no conformes.

Líneas abajo presentamos el cuadro resumen de los datos tomados, antes de la implementación de las mejoras, los resultados obtenidos con las mejoras implementadas bajo la metodología DMAIC:

CUADRO N° 8

VALORES ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA

Proceso		Unidad	Promedio	Mediana	Desviación Estándar (sin mejora)
Pesado	HARINA DE TRIGO	Tiempo de operación	5.079	5.05	0.353
	HARINA DE MAIZ	Tiempo de operación	5.060	5.10	0.253
Mezclado	MEZCLADO	Tiempo de operación	12.400	12.40	1.167
Amasado	AMASADO	Tiempo de operación	9.433	9.10	1.641
Pesado	PESADO 2	Tiempo de operación	12.727	12.60	1.291
Formar	FORMAR	Tiempo de operación	12.267	12.50	0.893
Horneado	HORNEADO	numero de panes defectuosos	232.560	230.00	25.344
Embolsado	EMBOLSADO	Minutos	16.440	16.40	0.796

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

A continuación se muestra los resultados obtenidos en los procesos una vez aplicado las mejoras:

CUADRO N° 9

VALORES DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA

Proceso		Unidad	Promedio	Mediana	Desviación Estándar (con mejora)
Pesado	HARINA DE TRIGO	Tiempo de operación	4.453	4.5	0.309
	HARINA DE MAIZ	Tiempo de operación	4.467	4.5	0.244
Mezclado	MEZCLADO	Tiempo de operación	12.287	12.3	0.873
AMASADO	AMASADO	Tiempo de operación	9.027	8.9	0.803
PESADO	PESADO 2	Tiempo de operación	12.360	12.5	1.036
FORMAR	FORMAR	Tiempo de operación	12.193	12.4	0.650
HORNEADO	HORNEADO	numero de panes defectuosos	197.040	198.00	7.646
EMBOLSADO	EMBOLSADO	Minutos	16.040	16.1	0.526

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

En el siguiente cuadro podremos apreciar los valores antes y después de la aplicación de los planes de mejora

**CUADRO N° 10
VALORES COMPARATIVOS ANTES Y DESPUES DE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA**

Proceso			SIN MEJORA			CON MEJORA			DIFERENCIA		
			Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Promedio	Mediana	Variación
Pesado	Harina de trigo	Tiempo de operación	5.079	5.05	0.353	4.453	4.5	0.309	0.597	0.55	0.662
	Harina de maíz	Tiempo de operación	5.060	5.10	0.253	4.467	4.5	0.244	0.633	0.60	0.497
Mezclado	Mezclado	Tiempo de operación	12.400	12.40	1.167	12.287	12.3	0.873	0.113	0.10	2.041
Amasado	Amasado	Tiempo de operación	9.433	9.10	1.641	9.027	8.9	0.803	0.073	0.20	2.444
Pesado	Pesado 2	Tiempo de operación	12.727	12.60	1.291	12.360	12.5	1.036	0.240	0.10	2.327
Formar	Formar	Tiempo de operación	12.267	12.50	0.893	12.193	12.4	0.650	0.307	0.10	1.543
Horneado	Horneado	N° Panes defectuosos	232.560	230.00	25.344	197.040	198.00	7.646	32.960	32.00	32.990
Embolsado	Embolsado	Minutos	16.440	16.40	0.796	16.040	16.1	0.526	0.360	0.30	1.322

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Con los datos mostrados en este cuadro, se puede colegir que, la desviación estándar en cada uno de los procesos disminuyeron, luego de que se pusieran en marcha los planes de mejora propuestos, por eso es que los procesos se encuentra más estables, lo que significa que el objetivo de reducir la variabilidad de los procesos mediante la metodología DMAIC se logró, las cuales se reflejan en la disminución de panes no conformes con el consiguiente incremento de las utilidades de la empresa respecto a la producción de pan.

CONCLUSIONES

- Se logró reducir la variabilidad en el proceso de producción de panes empleando la metodología DMAIC en la empresa Consorcio MOLICAM.
- Se determinó los valores actuales del proceso de producción para cuantificando las medidas de posición, dispersión y formar las variables de calidad, como consecuencia de estas actividades se logró determinar que los procesos de horneado, modelado y vaciado son los procesos acompañados a los factores de mano de obra, estado de los equipos y maquinarias y el ambiente de trabajo como las causas principales para la generación de productos no conformes.
- Se logró conseguir la mejora, tal como se muestra en el cuadro N° 10

CUADRO N° 10
VALORES COMPARATIVOS ANTES Y DESPUES DE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA

Proceso			SIN MEJORA			CON MEJORA			DIFERENCIA		
			Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Promedio	Mediana	Variación
Pesado	Harina de trigo	Tiempo de operación	5.079	5.05	0.353	4.453	4.5	0.309	0.597	0.55	0.662
	Harina de maíz	Tiempo de operación	5.060	5.10	0.253	4.467	4.5	0.244	0.633	0.60	0.497
Mezclado	Mezclado	Tiempo de operación	12.400	12.40	1.167	12.287	12.3	0.873	0.113	0.10	2.041
Amasado	Amasado	Tiempo de operación	9.433	9.10	1.641	9.027	8.9	0.803	0.073	0.20	2.444
Pesado	Pesado 2	Tiempo de operación	12.727	12.60	1.291	12.360	12.5	1.036	0.240	0.10	2.327
Formar	Formar	Tiempo de operación	12.267	12.50	0.893	12.193	12.4	0.650	0.307	0.10	1.543
Horneado	Horneado	N° Panes defectuosos	232.560	230.00	25.344	197.040	198.00	7.646	32.960	32.00	32.990
Embolsado	Embolsado	Minutos	16.440	16.40	0.796	16.040	16.1	0.526	0.360	0.30	1.322

- Se diseñó el diagrama del flujo del proceso de producción de los panes para el programa Qualiwarma, con esta actividad se logra estandarizarlo; identificar sus puntos de medición y fuentes de variación.
- El uso y despliegue de las herramientas de la calidad permitieron medir la capacidad del proceso, mediante la caracterización, identificación de los requisitos claves del cliente, las características claves del producto y los parámetros que afectan al funcionamiento del proceso.
- Se diseñó un plan de mejoras que estuvo constituido por: Fidelización de los proveedores, Capacitaciones al personal, Calibración y mantenimiento de equipos y maquinarias, el mismo que debe ser monitoreado de manera constante, para poder tomar las medidas correctivas en tiempo real.
- Se determinaron los recursos necesarios (humanos y financieros) para llevar a cabo las mejoras.
- Se determinó el monitoreo con gráficos de control, para consolidar en el tiempo las mejoras.

RECOMENDACIONES

- Hacer el seguimiento de manera permanente y constante para que se puedan tomar las medidas correctivas de manera oportuna, así como también para que se cree una conducta habitual respecto de la mejora continúa.
- La empresa al tener una mayor cantidad de productos debe considerar la posibilidad de ampliar el estudio para todos los productos.
- Diseñar un aplicativo informático que permita hacer más fácil la labor de monitoreo y evaluación.

BIBLIOGRAFIA

1. Bernal A, (2006). Metodología de la investigación. México: Pearson Prentice Hall.
2. Caballero Romero A, (2008). Innovaciones en las guías metodológicas para los planes y tesis de Maestría y Doctorado. Perú: Instituto Metodológico Alen Caro.
3. Carrasco Díaz S, (2006). Metodología de la investigación científica. Perú: San Marcos.
4. Chase et al, (2006). Administración de Operaciones y cadena de suministros. México: Mc Graw Gill.
5. Eckes , G, (2004). El Six Sigma para todos. Bogotá. Norma.
6. Escalante, Edgardo J, (2008). Seis sigma: Metodología y técnicas. México: Limusa.
7. García Fernández R, (2010). La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. Alicante: Editorial Club Universitario.
8. Hernández Sampieri R, Fernández Collao C, (2008). Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 4ª ed. México: McGraw Hill.
9. Krajewski, L., Ritzman L., & Malhotra, M, (2008). Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
10. Pérez Marqués M, (2011). Metodología seis sigma a través de Excel. México DF: Editorial Alfaomega.

11. Tang Cárdenas R, (2013). Diseño de un plan de mejora para la reducción de la merma en el área de perecible en la empresa de supermercados Metro de la ciudad de Huancayo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco.
12. Varas Acuña, Cristian Antonio; (2010). Tesis. Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate. Chile: Universidad de Chile.
13. Vargas, Martha y Aldana, Luizángela, (2012). Calidad y servicio, conceptos y herramientas. Colombia: ECOE Ediciones.
14. Zeithaml, V. y Bitner, M, (2002). Marketing de Servicios. México: Mc. Graw Hill.