

5. Proyecto para mejorar la capacidad potencial de proceso.

En las páginas siguientes se desarrollan las actividades específicas que se llevaron a cabo durante el proyecto para mejorar la capacidad potencial del proceso de fabricación del pan de caja en la Planta Bimbo Santa María que se engloban en los siguientes puntos:

1. Marco de referencia
2. Descripción del proyecto mejorar la capacidad potencial de proceso.
3. Objetivo específico del proyecto
4. Calculo de beneficios económicos.
5. Aplicación de la metodología de mejora continua para alcanzar los objetivos.

5.1. Marco de referencia.

Una de las principales actividades que permite a las grandes organizaciones tener continuidad mercado y alcanzar sus objetivos es la Planeación Estratégica, y en Grupo Bimbo no es la excepción, donde es organizada y encabezada por la alta dirección, y donde se formulan estrategias y se definen los mecanismos de implementación y evaluación de desempeño.

Así mismo, Grupo Bimbo divide sus diferentes plantas del territorio nacional por regiones, las cuales a principios de año llevan a cabo su proceso de la planeación táctica y operativa siguiendo los lineamientos de la planeación estratégica, donde se revisan y analizan los resultados globales anuales por Planta, así como los nuevos indicadores y metas definidas del año en curso para poder conseguir los objetivos de negocio establecidos por la alta dirección.

Durante la planeación táctica y operativa en Planta, se utilizó una herramienta llamada “Value Stream Map (VSM)” o “Mapeo de Generación de Valor”, la cual ayuda en el rediseño e implantación de un nuevo modelo productivo en Planta para una familia de productos específica que estará mejor adaptada a las nuevas exigencias actuales y futuras impulsando el aumento de la productividad y reducción de costos en la operación.

Dentro de los equipos de trabajo por Planta, participa personal de los diferentes procesos, con el objetivo de que entre todos analicen el “Mapa de Generación de Valor Actual” e identifiquen las actividades que generan o no valor para poder identificar así las áreas de oportunidad que no hacen posible alcanzar los objetivos de negocio.

Después de realizar el análisis del “Mapa de Generación de Valor Actual” de cada familia de productos seleccionados, se genera un nuevo “Mapa de Generación de Valor futuro” en el que se identifican las mejoras en “nubes de oportunidad” que permitirán mejorar el desempeño del proceso y que ayudan de plataforma para la

generación de planes de acción y compromisos para lograr las metas definidas que satisfagan las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

5.2. Descripción del proyecto para mejorar la capacidad potencial de proceso.

En el caso de la Planta Bimbo Santa María, se realizó el “Mapa de Generación de Valor” para la línea de panes, donde como parte del análisis y con base en los datos históricos de peso de dividido (peso del corte de masa cruda), se identificó la oportunidad de disminuir la variación para mejorar la productividad y generar beneficios económicos derivados del control del mismo, de donde surge el proyecto “Kaizen para la disminución de la variación en el proceso de dividido en la fabricación de pan de caja”, del cual se desarrolló este trabajo.

Una vez hecho lo anterior, se realizaron los estudios para evaluar el beneficio económico que se obtendría por llevarlo a cabo para presentarlos a la Gerencia, y diera la señal aprobatoria para su programación y ejecución.

5.3. Objetivo específico del proyecto.

Mejorar la capacidad potencial del proceso de dividido disminuyendo la desviación estándar calculada con base en los datos históricos de los últimos 9 meses, para después disminuir la media del dividido aumentando el rendimiento por masa y por ende disminuir el costo unitario con base en el costo de materiales.

En la figura 2 se ejemplifica de manera gráfica lo que se planeó realizar en primera instancia, las líneas azules representa los límites de especificación para el proceso de dividido del producto en cuestión, la línea negra la distribución histórica, y la línea en rojo los resultados esperados.

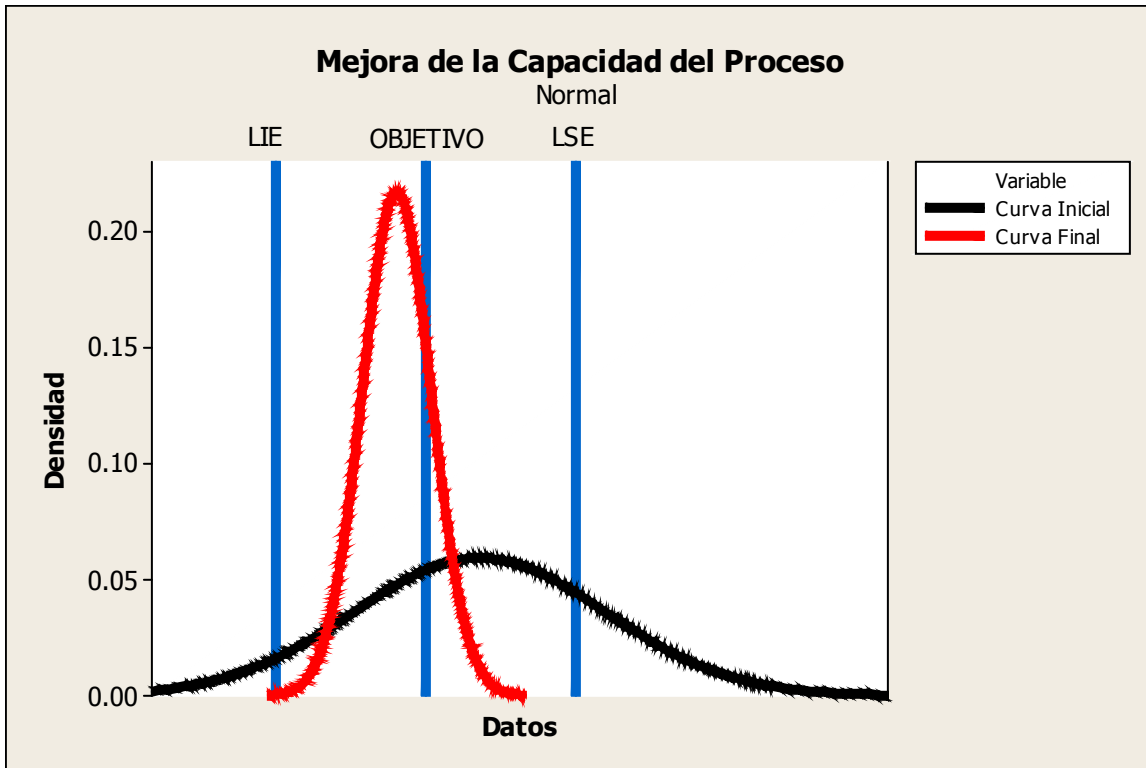


Figura 2. Representación gráfica de la mejora de capacidad potencial del proceso

5.4. Calculo de beneficios económicos.

5.4.1. Pronósticos de Producción Anual.

El calcular los beneficios económicos anualizados de este proyecto implicó el realizar un análisis del pronóstico de volumen de producción anual con base en los datos históricos semanales y determinar si existía algún tipo de comportamiento específico en el volumen de producción de éste producto para poder realizar un cálculo más acertado.

La tabla 2 muestra la producción de 40 semanas en piezas de éste producto y su gráfica en la figura 3.

Semana	Producción Semanal	Semana	Producción Semanal	Semana	Producción Semanal
1	418,800	16	538,339	31	445,477
2	484,988	17	491,754	32	422,461
3	469,144	18	371,774	33	402,791
4	464,415	19	471,713	34	550,435
5	473,515	20	464,331	35	529,491
6	441,256	21	454,045	36	514,049
7	439,313	22	458,773	37	515,337
8	448,263	23	504,004	38	436,062
9	476,434	24	462,529	39	467,446
10	435,393	25	474,485	40	457,097
11	445,456	26	431,463		
12	477,113	27	508,893		
13	454,311	28	396,256		
14	613,711	29	387,485		
15	376,677	30	438,764		

Tabla 2. Producción semanal histórica

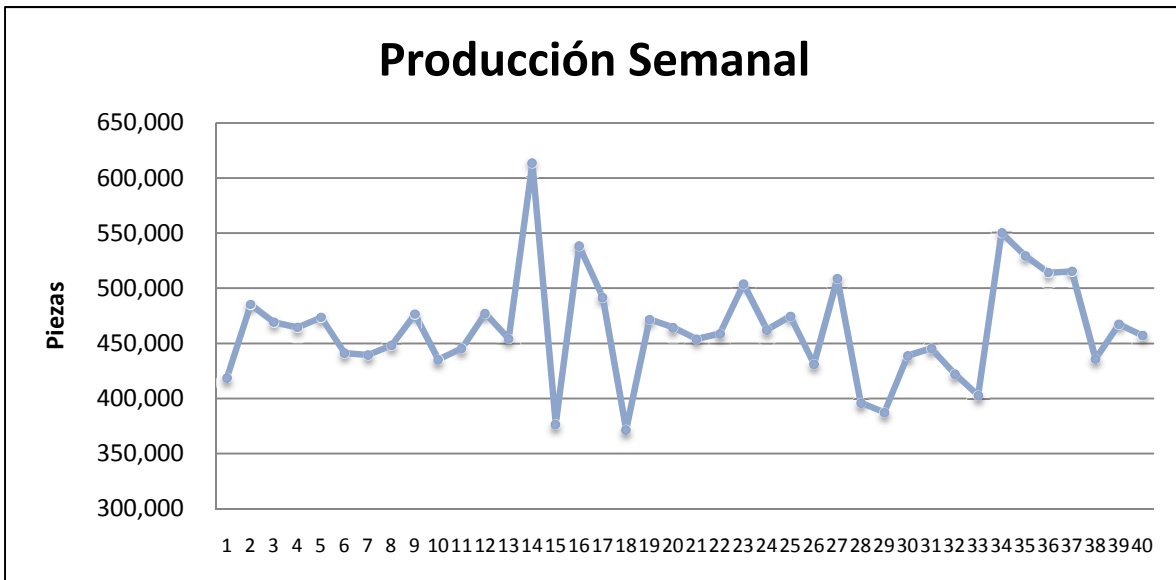


Figura 3. Gráfico producción semanal histórica

Para determinar el volumen de producción con el que se realizarían los cálculos se hicieron estimaciones con diferentes modelos de pronósticos para la producción, estos se muestran en la Figura 4 y son: promedio simple (SA), promedios móviles (4-MA), suavizamiento exponencial simple (SES) y suavizamiento exponencial doble (DES).

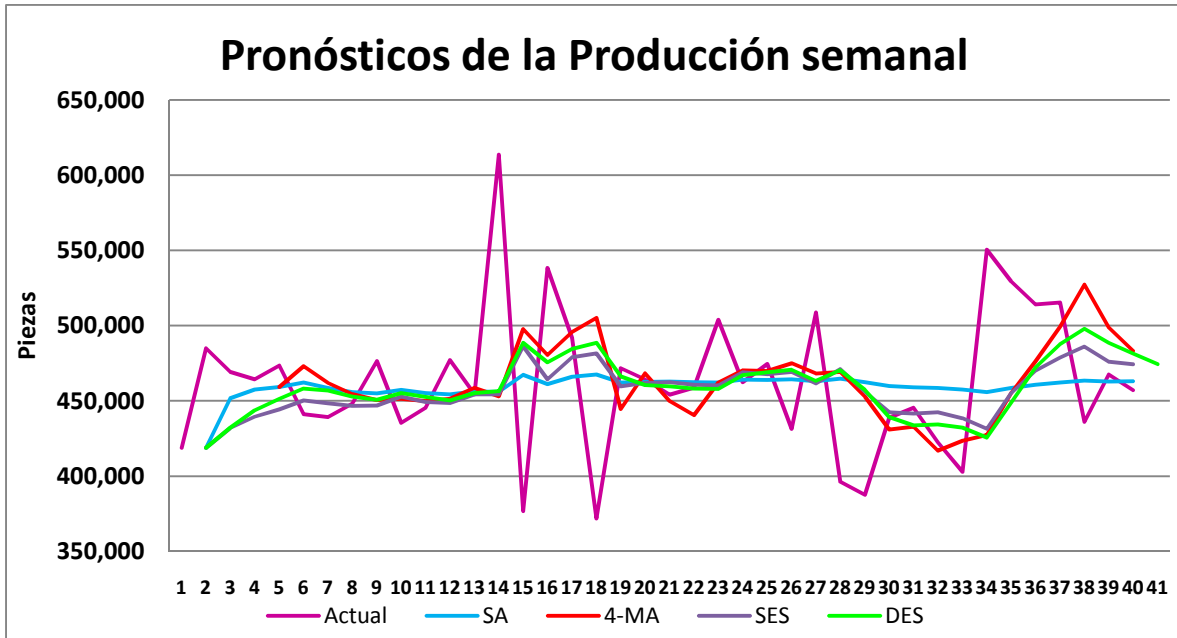


Figura 4. Gráfico pronósticos de la producción semanal

A continuación en la tabla 3 se muestran los resultados de los indicadores de desempeño obtenidos con el Software WinQSB, donde se tomó como indicador de desempeño la Desviación Media Absoluta (MAD – Mean Absolut Deviation) para determinar el mejor pronóstico:

Indicador	Pronóstico Promedio Simple	Pronóstico Promedio Móvil	Pronóstico Suavizamiento Exponencial Simple	Pronóstico Suavizamiento Exponencial Doble
Pronóstico	462,851 [pzas]	468,985 [pzas]	470,917 [pzas]	474,372 [pzas]
CFE	177,216 [pzas]	-8,920 [pzas]	260,589 [pzas]	180,815 [pzas]
MAD	36,206 [pzas]	39,026 [pzas]	37,056 [pzas]	37,378 [pzas]
MAPE	7.785	8.500	7.966	8.064

Tabla 3. Resumen de desempeño de los pronósticos

Con base en los datos de la tabla 3 podemos decir que el mejor pronóstico semanal se obtuvo mediante el método de promedio simple, ya que su indicador de desempeño MAD fue el menor con un valor de 36,206.24 piezas, que convirtiéndolo a un estimado mensual nos da por resultado un pronóstico de 1,851,404 piezas.

5.3.2. Costeo.

Después de calcular el pronóstico de la producción, se solicitó al área de Costos realizara una estimación del costo unitario del producto, desglosándolo en: costo de materia prima, costo de mano de obra y costo de indirectos; tomando en cuenta el supuesto de la reducción de la media del peso de dividido, para así poder calcular la diferencia entre los costos de producción actuales y los supuestos para determinar los beneficios económicos con el mismo volumen de producción y aumentar el rendimiento de los sub-ensambles. De los resultados de los costos calculados, el único que tuvo un cambio significativo fue el de costo de materiales como se esperaba, y fue el costo con el que se realizó el cálculo de beneficios.

5.3.3. Resultados esperados.

Una vez calculado el pronóstico de la demanda y contando con los costos de materia prima calculados con el peso de dividido inicial y el objetivo, se realizó la proyección de los beneficios anualizados. En la tabla 4 podemos ver ejemplificado el proceso del cálculo.

Beneficios Económicos	Inicial	Final
Promedio Dividido [g/pza]	773.85	769.65
Costo de MP [\$/g]	6.5003	6.4651
Costo por pieza [\$/pza]	8.1254	8.0901
Pronóstico Piezas Producidas Mensual [pzas]	1,851,404	1,851,404
Costo de Producción Mensual [\$/]	\$15,043,448	\$14,978,130
Diferencia mensual [\$/]	\$65,318	
Diferencia Anual [\$/]	\$783,811	

Tabla 4. Cálculo de beneficios económicos

5.4. Aplicación de la metodología de mejora continua para alcanzar los objetivos.

Después de realizar los análisis anteriores, se presentaron a la Gerencia de Producción para su revisión, y ésta dio la aprobación para la ejecución del proyecto. Para poder lograr buenos resultados se aplicó una metodología de mejora continua que se resume en la figura 5 y se enlista a continuación.

1. Fase 1: Definición, alcance y capacitación
2. Fase 2: Medición
3. Fase 3: Análisis
4. Fase 4: Mejora y Control
5. Fase 5: Presentación de resultados



Figura 5. Esquema de la metodología de mejora

5.4.1. Fase 1: Definición, Alcance y Capacitación.

5.4.1.1. Definición y alcance.

La descripción del proyecto como se describió anteriormente se desarrolló durante la planeación táctica y operativa con el desarrollo del Mapa de Cadena de Valor, donde a su vez se identificó las variables de salida que fueron el peso de dividido y su desviación estándar, así como el alcance del proyecto que fue un elemento de una familia de productos de una línea en específico.

Para llevar a cabo la primera fase se integró el equipo natural de trabajo con los dueños del proceso con ayuda de los Supervisores de producción de la línea y el Gerente de Producción, que proporcionaron las facilidades para que expertos del área de producción y de mantenimiento de los tres turnos, así como de áreas staff que tienen relación con ellos salieran de sus áreas de trabajo para que participaran activamente durante el periodo de tiempo destinado para el proyecto.

Una vez determinado el equipo natural que participaría en el evento Kaizen y la definición de sus roles, se procedió a capacitar a los integrantes, explicándoles cuál era el área de oportunidad y el alcance del proyecto para generar compromiso en ellos, comunicando que el objetivo principal era disminuir la desviación estándar y para posteriormente reducir el peso de la media de dividido, para obtener una consistencia de producto con las características de calidad requeridas, mejorando la capacidad potencial del proceso y generando beneficios económicos.

5.4.1.2. Capacitación.

La primera parte de la capacitación que se impartió a los colaboradores se basó en los principios de la filosofía de la manufactura esbelta y sus herramientas, con ayuda de varias dinámicas para facilitar el entendimiento de las mismas.

Así mismo se capacitó sobre la disciplina de las 5 s para que entendieran la importancia de tener todas las cosas en su lugar, ya que esta disciplina es un pilar importante para los logros de Kaizen. También se habló sobre los siete desperdicios para que cuando se trabajará en piso, además de impactar en el objetivo principal, también se enfocaran en la búsqueda y eliminación de los mismos, que es parte de la misma línea de los trabajos para la mejora continua.

5.4.2. Fase 2. Medición del Proceso.

Esta fase fue muy importante porque en ella tuvimos la oportunidad de medir varias posibles causas de variación, que posteriormente con base en el análisis de datos fuimos descartando y las cuales se enlistan a continuación:

1. Evaluación del sistema de medición
2. Medición de datos vivos
3. Análisis del desempeño del proceso

5.4.2.1. Evaluación del sistema de medición.

Durante esta etapa se revisó el buen funcionamiento del equipo de computo y la configuración del software utilizado en las estaciones o áreas de trabajo donde se lleva a cabo la captura de peso, así como se solicitó al responsable de mantenimiento de las básculas y termómetros, los últimos registros de verificación y/o calibración de las mismas.

Para el análisis de los sistemas de medición, además de la revisión de las calibraciones y verificaciones antes mencionadas, se llevó a cabo un estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) para determinar que tan confiable era nuestro sistema de medición descartando una fuente posible de variación, esto incluye nuestro instrumento de medición que es la báscula y las personas que realizan las mediciones.

Para realizar el estudio del equipo de medición de peso se construyeron varios patrones estándar, que estaban marcados e identificados para que los colaboradores no alteraran los resultados, éste estudio se realizó con los tres colaboradores maestros del área por separado en los tres turnos y con la misma báscula. Para el análisis se utilizó la herramienta de Gage R&R de Minitab, de donde se obtuvieron los resultados de la variabilidad en el equipo de medición y la del operador. En la figura 6 podemos observar los resultados gráficos arrojados por el software.

R&R Panes

Nombre del sistema de medición: Báscula PL3
 Fecha del estudio: Octubre 2009

Notificado por: Pedro Reyna
 Tolerancia: 0.1
 Misc:

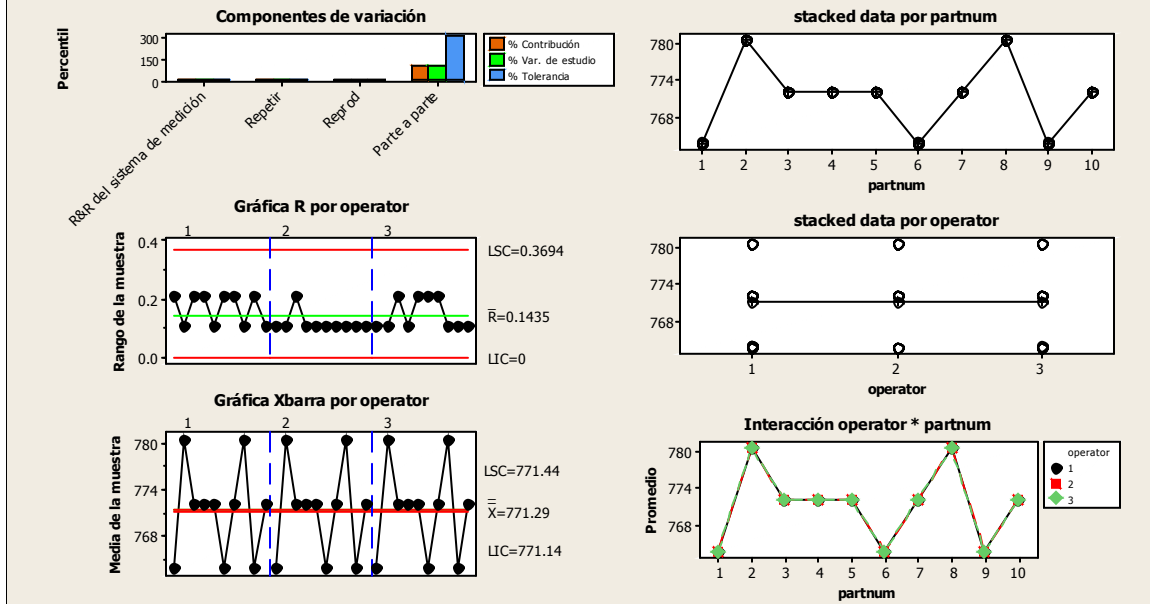


Figura 6. Resultados gráficos estudio R&R

Con base en el resumen de resultados arrojados en el estudio R&R, el análisis ANOVA de dos vías con interacción realizado en Minitab, se tiene que el “P” valor obtenido para el “operador” = 0.208 y para la interacción “operador-número de partes” = 1.0, lo que nos indica que estadísticamente no hay diferencia significativa dentro de nuestro sistema de medición, lo que quiere decir que nuestro sistema de medición era confiable, calculado con una confiabilidad del 95%. (Ver resultados completos en anexo 1)

5.4.2.2. Recopilación de datos vivos.

Una vez que confirmamos la confiabilidad de nuestro sistema de medición, se realizó un muestreo para monitorear el peso de una manera continua durante dos días seguidos en turnos completos, para determinar la variación natural del proceso. Para llevar a cabo el análisis del proceso de panificación, se dibujó el diagrama de bloques del proceso de fabricación de pan (figura 7) con todas las operaciones unitarias involucradas en el mismo, para tener visión más clara del mismo y así hacer más fácil su estudio.



Figura 7. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de pan

Una vez hecho el diagrama de bloques del proceso de producción, se identificaron cuales eran las entradas y salidas en cada una de las operaciones, así como todas las posibles variables involucradas y las que ya estaban publicadas como condiciones de operación, para que con los futuros datos tomados en piso determináramos los estudios pertinentes a realizar.

Durante este muestreo se fueron registrando al mismo tiempo de la toma de muestras de peso, todas las condiciones de operación medibles como temperaturas, presiones, velocidades, alturas de tolva, paros, por mencionar algunas.

Con ayuda del registro de las variables antes mencionadas, se realizaron algunos estudios de correlación que nos ayudarían a determinar la relación directa de las variables y ver cuales tendríamos que estandarizar y tratar de bloquear para mejorar el proceso para descartar las que no tuvieran relación directa con la media del peso de dividido así como su desviación estándar.

Por otra parte, los datos de peso obtenidos nos sirvieron para hacer una comparación con los datos históricos con el fin de determinar la veracidad y confiabilidad de los mismos.

Para llevar a cabo esta actividad, el plan de muestreo se diseñó con la finalidad de que nos permitiera detectar los cambios significativos dentro del proceso. Con ayuda de los maestros del área se decidió realizar la toma de muestras en periodos de tiempo definidos por ellos, que son cuando en su experiencia han detectado mayor variación en las medidas de tendencia central. Tomando como base lo anterior, el plan de muestreo se diseño con una toma de 4 muestras continuas cada cinco minutos.

5.4.3.1. Desempeño del proceso.

Una vez recopilada la información del comportamiento natural del proceso junto con las condiciones de operación que lo acompañaron, se procedió a realizar los análisis de normalidad de los datos para así poder calcular la capacidad potencial del proceso (C_p) para determinar que tan capaz era el proceso para ajustarse a las especificaciones.

También se realizó una comparación del comportamiento de los datos históricos y los del muestreo para observar si había alguna desviación en la forma de la campaña como se muestra en la figura 8.

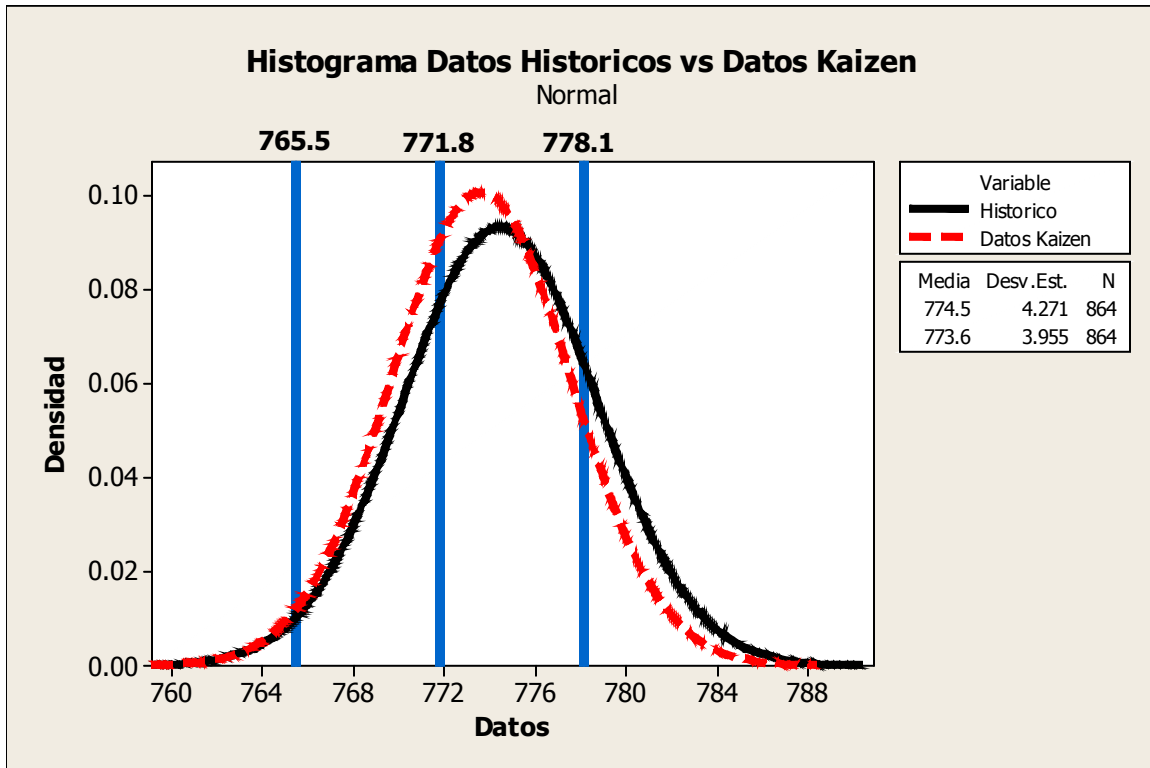


Figura 8. Histograma datos históricos vs datos muestreo Kaizen

Después de comparar los datos históricos vs. el muestreo realizado en el Kaizen, se pudo concluir que las medias y las desviaciones estándar eran muy parecidas, por lo que se comprobó que los datos históricos generados por los colaboradores tenían el mismo comportamiento de los últimos datos recolectados, por lo tanto eran confiables.

Una vez realizado lo anterior, se llevó a cabo el cálculo de la capacidad potencial del proceso y se evaluó la normalidad de los datos que fueron tomados de manera continua durante 2 días completos de producción como ya se mencionó. A continuación se muestran los resultados y gráficos en la figura 9.

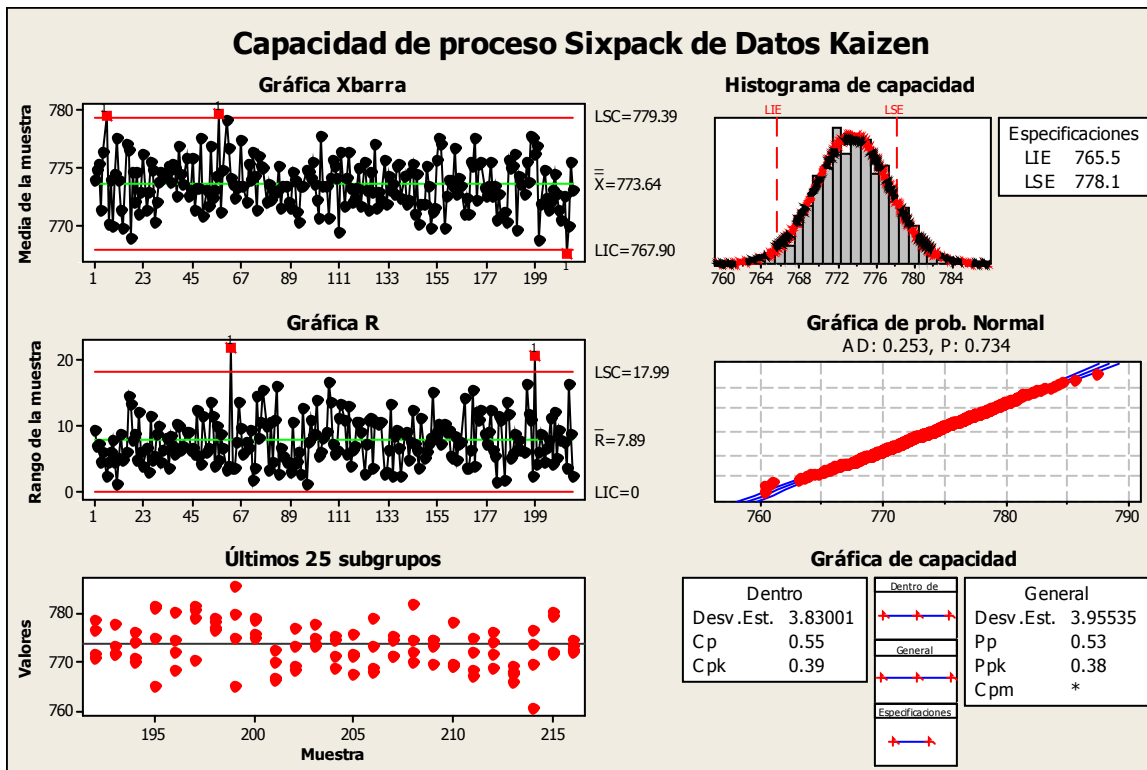


Figura 9. Capacidad potencial del proceso

Con base en la información que la figura 9 nos proporciona, podemos determinar que en el gráfico de control existen causas especiales dentro de nuestro proceso, que con ayuda de la información recabada durante el muestreo pudieron ser identificadas y eliminadas.

En el histograma de la figura 9 se puede observar que la curva es muy amplia, la cual se sale de los límites de especificación afectando la capacidad potencial del proceso y la capacidad real del proceso obteniendo un valor de $C_p=0.55$ y un $C_{pk}=0.39$. Por otro lado también podemos asegurar estadísticamente que los datos se comportan de manera "Normal" con base en el resultado del "P" valor que es mayor a 0.05.

A continuación en el histograma de la figura 10 también podemos ver la oportunidad de ahorro en materiales, al tener la cola derecha de la curva fuera del límite de especificación= 778.1 g, que en defectos se traduce en 122,169 ppm, así como la media de los datos arriba del objetivo.

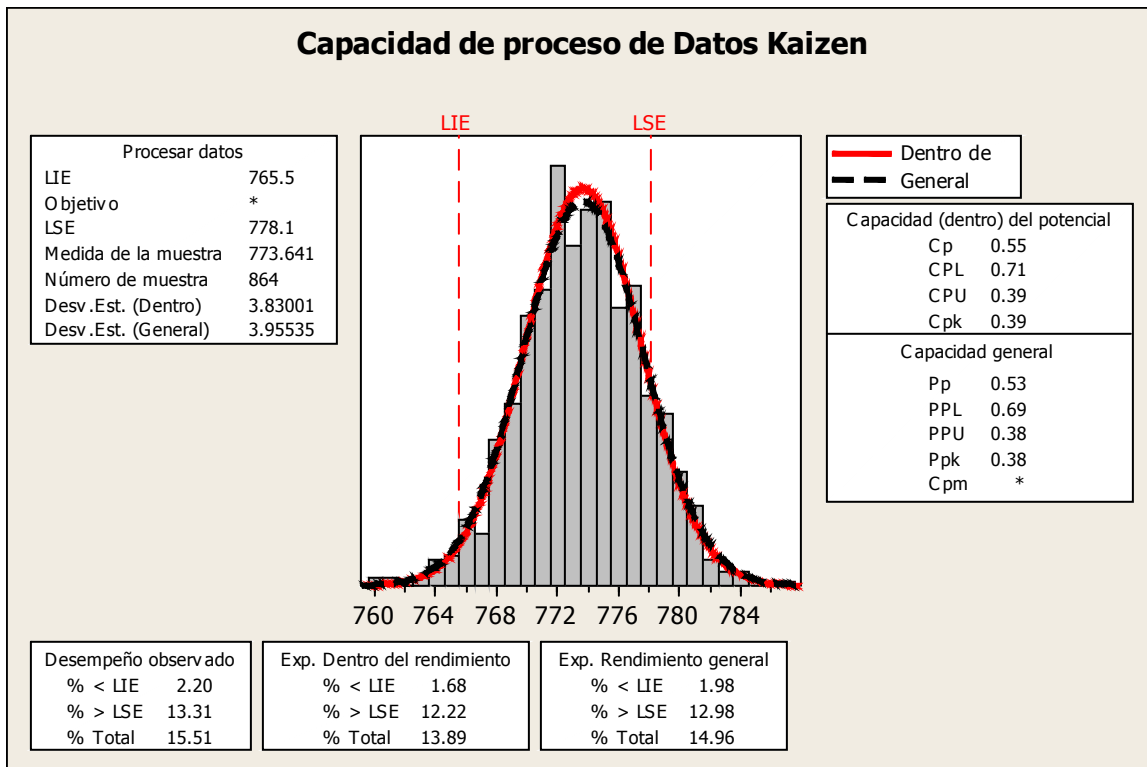


Figura 10. Resumen del cálculo de la capacidad potencial del proceso con defectos.

Con base en los resultados obtenidos en el muestreo, la probabilidad de que el peso de dividido estuviera dentro de nuestros límites de especificación, resultó en una probabilidad del 0.8611 que fue bajo comparado con los niveles de calidad esperados.

5.4.3 Fase 3. Análisis del proceso.

Con los datos recabados en el muestreo continuo de peso, se realizaron algunos estudios regresión para monitorear la correlación entre las variables que conformaron la hoja de datos para identificar fuentes de variación y la determinación de las variables significativas con el fin de tener un mejor entendimiento del proceso.

Se realizó también un ANOVA para determinar si los tornillos sin fin de la bomba de masa tenían que ver directamente con la variación del peso debido a sus condiciones físicas por desgaste de los mismos.

Como parte de la etapa de análisis, se realizó un AMEF en el área de masas y dividido que son operaciones críticas identificadas en la variación del peso. Esto nos ayudó desmenuzar la maquinaria e identificar los componentes clave, así como sus posibles modos de falla, severidad, frecuencia y la solución a la misma; que de otra forma también ayudó a complementar la documentación del funcionamiento de la maquinaria que servirá en un futuro como medio de capacitación para futuros operadores y/o mecánicos. Durante éste ejercicio

también se identificó que algunos de los componentes que son clave en la variación del peso de dividido no tenían la relevancia debida en el programa de mantenimiento preventivo, por lo que otra de las acciones fue la modificación del programa mantenimiento preventivo donde se anexaron estos componentes, así como se definió su frecuencia de revisión para que nos permitirían tener un proceso más estable y ayudar al logro de los objetivos.

5.4.4. Fase 4. Mejora y Control del Proceso.

5.4.4.1. Capacitación solución de problemas.

En ésta fase se capacitó a los colaboradores a cerca de las herramientas básicas de calidad y solución de problemas con el fin de que al momento de realizar la dinámica para la generación del plan de acción tuvieran un mejor enfoque hacia la mejora continua y tuvieran bien claro el objetivo. Los temas que se tocaron fueron los siguientes:

- Tormenta de ideas
- Diagrama causa efecto
- Técnica 5 porqués
- Matriz impacto – Dificultad
- Gráficos de control
- Histogramas
- R & R
- Capacidad potencial del Proceso

Posterior a la capacitación, se revisó junto con el equipo los resultados de los análisis previos para que fueran relacionando con lo visto en la capacitación y así se despejaron dudas que se hubieran generado durante la misma. También durante ésta actividad se recalcó la importancia de contar siempre con datos reales para poder medir de una manera más confiable la mejora en la capacidad potencial del proceso y facilitar sus actividades al aplicar la mejora continua.

Después de la revisión de los resultados, se procedió a poner en práctica la tormenta de ideas, para lo que se les proporcionó a todos etiquetas adheribles donde apuntaron todas las posibles causas que se les ocurrieran y que pudieran afectar la variación de peso. Una vez que terminó el tiempo designado para la tormenta de ideas, se conjuntaron todas las etiquetas para que entre todos los colaboradores con nuestra ayuda (área staff), fueran separando las oportunidades en las 6 M (mano de obra, materiales, métodos, mediciones, medio ambiente, maquinaria) que conforman el diagrama de Ishikawa, para ir descartando las que nada tenían que ver con el objetivo o estaban repetidas.

Una vez terminada la clasificación de las 6 M's, se colocó en la pared una matriz impacto-dificultad, en la que se realizó una segunda clasificación o filtro para determinar el impacto que tenía cada área de oportunidad en específico,

directamente en los resultados del proceso y la dificultad que representaba el disminuirla, controlarla o eliminarla.

Cuando se tuvieron bien identificadas las causas, desarrollamos lo que se conoce como Periódico Kaizen o Plan de Acción donde se fueron registrando las soluciones a las causas ya identificadas asignándoles un responsable para su seguimiento, fechas compromiso y una métrica para medir el avance.

Nuestras soluciones rápidas, se basaron en atacar las causas de alto impacto y baja dificultad que principalmente se referían a cuestiones mecánicas que se solucionaron directamente en piso y tenían que ver ajustes de bandas y guías de boleo, revisión del sistema de vacío de las extrusoras, eliminación de fugas de aire comprimido, funcionamiento adecuado de manómetros, ajuste de sensores de altura, validación de frecuencias en motores de mezcladoras contra pantallas de paneles de eléctricos, estado físico de las barrenas de las extrusoras, por mencionar algunos.

Durante ésta etapa como parte del plan de acción, también se analizaron las operaciones estándar y los parámetros de las condiciones de operación en el proceso de masas y dividido. En donde encontramos que había diferencias en el método de adición de ingredientes que afecta directamente la consistencia de las masas, los tiempos de trabajo, las velocidades de barrenas y la presión de la bomba de vacío. Otro hallazgo del estudio de tiempos y movimientos fue la desactualización del procedimiento de arranque de línea, que ocasionaba la generación de paros por falta de revisión de algunos elementos de las máquinas antes del arranque.

5.4.4.2. Implementación de métodos de control.

Además de realizar las mejoras mecánicas en el área de trabajo, se generó una sesión de trabajo junto con los operadores de masas y de divisoras de los tres turnos, y el supervisor de más experiencia en la línea para determinar las condiciones de operación estándar más adecuadas para el proceso en los tres turnos, y con las que se trabajaría durante unas semanas para evaluar los resultados que quedaron documentadas en un plan de control.

También se llevó a cabo un ejercicio de mapeo su proceso, para reafirmar lo aprendido y como refuerzo a lo que el Modelo de Gestión del Grupo requiere, que es que todos los colaboradores sepan de qué proceso son dueños, que tienen entradas y salidas, clientes y proveedores, y que tiene que ser gestionado por ellos mismos. Este ejercicio además de cumplir como refuerzo al requisito del sistema, también sirvió para desmenuzar lo que ocurre dentro de su proceso e identificar los puntos donde era necesario colocar los controles para bloquear las variables críticas que afectan la variación del peso de dividido.

Algunos controles que se implementaron fue la publicación visible de las nuevas condiciones de operación en las áreas de trabajo, se colocaron también

indicadores visuales “andon” para que fuera más fácil el monitoreo de los manómetros por ejemplo. Así mismo, se implementó una lista de verificación de actividades para los arranques así como una guía rápida con ayudas visuales, una bitácora del área donde registran sucesos extraordinarios durante la operación que generen un comportamiento especial en los gráficos de control y así tener una fácil identificación al realizar el análisis de los datos semanales.

Otro punto fundamental en la implantación de los controles fue el seguimiento en piso con los colaboradores que se sentían comprometidos al ver a la administración trabajando hombro con hombro.

5.4.4.3. Evaluación de mejoras.

Durante las semanas posteriores a la ejecución de las mejoras, se fue monitoreando el comportamiento del peso semanalmente tratando de centrar el proceso en el objetivo de las especificaciones del producto, en donde con ayuda de un tablero se iba informando a los colaboradores del área los resultados de la media, la desviación estándar, el Cp y el Cpk de su proceso y se tomaban acciones en los días de mantenimiento en caso de haber algún aumento en la variación o se realizaban reuniones en el área de trabajo con los equipos naturales al calificar la calidad del producto de una manera técnica.

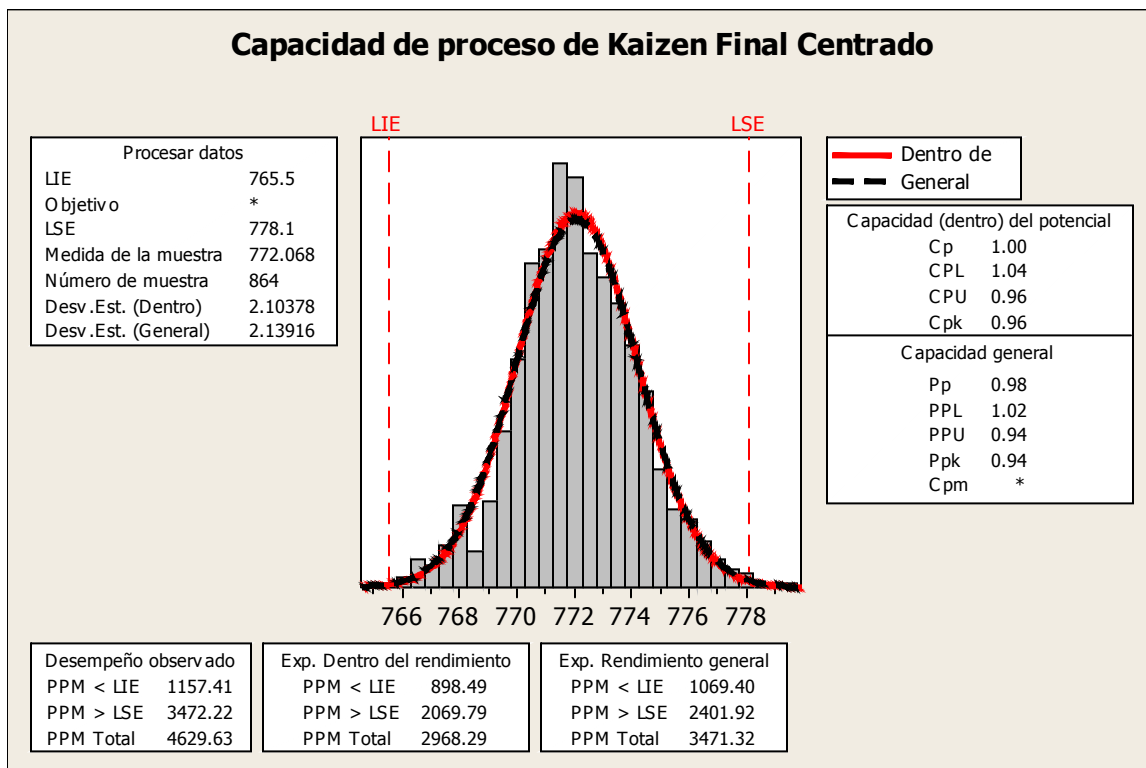


Figura 11. Capacidad potencial del proceso en fase de mejoras

Con ayuda de este monitoreo, se pudo observar la mejora de nuestros principales indicadores media, Cp y Cpk como muestra la figura 11, así como la desviación

estándar y la disminución de los límites de control inferior y superior que posteriormente fueron fijados en el software de captura en piso para mantener dentro de los mismos nuestro proceso, mientras las acciones faltantes del plan de acción que tenían un periodo de tiempo más largo tiempo para ser ejecutadas, se llevaban a cabo. Además de que el rendimiento del proceso aumentó a un 99.99 %.

En las figura 12 y 13 se puede observar los límites de control de los datos históricos y los límites de control para el proceso centrado, donde se ve una mejora en la estabilidad del proceso y donde con base en la información recabada se pudo saber la procedencia de las causas especiales.

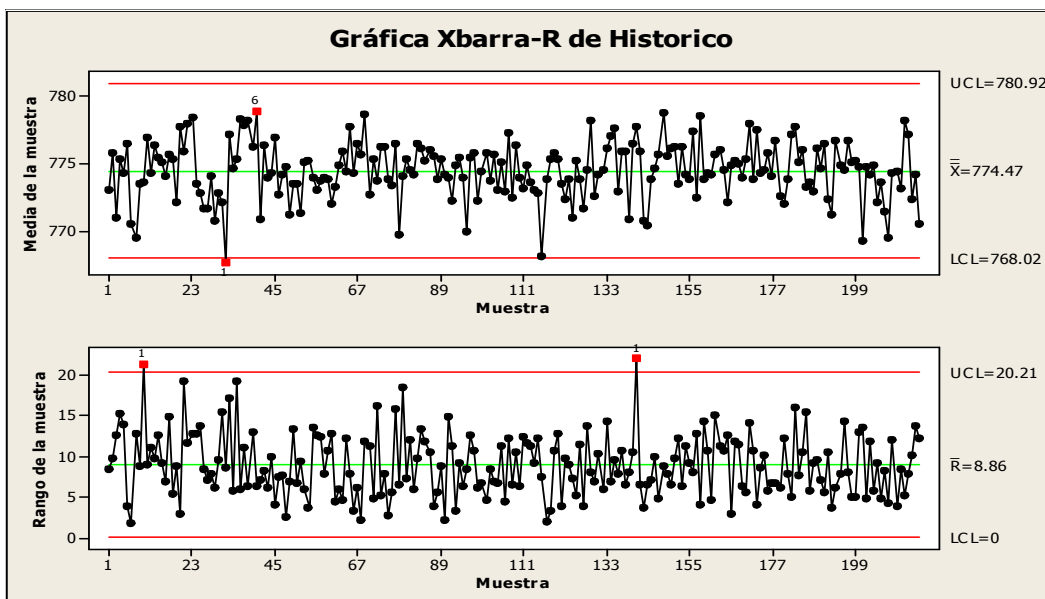


Figura 12. Gráfico de Control Histórico

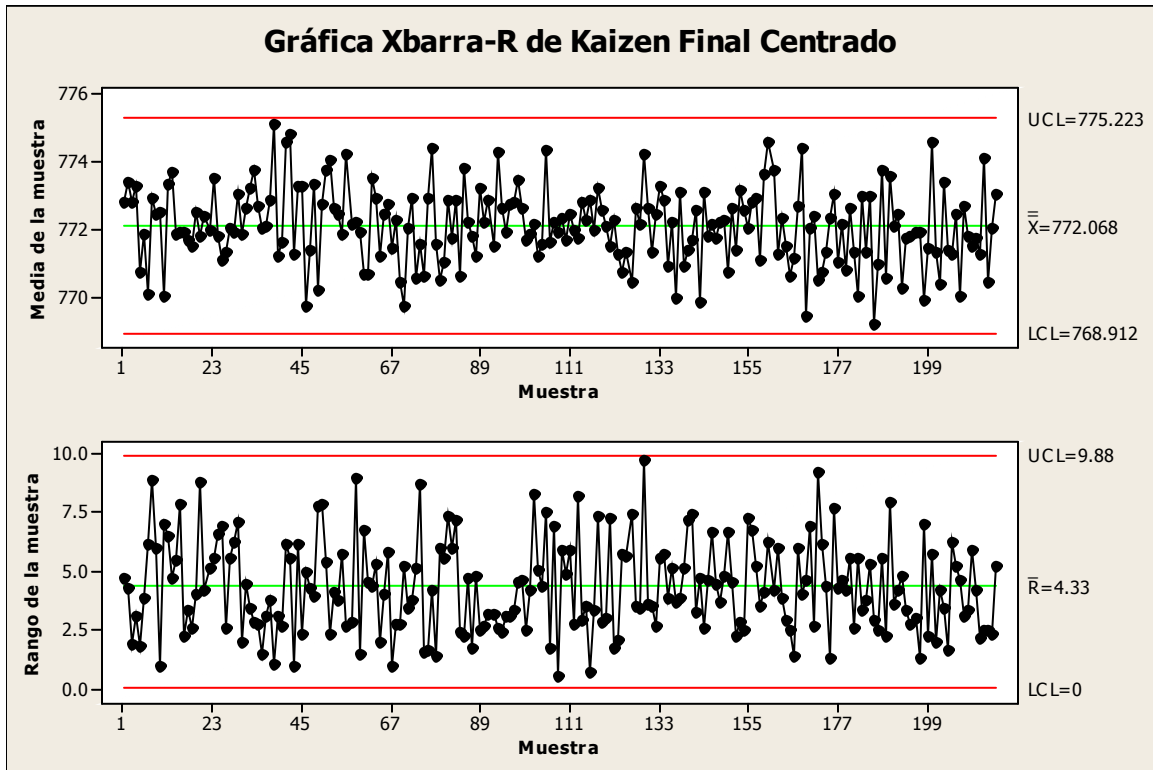


Figura 13. Gráfico de Control con Proceso Centrado

Una vez que se logró mantener el proceso centrado y en control con una desviación estándar promedio abajo de 2.1 g durante algunas semanas (figura 13), fue cuando se tomó la decisión de disminuir la media del peso al objetivo de 669.65 g como se muestra en la figura 14 y 15.

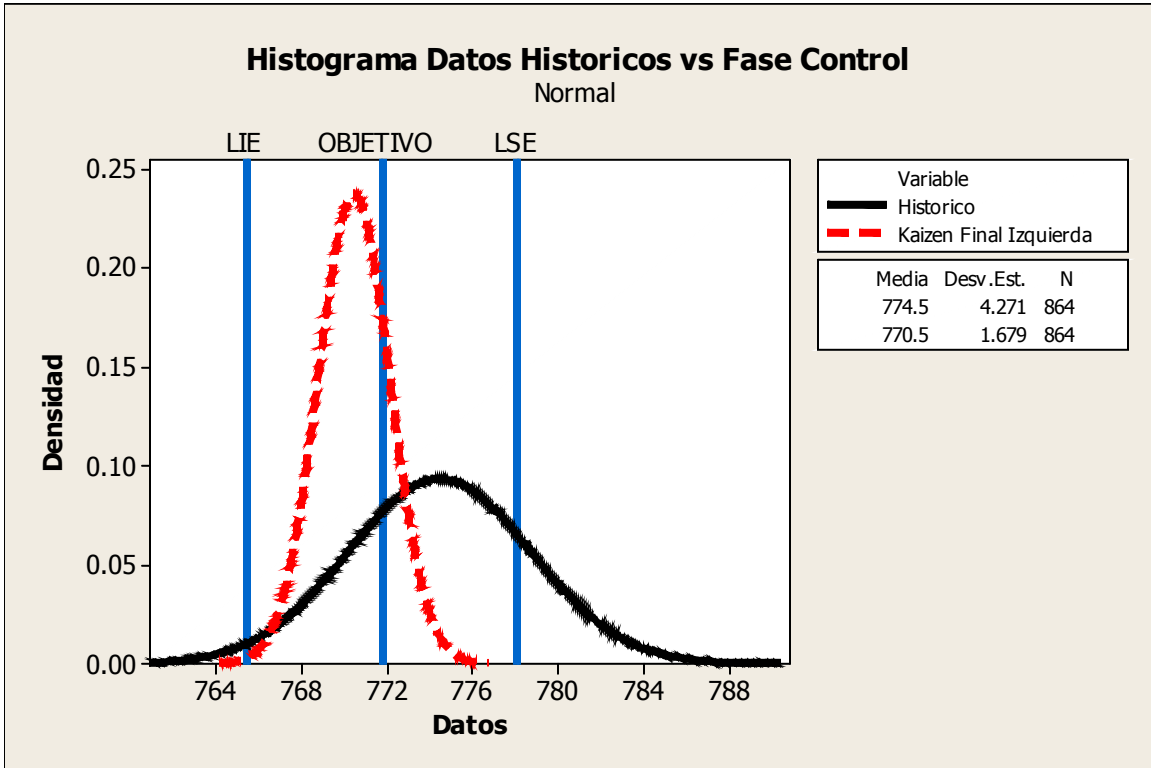


Figura 14. Comparativo Inicio de Proyecto vs Etapa Control

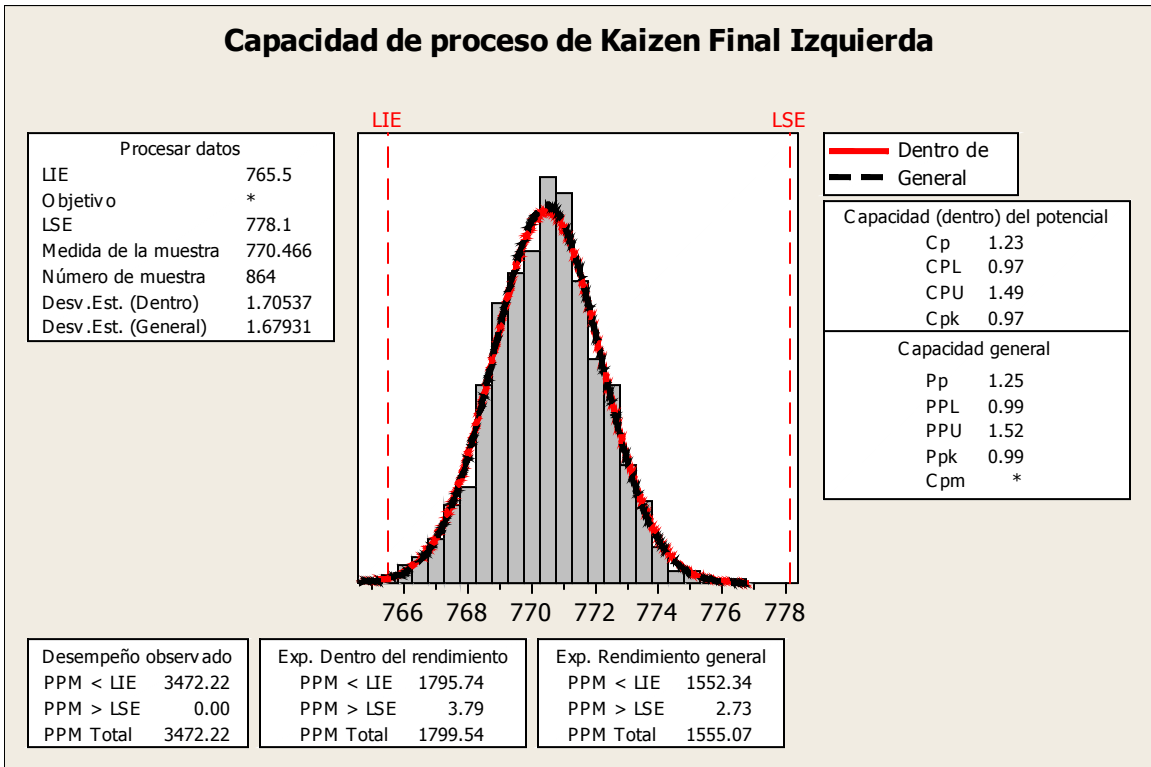


Figura 15. Capacidad potencial de proceso etapa de control