

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE LA
METODOLOGIA SIX SIGMA PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA
PLANTA PRODUCTORA DE CHANCACA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Ronald Hipolito, Roncal Briceño

Asesor:

Dr. Miguel Ángel, Rodríguez Alza

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

A **mi novia** por estar en todo momento conmigo, ayudándome, animándome, aconsejándome, y por todo su apoyo durante mis estudios, ahora puedo ver los frutos de toda su insistencia y disfruto con mucha alegría el que ella siempre este a mi lado en toda decisión importante de mi vida.

A **mis Padres**, a mis hermanos y todos los que de una u otra manera estuvieron involucrados apoyándome, para ser perseverante y culminar este nuevo reto en mi vida, lo cual conlleva a una mejor calidad de vida.

AGRADECIMIENTO

A JEHOVA que es el creador de todas las cosas, por darme las ganas de querer sobresalir y terminar mi carrera cumpliendo así uno más de mis objetivos en esta vida, para seguir siendo una persona de bien en esta sociedad que tanto lo necesita.

Agradecer a mi novia por estar apoyándome en todo momento durante toda mi etapa de estudios en la universidad, a mis Padres por su apoyo incondicional.

A John Yangali por su apoyo en el proyecto que sirvió para la marcha y posterior desarrollo de mi carrera universitaria. Gracias

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPITULO I. INTRODUCCION	10
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.3. BASE TEÓRICA.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN	19
1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.6. OBJETIVOS	20
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	20
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	20
1.7. HIPÓTESIS	21
CAPITULO II. METODOLOGIA.....	22
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. <i>De acuerdo al fin que persigue:</i>	22
2.1.2. <i>De acuerdo al diseño de la investigación</i>	22
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	22
2.2.1. <i>Población</i>	22
2.2.2 <i>Muestra</i>	22
2.3. MÉTODOS	22
2.2.1. <i>Diagnostico</i>	22
2.2.2. <i>DESARROLLO DE LA PROPUESTA</i>	23
2.3. PROCEDIMIENTO.....	23
2.3.1 <i>Tratamiento y Análisis de datos</i>	24
2.4 PRINCIPIOS ÉTICOS.....	24
2.5. DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA	24
2.5.1. <i>Generalidades de la empresa</i>	24
2.5.2. <i>Organización</i>	25
2.5.3. <i>Cadena de valor de la empresa</i>	26
2.5.4. <i>Productos</i>	27
2.5.5. <i>Stakeholders</i>	28

2.5.6. <i>Diagnóstico del área problemática</i>	29
2.5.7. <i>Priorización de la causa raíz</i>	31
2.5.8. <i>Identificación de indicadores</i>	33
2.6. SOLUCIÓN PROPUESTA	35
2.6.1. <i>Fase mejorar</i>	35
2.7. IMPACTO DE LA PROPUESTA	41
2.7.1. <i>Fase controlar</i>	41
2.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	44
2.8.1. <i>Inversión de la propuesta</i>	44
2.8.2 <i>Plan De Capacitación/ Dmaic</i>	45
2.8.3 <i>tabla De Resumen</i>	46
2.8.4. <i>Beneficios</i>	46
2.8.5. <i>Evaluación económica financiera</i>	47
CAPITULO III. RESULTADOS	50
3.1. BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	50
CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES	52
4.1. DISCUSIÓN	52
4.2. CONCLUSIONES.....	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 01 Principales Países Productores y Como se Conoce a la Chancaca.....	10
Tabla 02 Niveles de desempeño en Six Sigma.....	17
Tabla 03 Procedimiento para el análisis de datos.....	23
Tabla 04 Presentación de cestos de chancaca.....	27
Tabla 05 Matriz de Causas Raíces.....	32
Tabla 06 Matriz de priorización	32
Tabla 07 Matriz de priorización	33
Tabla 08 Matriz de Indicadores	34
Tabla 09 Producción de chanca sin la propuesta.....	34
Tabla 10 Producción de chanca sin la propuesta.....	35
Tabla 11 Análisis de la Situación Actual CR3	36
Tabla 12 Pérdida al año por tapas no uniformes	37
Tabla 13 Análisis de la Situación Actual CR4	37
Tabla14 Pérdida al año por tapas rotas(falladas).....	38
Tabla15 Programa de capacitación.....	39
Tabla16 Cronograma de capacitación	40
Tabla17 Análisis actual y Aplicando la mejora CR3	41
Tabla18 Pérdida al año por tapas no uniformes después de la mejora	42
Tabla19 Pérdida al año por tapas rotas(falladas) después de la mejora	42
Tabla20 Análisis actual y Aplicando la mejora CR4	43
Tabla21 Impacto de la propuesta.....	44
Tabla22: Producción total al año con la mejora	44
Tabla23 Plan de capacitación/DMAIC 1.....	45
Tabla 24 Plan de capacitación/DMAIC 2.....	45
Tabla 25 Plan de capacitación/DMAIC 3.....	45

Tabla 26 Resumen de herramientas de mejora.....	46
Tabla 27 Impacto del plan de capacitación/DMAIC.....	46
Tabla 28 Evaluación Económica Financiera parte 1.....	47
Tabla 29 Evaluación Económica Financiera parte 2.....	48
Tabla 30 Evaluación Económica Financiera parte 3.....	48
Tabla 31 Evaluación Económica Financiera parte 4.....	49
Tabla 32 Costo y Ahorro en área de producción.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama De La Planta Productora De Chancaca	25
Figura 2 Problemática De La Planta Productora De Chancaca	30
Figura 3 Formato De Encuesta	31
Figura 4 Pareto 80-20	33
Figura 5 Esquema De La Propuesta	35
Figura 6: Comparación Del Antes Y Después De La Mejora	51

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la aplicación de la Propuesta de mejora mediante la metodología Six Sigma para incrementar su productividad en una planta productora de chancaca, se dio inicio con un diagnóstico de las condiciones actuales de la planta que se dedica a la producción y venta de cestos de chancaca. Realizado el diagnóstico se ubicó a dos principales causas raíz que ocasionan pérdidas, con lo que se procedió a realizar un cálculo del impacto económico en la planta, se concluyó que estas dos causas raíz causaban un costo anual de S/ 42,412.50.

Luego se desarrolló la propuesta de mejora para reducir y acabar con las causas raíz encontradas, las herramientas de mejora que mejor se adecuaban al problema fue un plan de capacitación junto con la metodología DMAIC, lo cual nos permitirá disminuir los costos económicos, causados por los problemas actuales e la planta productora de chancaca con una inversión de s/ 18,873,53.

Este trabajo de propuesta de mejora incluye información detallada de formatos, costes de implementación de mejoras y de los beneficios de su aplicación.

Se realizó la evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en la planta productora de chancaca, y los resultados fueron con una inversión de s/ 18,873,53 en un periodo de evaluación de 4 años, se obtiene un VAN de S/2,307.63 y un TIR(Tasa Interna de Retorno) de 27% y un factor de Costo/Beneficio de 1.43, con estos datos se confirma que la propuesta de mejora es factible y rentable para la Planta Productora de Chancaca.

Palabras clave: SIX SIGMA, PRODUCCION, CHANCACA, PRODUCTIVIDAD

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Azúcar no-centrifugada (ANC), es el nombre técnico usado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (FAO, 1994), para todos los productos sólidos obtenidos por la evaporación del jugo de la caña de azúcar. Los únicos datos estadísticos globales existente sobre producción y consumo de ANC es la producida por la FAO desde 1961. La ANC todavía se produce principalmente a pequeña escala, en fincas o en pequeñas empresas rurales en los países productores. En la Tabla 1, se muestra como se conoce a la ANC en el mundo.

Tabla 01
Principales Países Productores y Como se Conoce a la Chancaca

Region	País	Nombre
Asia	India, Pakistán	Jaggery, Gur
	Tailandia	Namtan Tanode
	Japón	Kokuto, Black Sugar (Kuro Sato)
	Filipinas	Moscavado, Panocha, Panutsa
	Malaysia	Gula Melaka
	Indonesia	Gula Java, Gula Merah
América Latina	México	Piloncillo
	Guatemala	Panela, Rapadura
	Costa Rica, Nicaragua	Tapa dulce, Dulce
	Panamá	Panela, Raspadura
	Colombia, Ecuador	Panela
	Venezuela	Papelón, Panela
	Perú, Bolivia	Chancaca
	Brasil	Azúcar integral, azúcar panela
Europa, America del Norte	Reino Unido	Unrefined muscovado
	Francia Cassonade	
	Alemania	Vollrohrzucker
	Europa, América del Norte EEUU	Raw sugar, Evaporated cane juice

Nota. Tomado de Azúcar No-Centrifugada (panela): producción mundial y comercio. Por Panela Monitor. 2015. Disponible en: [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/azucar-no-centrifugada-\(panela\)-produccion-mundial-y-comercio.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/azucar-no-centrifugada-(panela)-produccion-mundial-y-comercio.pdf)

En América Latina, el principal productor de Chancaca es Colombia, esta es producida por el 67% de pequeños campesinos productores. El principal problema es la comercialización lo cual trae a la baja los precios para los pequeños productores. Sin embargo, hoy en día se ve a la Chancaca con otros ojos, por lo que se necesita mejorar la calidad para llegar al mercado internacional y fortalecer el mercado nacional. En este punto es necesario indicar que es necesario invertir en la tecnificación del proceso productivo para tener mejores precios (Universidad de Los Andes, 2018).

En el Perú, los sub productos y derivados de la caña de azúcar que actualmente se producen en su mayoría son: azúcar, alcohol, etanol, mieles y otros. Uno de estos subproductos que se elaboran en 0.03% es la chancaca; este porcentaje se debe a que su producción está ligada exclusivamente a fabricas familiares con procesos manuales. Sin embargo, el auge del consumo de productos orgánicos y naturales en el Perú y en el mundo genera una nueva oportunidad de ampliar el mercado de los pequeños agricultores, por lo tanto, se hace necesario mejorar los procesos de producción, para hacerlos más productivos y de esta manera mejorar la eficiencia de la planta con la finalidad de aumentar el porcentaje de participación de mercado de la chancaca, el cual es un producto muy rico en minerales y también se puede utilizar como un endulzante natural en la elaboración de dulces y de la chica de jora (Loayza, 2015),

La problemática de la empresa en estudio, no es diferente ya que es una empresa familiar y tiene procesos de producción semi industriales, se trabaja de manera empírica, en el área de molienda, además existe un cumplimiento de metas antes del tiempo establecido lo cual no es favorable para la productividad, existiendo perdidas por horas sin trabajar.

Para el proceso de vaciado de chancaca no existe materiales en buen estado para realizar la labor lo cual conlleva a que el producto resultante (tapas de chancaca) no sea uniforme.

No existe un plan de mantenimiento del trapiche (máquina para moler caña de azúcar) esto da lugar a paradas inesperadas que incluso puede durar hasta 3 días.

En materia de seguridad no existe señalización por lo cual, se propone utilizar la metodología Six Sigma ya que su principal actividad de mejora son los procesos repetitivos. Por lo tanto, este estudio busca responder a la pregunta: ¿En qué medida la propuesta de mejora utilizando la metodología Six Sigma en una planta productora de chancaca incrementa su productividad?

1.2. Antecedentes de la investigación

Pérez (2016) “El impacto de Lean Six Sigma en Organizaciones Latinoamericanas y sus Factores Críticos de Éxito” México DF, México.

Este estudio, refiere como objetivo principal determinar el impacto que ha tenido en las empresas latinoamericanas el uso y aplicación de la metodología Six Sigma en los últimos diez años, y cuales han sido sus factores críticos de éxito. El estudio concluyo que se puede introducir la metodología Six Sigma en las organizaciones latinoamericanas, con ciertos parámetros que lo limitan como la resistencia al cambio del personal estable, así como la falta de conocimiento a profundidad del tema por parte de la gerencia media. Sin embargo, el constante apoyo de la alta gerencia y de los miembros de directorio fueron determinantes para el inicio de la implementación de esta nueva metodología, sobre todo en el manejo de reducción de desperdicios y manejo de inventarios generando incremento de utilidades.

López (2016) “Factores de Calidad que Afectan la Productividad y Competitividad de las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas del Sector Industrial Metalmecánico” Pereira y Dos Quebradas de Colombia

Este trabajo concluye que: los procesos de calidad, productividad y competitividad, han tenido varias definiciones e interpretaciones según el autor o exponente que las proponga, el momento histórico y la relación empresarial o de país con la que se les aborde. A pesar de la relevancia que las MIPYMES representan para el país, éstas siguen rezagadas frente a las condiciones de calidad, productividad y competitividad requeridas por el mercado internacional e incluso el nacional; por lo tanto, necesitan comprender que las trabas están en los requisitos de tipo técnico para indicar su capacidad de cumplir con las exigencias del mercado, si desean ser competitivas para su desarrollo en el mercado nacional y en el internacional.

Vergel y Martínez (2015) “Filosofía Gerencial Seis Sigma en la Gestión Universitaria” Cúcuta, Colombia.

Concluye lo siguiente: para asumir los retos de la competitividad actual, las organizaciones de América Latina empezaron a tener como estrategia gerencial la calidad total, para ello utilizan la metodología Seis Sigma para la mejora de procesos. Las instituciones educativas, no son ajenas a este proceso de calidad ya que también se enfrentan a un entorno de alta.

competencia y deben enfrentarlo de manera eficiente y efectiva, para lograr sus propios objetivos académicos. Este proceso, no ha sido fácil ya que el cambiar de estilo gerencial es difícil para los trabajadores, sin embargo, los directivos conscientes de que deben hacerlo para enfrentar los rigurosos cambios en los estándares académicos emplearon esta metodología en la universidad, teniendo como resultados un mejoramiento continuo en los procesos gerenciales en administrar y

operar la unidad de manera eficaz, con el menor costo. Es así que la universidad Francisco de Paula Santander fue precursora en implementar esta filosofía gerencial dentro de sus procesos en la comunidad educativa lo cual le permitirá servir de modelo para otros procesos similares en Instituciones educativas superiores de Colombia.

Moreno (2018) “Aplicación de la Metodología Six Sigma para Incrementar la Productividad en el Área de Pulido en la Empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017”. Lima: Perú.

Este estudio se llevó a cabo sobre una población conformada por los 10 operarios del área de pulido, de la empresa Manufacturas Andina Metales SAC, quienes también conformaron la muestra y se analizó en su totalidad. Los instrumentos de esta presente investigación fueron fichas de recolección de datos con fórmulas metodológicas cuyas técnicas fueron la observación y registro de base de datos de la empresa para las variables de “Six Sigma” y “Productividad. El estudio concluye que con la aplicación de la Metodología Six Sigma se logró incrementar la productividad en el área de pulido, reduciendo las fallas en el proceso de fabricación de la olla de acero, y aumentando la eficacia, eficiencia y productividad del área.

Cotrina (2017) “Aplicación de la Metodología Six Sigma para Incrementar la Productividad en el Área de Habilitado de la Empresa SERPROVISA SAC, Huachipa – 2016”. Lima: Peru.

Este estudio concluye que con la aplicación de la Metodología Six Sigma se logró mejorar el nivel de calidad de 2 a 5 sigma, un nivel de calidad aceptable. Para finalizar, se contrastaron las hipótesis mediante el método analítico Wilcoxon, donde el resultado fue la existencia de influencia significativa de la aplicación de la

metodología Six Sigma en el incremento de la productividad en el área de habilitado de la empresa SERPROVISA S.A.C.

Núñez (2018). aplicación de la metodología six sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2018.

El estudio concluye que al realizar la aplicación de la metodología Six Sigma a través de la metodología DMAIC, se logra incrementar la Productividad de 32% a 57% en la empresa Moriwoki Racing Perú.

Colcas (2017). Propuesta De Mejora De La Productividad En El Área De Confecciones De Una Empresa De Prendas De Jean Aplicando Six Sigma. Lima 2018. Este estudio nos da a conocer que mediante la aplicación de la metodología DMAIC, logra determinar mediante el análisis las causas, con lo cual finalmente propone una nueva distribución de la planta, con lo cual disminuye los traslados de las ordenes de producción, con lo cual aumentaría su productividad.

Vidal (2016). Implementación de la Metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en una empresa de comida rápida de hamburguesas en el C.C. Mega plaza, Independencia 2016. El investigador concluye que mediante la aplicación de la metodología Six Sigma por medio de la herramienta DMAIC, logra demostrar que la aplicación de la metodología Six Sigma incrementa la productividad.

Aguilar (2018). Six Sigma para Mejorar la Productividad en una Empresa Procesadora de Maca. El tesista demuestra mediante el análisis de la producción de antes y después de la aplicación de la metodología Six Sigma, llega a definir que la aplicación incrementa la productividad de un 88.45% a 95.59%.

Morán (2016) Six Sigma para incrementar la Productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016. Lima: Perú.

Este estudio es de carácter aplicada, de diseño pre experimental. La población estuvo compuesta por el subproceso de entubados PVC del área eléctrica, los cuales son medidos durante 16 semanas antes entre los meses de mayo a agosto de 2015 y de 16 semanas después entre diciembre 2015 a marzo 2016. Su muestra es la totalidad de su población. Se utilizó la hoja de registro y se procesó por SPSS 21. La validez fue dada por la afirmación del juicio de expertos. Finalmente se llegó a la conclusión que Six Sigma incrementa significativamente la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales. La media de la productividad antes de Six Sigma es de 5.66 y la media de la productividad después de Six Sigma es de 6.76.

Saldaña (2018) “Rediseño de Procesos para Incrementar la Productividad en el Área de Etiquetado de una Empresa Agroindustrial” Trujillo: Perú.

Este estudio se realiza en el área de etiquetado para exportación en una compañía agroindustrial de la ciudad de Trujillo en el año 2018. A partir del análisis en esta área, se afrontó el problema de errores en el etiquetado, lo que da lugar a pérdidas de dinero, lo que genera disminución de la productividad en el área. Se identificó varios problemas como: falta de *stickers*, errores en la codificación, destinos errados en el área de etiquetado, lo que genera pago de horas extras, las cuales disminuye la rentabilidad de la empresa. Para fines académicos, se cambiaron los procedimientos de impresión con lo cual se logró aumentar la productividad media.

1.3. Base teórica

Productividad

La **productividad** es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción. En el campo empresarial podríamos definir la **productividad empresarial** como el resultado de las acciones que se deben llevar a término para conseguir los objetivos de la empresa y un buen ambiente

laboral, teniendo en cuenta la relación entre los recursos que se invierten para alcanzar los objetivos y los resultados de los mismos. La productividad es la solución empresarial con más relevancia para obtener ganancias y crecimiento (La importancia de la productividad empresarial, 2012).

La productividad es la medida que determina la manera de El uso de medidas de maximizar el uso de los recursos de la empresa. La utilización óptima de las materias primas, horas/hombre, maquinas, etc. La empresa en la mejor medida posible ayuda a lograr mayores ventas e ingresos. La productividad se medirá con las siguientes ratios: productividad de mano de obra, productividad de materiales y productividad económica (Odar, 2015).

Six sigma

Six Sigma es un método de perfeccionamiento de los procesos que gestiona la eliminación de los errores o defectos con respecto a los requisitos establecidos por el cliente. Se emplea tanto en empresas con procesos productivos como empresas prestadoras de servicios. Este método consiste en la disminución de la variabilidad, medida en términos estadísticos. Toma su nombre de σ , la desviación típica que proporciona una idea de la variabilidad medida. Los fallos mínimos en los procesos implican que todo producto o servicio tiene valor, aumentando la rentabilidad y la productividad de la organización (Caletec, Sf.)

Las metodologías que optimiza la mejora continua de los procesos es Six Sigma, que se centra en reducir y eliminar los defectos o fallos en los procesos. Six Sigma es una expresión acuñada por el ingeniero Bill Smith, de Motorola, en la década de los años ochenta. Fue así como la corporación denominó a su propuesta de disminución radical de defectos en los productos. Hacia fines del siglo XX, la compañía General Electric la aplico en toda su organización, logrando excelentes resultados en sus productos como en los servicios que ofrece. En términos generales, Six Sigma es un método que se basa en datos que reconocen los procesos repetitivos de las empresas y tiene por finalidad llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección. Six Sigma propone una cifra de 3.4 errores o defectos por millón de oportunidades.

Tabla 02

Niveles de desempeño en Six Sigma

Nivel σ	Defectos por Millón de Oportunidades	Porcentaje de calidad
----------------	--------------------------------------	-----------------------

6	3,40	99.9997%
5	233,00	99.9767%
4	6.210,00	99.3790%
3	66.807,00	99.3790%
2	308.537,00	69.12305%
1	690.000,00	30.8511%

Elaboración: Propia

Y se diferencia de otros métodos en el hecho de que corrige los problemas antes que se presenten. Six Sigma crea un modelo de gestión de calidad también conocido como DMAIC, siglas de las palabras en inglés de: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Estas son las cinco fases que se han de aplicar en cada proceso (ESAN, 2016).

Fase de definir (Define)

Enfocado exclusivamente para definir la situación actual de la empresa, lo cual nos indica claramente que será el inicio para dar solución a un problema el cual retrasa o minimiza la productividad.

Fase de Medir (Measure)

En su primera etapa se lleva a cabo un plan para obtener datos para definir qué se debe medir, la magnitud de datos a obtener para medir, y los diferentes tipos de datos con los que se va a realizar la medición, para luego definir los objetivos y especificaciones de los productos. Luego se realizará la recolección de datos, donde se calcula el nivel sigma, para luego trabajar en el problema de productividad.

Fase Análisis (Analyze)

Teniendo los datos ya establecidos se procede a utilizar las causas con las herramientas estadísticas.

Fase mejorar (Improve)

Luego de procesar los datos y determinado el problema se realiza la implementación de soluciones.

Fase controlar (Control)

En esta fase es importante llevar a cabo un control de todos los procesos solucionados con la metodología Six Sigma, con esto evitaríamos recaer en el error.

Para cuando la empresa realice todo este proceso, tendrá trabajadores con diferentes habilidades en los diferentes procesos las cuales deben de potenciar con diferentes tipos de capacitación lo cual se reconocería de acuerdo a aptitud en sus funciones como:

Campeón (Champion)

Se reconoce a esta persona como líder y es de la gerencia, el cual con su experiencia esta presto a quitar cualquier obstáculo que pueda surgir.

Maestro cinta negra (Master Black Belt)

Se le reconoce a esta persona muy capaz y transmite sus habilidades y conocimientos sobre Six Sigma.

Cinta Negra (Black Belt)

Se encarga de aplicar DMAIC para todos los procesos en la empresa.

Cinta verde (Green Belt)

Se le denomina ayudante de los Cinta Negra en la empresa.

1.4. Justificación

Esta propuesta de investigación se sustentará con los siguientes criterios: teórico, practico, valorativo, y académico, los cuales serán desarrollados en el siguiente orden:

Justificación teórica

Con la propuesta de investigación se busca implementar la aplicación y fortalecimiento de los conceptos obtenidos en el ámbito de la ingeniería industrial en la aplicación de la propuesta de mejora para incrementar la productividad en una planta productora de chancaca.

- **Justificación practica**

La propuesta tiene como su principal objetivo aumentar la productividad mediante la aplicación del sistema six sigma.

Justificación valorativa

Esta propuesta de implementación de la metodología six sigma, para aumentar su productividad en la planta de chancaca mediante el análisis de sus procesos repetitivos, así como también fortalecer mis conocimientos sobre la implementación y su importancia en una empresa para incrementar la productividad.

- **Justificación académica**

Esta propuesta mediante la implementación de sistema six sigma para incrementar su productividad, en la planta productora de chancaca será de vital importancia, ya que se podrá evitar errores encontrados durante el análisis del área de producción y con esto lograre enriquecer mi carrera en ingeniería industrial.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante la metodología six sigma sobre la productividad en una planta productora de chancaca?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora mediante la metodología six sigma sobre la productividad en una planta productora de chancaca

1.6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la planta productora de chancaca.
- Desarrollar la propuesta de mejora en producción de la planta productora de chancaca.
- Desarrollar el análisis económico- financiero de la propuesta de mejora en el área de producción de la planta productora de chancaca.

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora mediante la metodología six sigma incrementa la productividad en una planta productora de chancaca.

CAPITULO II. METODOLOGIA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. De acuerdo al fin que persigue:

Investigación aplicada

2.1.2. De acuerdo al diseño de la investigación

Preexperimental

2.2 Población y Muestra

2.2.1. Población

Todas las áreas de trabajo de la Empresa Productora de Chancaca.

2.2.2 Muestra

Al ser una empresa pequeña la muestra será obtenida de 3 pozos de caldo de caña de azúcar de los cuales será un pozo para producción de cestos de chancaca de 7.5kg, un pozo para producción de cestos de 4kg y el último pozo para producción de cestos de 1.5kg. con los datos obtenidos se realizará los estudios.

2.3. Métodos

La presente tesis trata de una propuesta de incremento de la productividad de una planta productora de chancaca, para la implementación iniciaremos con el diagnóstico general del área de producción y su mejora para lo cual seguiremos ambos ítems.

2.2.1. Diagnostico

En el presente apartado se analizará las razones por lo cual la planta tiene una baja productividad en la planta productora de chancaca, en lo cual emplearemos:

- Diagrama de Ishikawa
- Encuestas
- Matriz de priorización
- Diagrama de Pareto
- Matriz de indicadores

2.2.2. Desarrollo de la propuesta

En este apartado se aplicará matemáticamente la herramienta de mejora para determinar la factibilidad económica, se implementará las metodologías, herramientas y técnicas de mejora de ingeniería industrial las cuales ayudaran en nuestro objetivo de aumentar la productividad de la planta productora de chancaca.

2.3. Procedimiento

Tabla 03

Procedimiento para el análisis de datos

Etapas	Procedimiento
Diagnostico	El investigador observara los procesos del área de molienda, área de procesamiento, área de empaquetado y área de almacenamiento. Asimismo, observara el comportamiento de cada uno de los obreros. Los materiales necesarios son: libreta de apuntes, lapicero, celular. Y luego se aplicaron las siguientes herramientas.
	Diagrama de Ishikawa Los datos obtenidos, se clasifica según su área relacionada, sus problemas y sus causas de ellos que afectan a la productividad de la planta productora de chancaca, todo esto es plasmado en el diagrama.
	Encuesta Se hizo una encuesta a todos los obreros de la planta con la finalidad de obtener información detallada de las causas que afectan a la productividad de la planta.
Solución propuesta	Para aumentar la productividad de la planta productora de chancaca, se utilizará las herramientas de mejora obtenidas de la ingeniería industrial, con el objetivo de aumentar la productividad.

Evaluación económica-financiera	Se llevará a cabo una evaluación económica y financiera de la planta productora de chancaca para evidenciar así, que la propuesta es factible para su implementación, con el uso herramientas (VAN) Valor Actual neto, (TIR)Tasa Interna de Retorno y El ratio Beneficio/Costo (B/N).
---------------------------------	---

Fuente: *Elaboración propia*

2.3.1 Tratamiento y Análisis de datos

Los datos obtenidos, se procesarán en hojas de Excel 2019 y en el programa Minitab y la presentación se harán en tablas y figuras utilizando el mismo formato.

2.4 Principios Éticos

Los principios éticos que se consideraran son veracidad, confidencialidad, honestidad al momento de recabar y evaluar la información.

2.5. Diagnóstico de la Realidad actual de la empresa

2.5.1. Generalidades de la empresa

La planta productora de chancaca fue creada en el año 1975 por el señor Segundo Calderón Nolasco en el caserío de San Martín-provincia de CAJABAMBA-PERÚ, esta planta productora de chancaca produce cestos de chancaca de tres presentaciones, cesto grande de 7.5kg, cesto mediano 4kg, cesto pequeño de 1.5kg,

2.5.2. Organización

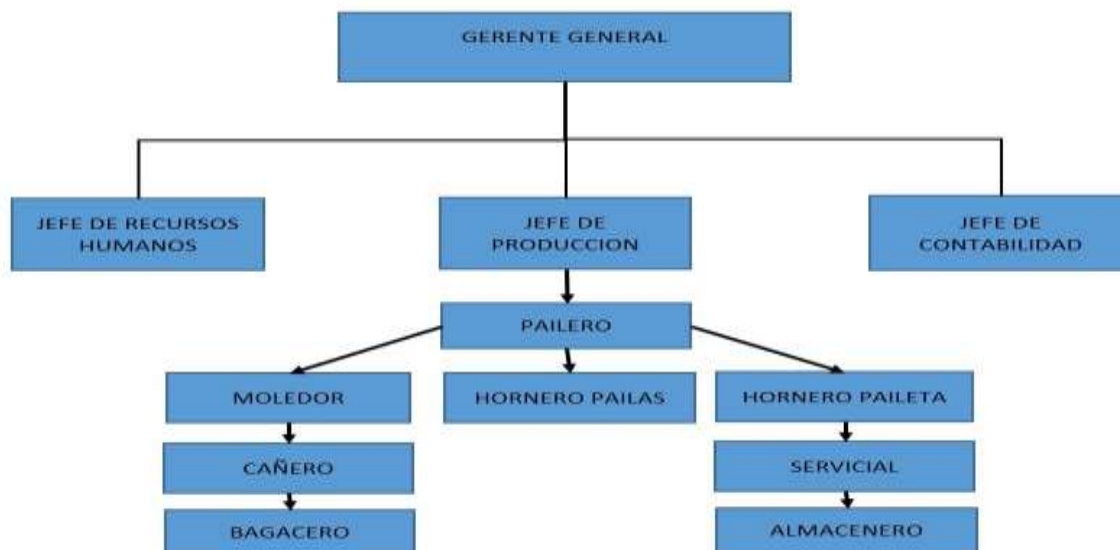
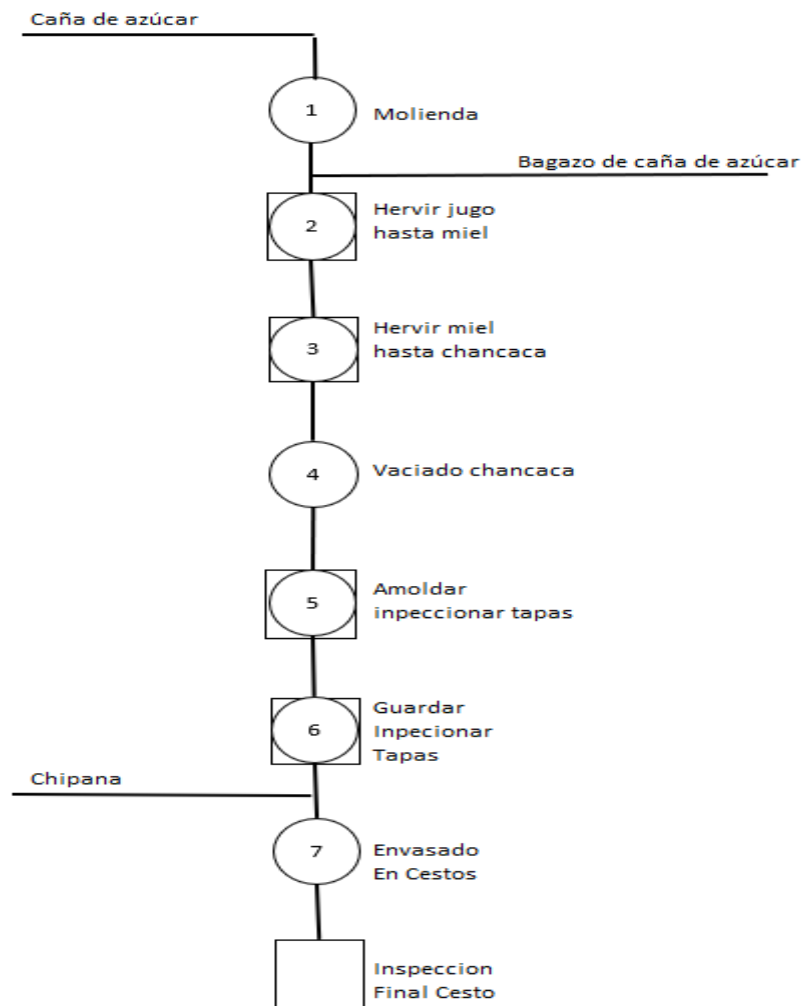


Figura 1 Organigrama de la planta productora de Chancaca

La planta está enfocada a producción de chancaca, en primer lugar, está el **Gerente General**, esta también el **Jefe de Recursos Humanos** quien se encarga de la gestión de talento humano, **jefe contabilidad** que se encarga de la contabilidad, **Jefe de Producción** el cual tiene a su cargo a todos los operarios de producción que elabora la CHANCACA en sus tres presentaciones.

2.5.3. Diagrama de Operaciones de Proceso



Elaboración propia

2.5.4. Cadena de valor de la empresa

Actividades principales

El cliente coordina con el Jefe de Producción su requerimiento de chancaca y su determinada presentación ya sea de 7.5kg, 4kg o de 1.5 kg, una vez acordado se da inicio a la producción empezando por Molienda de caña de azúcar para luego terminar con el almacenamiento del producto (cesto de chancaca) listo para su entrega.



2.5.5. Productos

La planta productora de chancaca se dedica exclusivamente a la producción de cestos de chancaca los cuales tienen las siguientes especificaciones:

Tabla 04

Presentación de cestos de chancaca

PRODUCTO	DESCRIPCION	FOTO PRODUCTO
Cesto de Chancaca	Cesto compuesto por 8 tapas de chancaca con un peso de 7.5kg.	

Cesto de Chancaca	Cesto compuesto por 8 tapas de chancaca con un peso de 4kg.	
Cesto de Chancaca	Cesto compuesto por 8 tapas de chancaca con un peso de 1.5kg.	

Fuente: Elaboración propia

2.5.6. Stakeholders

Clientes

Los clientes de la planta son principalmente comerciantes intermediarios los cuales compran directamente el producto en planta para luego hacer su propia distribución.

Proveedores

Los proveedores son los dueños de plantaciones de caña de azúcar.

2.5.7. Diagnóstico del área problemática

2.5.7.1. Definir

La problemática de la planta productora de chancaca en estudio, es una empresa familiar y tiene procesos de producción semi industriales, se trabaja de manera empírica, en el área de molienda, además existe un cumplimiento de metas antes del tiempo establecido lo cual no es favorable para la productividad, existiendo perdidas por horas sin trabajar.

Para el proceso de vaciado de chancaca no existe materiales en buen estado al tener los moldes de madera en mal estado y sin un estándar de tamaño respecto a las tapas, se genera tapas que no cumplen los pesos requeridos para cada presentación de cestos con pesos de 7.5kg,4kg,1.5kg, el producto resultante (tapas de chancaca) no sea uniforme.

Además, al no tener ninguna capacitación en el área de producción (vaciado de chancaca) lo cual deriva en Tapas de chancaca rotas al tener que manipular los moldes en mal estado.

No existe un plan de mantenimiento del trapiche (máquina para moler caña de azúcar) esto da lugar a paradas inesperadas que incluso puede durar hasta 3días.

En materia de seguridad no existe señalización

Diagrama Ishikawa

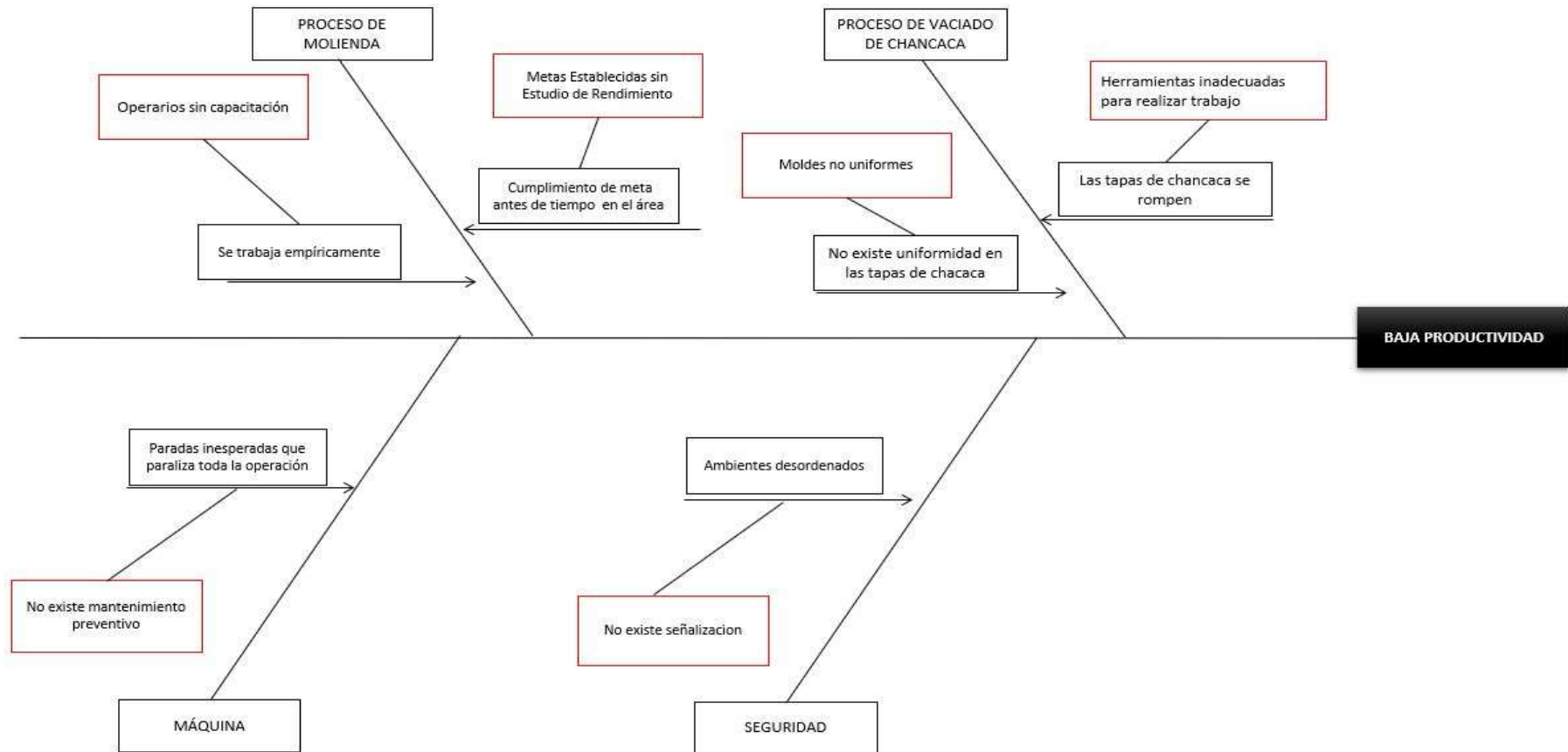


Figura 2 Problemática de la planta productora de chancaca

Fuente: Elaboración propia

2.5.8. Priorización de la causa raíz

2.5.8.1. Fase medir

Siguiendo lo establecido se mostrarán las causas más relevantes que originan una baja productividad y esto lo evidenciaríamos en el Diagrama de Ishikawa, cabe destacar que cada causa está de acuerdo a su influencia en la planta productora de chancaca.

AREA : Produccion
PROBLEMA : Baja productividad

Nombre : _____

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema

valorizacion	Puntaje
muy importante	3
importante	2
poco importante	1

EN LAS SIGIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN A LA PRODUCTIVIDAD

Item	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	CALIFICACION		
		Alto	Regular	Bajo
CR1	Operarios sin capacitación			
CR2	Metas establecidas sin un estudio de rendimiento			
CR3	Moldes no uniformes			
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo			
CR5	No existe mantenimiento preventivo			
CR6	No existe señalizacion			

Figura 3 Formato de encuesta

Con el total de los ítems obtenidos de acuerdo al grado de importancia asignado por los trabajadores, con lo cual se muestra en la Matriz de Causas Raíz.

Matriz de causas raíz

Tabla 05

Matriz de Causas Raíces

ITEM	CAUSA	Σ (Impacto según encuesta)
CR3	Moldes no uniformes	24
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	20
CR1	Operarios sin capacitación	15
CR5	No existe mantenimiento preventivo	14
CR6	No existe señalización	13
CR2	Metas establecidas sin un estudio de rendimiento	9
TOTAL		95

Matriz de priorización

Tabla 06

Matriz de priorización

ÁREA	CAUSAS	CR1: Operarios sin capacitación	CR2: Metas establecidas sin un estudio de rendimiento	CR3: Moldes no uniformes	CR4: Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	CR5: No existe mantenimiento preventivo	CR6: No existe señalización
	Resultados Encuesta						
PRODUCCIÓN	Pele calderón	1	1	3	3	1	1
	Santos Roncal	2	1	3	2	2	2
	Moisés cuba	1	1	2	2	2	1
	Joel García	3	1	3	3	1	1
	Juan Maqui	2	1	2	2	1	2
	Manuel Rodríguez	1	1	3	2	2	2
	Luis Villanueva	2	1	3	2	1	1
	Pedro Ramos	1	1	2	2	1	1
Sebastián Díaz	2	1	3	2	3	2	
Calificación Total		15	9	24	20	14	13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07
Matriz de priorización

ITEM	CAUSA	Σ (Impacto según encuesta)	%Impacto	Acumulado
CR3	Moldes no uniformes	24	25%	25%
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	20	21%	46%
CR1	Operarios sin capacitación	15	16%	62%
CR5	No existe mantenimiento preventivo	14	15%	77%
CR6	No existe señalización	13	14%	91%
CR2	Metas establecidas sin un estudio de rendimiento	9	9%	100%
TOTAL		95		

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecido las causas raíz, se realizó el diagrama de Pareto con lo cual logramos establecer las causas con mayor importancia para que nuestra propuesta se ocupe en las principales, como podemos ver en el diagrama se obtiene 2 de las 6 causas, esto de vital importancia ya que es el inicio de nuestra propuesta.

Pareto 80-20

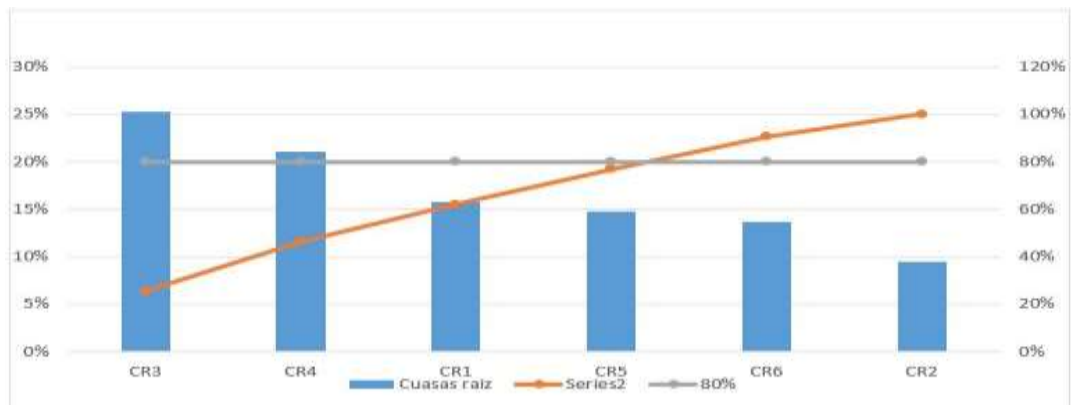


Figura 4 Pareto 80-20

2.5.9. Identificación de indicadores

2.5.9.1. Fase analizar

Identificadas las 2 causas más relevantes para nuestra propuesta, son las que más afectan en la planta productora de chancaca, realizando la medición adecuada logramos obtener:

Matriz de indicadores

Tabla 08
Matriz de Indicadores

CRi	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	VALOR ACTUAL	VALOR META	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR3	Moldes no uniformes	% de errores	$\frac{N^{\circ} \text{ de errores}}{\text{Productos entregados}} \times 100\%$	Porcentaje de errores en el producto terminado	33%	0%	DMAIC / Programa de capacitación
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	% de tapas de chancaca rotas	$\frac{\text{Tapas rotas}}{\text{Total tapas de chancaca terminadas}} \times 100\%$	porcentaje de tapas terminadas en la producción final	7%	2%	

Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en la matriz de indicadores actualmente se tiene 2 causas raíz las cuales su valor actual se derivan de la siguiente tabla.

Tabla 09
Producción de chanca sin la propuesta

PRODUCCIÓN CHANCA SIN LA PROPUESTA										
Producto	presentacion(tapas)	PRODUCCION DIARIA			PRODUCCION MENSUAL			PRODUCCION AL AÑO		
		Produccion poso(tapas)	Fallas x poso(tapas)	NO uniforme	Unidades (tapas)	Fallas(tapas)	NO uniforme	Unidades(tapas)	Fallas(tapas)	NO uniforme
cestos de chancaca	cesto de 7.5 kilos (8tapas)(7posos)	820	140	400	5740	980	2800	68880	11760	33600
	cesto de 4 kilos (8tapas)(7 posos)	1770	200	750	12390	1400	5250	148680	16800	63000
	cesto de 1.5kilos (8tapas)(6 posos)	5450	250	1500	32700	1500	9000	392400	18000	108000

Fuente: Elaboración Propia

Con esta tabla se observa que el numero de tapas no uniformes en pozo de caldo (5000 litros de jugo de caña) tiene un numero de tapas no uniformes al producir chancaca y tiene un porcentaje del 33% en la prucción diaria, de igual manera se observa para las tapas rotas que representa un 7% de la produccion diaria.

Tabla 10
Producción de chanca sin la propuesta

PRODUCCIÓN CHANCACA SIN LA PROPUESTA											
Producto	presentación(tapas)	PRODUCCION DIARIA			PRODUCCION MENSUAL			PRODUCCION AL AÑO			
		Produccion peso(tapas)	Fallas x peso(tapas)	NO uniforme	Und. (tapas)	Fallas (tapas)	NO uniforme	Und.(tapas)	Fallas(tapas)	NO uniforme	
cestos de chancaca	cesto de 7.5 kilos (8tapas)(7posos)	S/ 1,127.50	S/ 70.00	S/ 450.00	S/ 7,892.50	S/ 490.00	S/ 3,150.00	S/ 94,710.00	S/ 5,880.00	S/ 37,800.00	
	cesto de 4 kilos (8tapas)(7 posos)	S/ 1,216.88	S/ 60.00	S/ 450.00	S/ 8,518.13	S/ 420.00	S/ 3,150.00	S/ 102,217.50	S/ 5,040.00	S/ 37,800.00	
	cesto de 1.5kilos (8tapas)(6 posos)	S/ 2,043.75	S/ 25.00	S/ 468.75	S/ 12,262.50	S/ 150.00	S/ 2,812.50	S/ 147,150.00	S/ 1,800.00	S/ 33,750.00	
										TOTAL S/ 466,147.50	

Fuente: Elaboración Propia

2.6. Solución propuesta

2.6.1. Fase mejorar

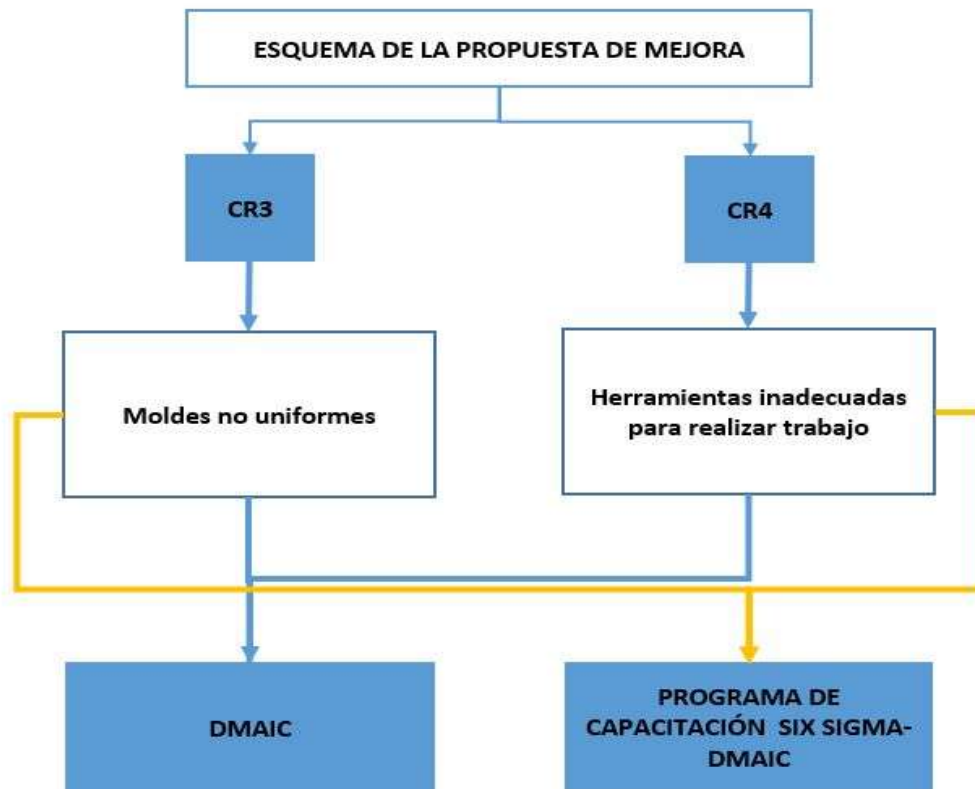


Figura 5 Esquema de la propuesta

PLAN DE CAPACITACION

Dado la circunstancia de la problemática de alto índice de tapas con pesos deficientes y muchas fallas (tapas rotas), es de vital importancia el capacitar a los colaboradores ya que se encuentran con desconocimiento para realizar sus labores, por esta razón con esta propuesta de mejora mediante el plan de capacitación busca anular las tapas no uniformes y minimizar las tapas falladas, cabe destacar que se eligió esta herramienta de capacitación porque permitirá a los trabajadores tener los conocimientos necesarios para desarrollar sus actividades y haciendo buen uso de las herramientas presentes en el área de trabajo y así de esta manera ayuden con el buen desarrollo de la planta.

CAUSA RAIZ 3: Moldes no uniformes

La planta productora de chancaca tiene la producción de tres presentaciones de cestos de chancaca los cuales están compuestos por 8 tapas, debido a la ausencia de un plan de mantenimiento o reposición de los moldes de madera es que existe esta causa raíz la cual no tiene la uniformidad entre las tapas, lo cual conlleva a que los cestos no cumplan sus pesos especificados que son de 7.5kg para el cesto grande, 4kg para el cesto mediano y de 1.5kg para cesto pequeño.

Tabla 11
Análisis de la Situación Actual CR3

Presentación	Análisis de Capacidad CR3		Nivel Sigma CR3
	Cp.	Cpk.	Sigma
Cesto 7.5kg.	0.56	0.22	0.66
Cesto 4kg.	0.58	0.27	0.81
Cesto 1.5kg.	0.35	0.27	0.50

Con los datos obtenidos en los diferentes análisis de capacidad, se puede apreciar en la tabla 11 que el Cp. De todos es menor a 1, el Cp. Nos da a conocer que ningún proceso es capaz de realizar las operaciones dentro de las especificaciones.

COSTEO CAUSA RAIZ 3

Esta causa representa una perdida y puede medirse por las diferentes tapas que no cumplen con los estándares establecidos y esto conlleva a pérdidas económicas.

Tabla 12
Perdida al año por tapas no uniformes

PERDIDA POR TAPAS NO UNIFORMES AL AÑO								
Precio tapas sanas	Precio tapas no uniformes	Tapas no uniformes	Precio Tapas no uniformes	Precio Tapas Sanas	Precio Tapas sanas - no uniformes			
S/ 1.38	S/ 1.13	33600	S/37,800.00	S/46,200.00	S/ 8,400.00			
S/ 0.69	S/ 0.60	63000	S/37,800.00	S/43,312.50	S/ 5,512.50			
S/ 0.38	S/ 0.31	108000	S/33,750.00	S/40,500.00	S/ 6,750.00			
Total perdida por tapas no uniformes al año					S/ 20,662.50			

Fuente: Elaboración Propia

CAUSA RAIZ 4: Herramientas inadecuadas para realizar trabajo

La planta productora de chancaca cuenta con herramientas fabricadas artesanalmente las cuales necesitan tener una habilidad para poder manipularlas y de no ser así conlleva a que el producto se rompa por mala manipulación, la tapa una vez rota, pierde su valor por el motivo que tiene que ser reprocesado.

Tabla 13
Análisis de la Situación Actual CR4

Presentación	Análisis de Capacidad CR4		Nivel Sigma CR4
	Cp.	Cpk.	Sigma
Cesto 7.5kg.	0.56	0.44	1.20

Cesto 4kg.	0.58	0.51	1.35
Cesto 1.5kg.	0.63	0.29	0.88

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la Tabla 13, se muestran los datos obtenidos mediante el programa Minitab, los análisis de capacidad para cada una de las tres presentaciones de cestos de chancaca nos arrojó Cp. 0.56,0.58,0.63, respectivamente siendo todos menor a 1, el Cp. Con lo cual se llega a la conclusión de que los procesos de producción no tienen la suficiente capacidad para encajar en las especificaciones. En la tabla también se observa el nivel sigma para la producción de cesto 7.5kg, nivel sigma 1.20, para el cesto de 4kg, nivel sigma 1.35 y para el cesto de 1.5kg un nivel de 0.88. los datos obtenidos antes de la aplicación de la mejora.

COSTEO CAUSA RAIZ 4

Esta causa raíz representa a las tapas rotas por el manejo de herramientas inadecuadas lo que conlleva a desencadenate que son las tapas rotas que también genera pérdidas económicas lo cual mostramos e la tabla siguiente.

Tabla14
Perdida al año por tapas rotas(falladas)

PERDIDA POR TAPAS ROTAS AL AÑO							
Precio tapas sanas	Precio tapas rotas	Cantidad tapas rotas	Precio Tapas Rotas	Precio Tapas Sanas	PrecioTapas sanas menos rotas		
S/ 1.38	S/ 0.50	11760	S/ 5,880.00	S/ 16,170.00	S/ 10,290.00		
S/ 0.69	S/ 0.30	16800	S/ 5,040.00	S/ 11,550.00	S/ 6,510.00		
S/ 0.38	S/ 0.10	18000	S/ 1,800.00	S/ 6,750.00	S/ 4,950.00		
Total perdida por tapas rotas al año					S/ 21,750.00		

Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE MEJORA

Se llevará a cabo la responsabilidad de establecer el plan de capacitación a todos los trabajadores a fin de que obtengan conocimientos para el desarrollo de sus actividades y así contribuyan tanto en su desarrollo personal y de la planta productora de chancaca.

Tabla15
Programa de capacitación

Programa de capacitación	
1. DATOS DE LA EMPRESA	
1.1. Razón social	PLANTA PRODUCTORA DE CHANCACA
1.2. Actividad económica	Producción, venta y comercialización de Cestos de chancaca en sus 3 presentaciones.
2 ALCANCE	
	El presente programa de capacitación es de aplicación para todos los trabajadores de la PLANTA PRODUCTORA DE CHANCACA.
3. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo general	Implantar el conocimiento necesario para la ejecución eficiente de las responsabilidades dentro de sus puestos de trabajo y mejorar las habilidades en el manejo de las herramientas de trabajo.
3.2. Objetivos Específicos	Brindar un inicio de la metodología six sigma Ampliar los conocimientos requeridos en el área. Modificar actitudes para contribuir en la mejora de la productividad
4. ESTRATEGIAS	
	Desarrollo de trabajos prácticos que se vienen realizando cotidianamente Metodología de exposición (diálogo) Realizar talleres
5. TEMAS DE LA CAPACITACIÓN	
	TEMA PRINCIPAL: Herramienta SIX SIGMA (DMAIC)
	Introducción a la herramienta Aplicación ejemplos Casos Generales
T1:Faces de six sigma DEFINIR	Introducción Aplicación Talleres de Casos Especificos
T2:Faces de six sigma MEDIR	Introducción Aplicación Talleres de Casos Especificos
T3:Faces de six sigma ANALIZAR	Introducción Aplicación Talleres de Casos Especificos
T4:Faces de six sigma MEJORAR	Introducción Aplicación Talleres de Casos Especificos

T5:Faces de six sigma CONTROLAR

Introducción
 Aplicación
 Talleres de Casos Especificos

6. RECURSOS

6.1. Humanos

Lo conforman los trabajadores que estén involucrados en el manejo de las herramientas y requerimientos de habilidades.

6.2. Materiales

Laptop
 Proyector
 Impresiones

7. FECHA DE EJECUCIÓN

El programa se ejecutará en el transcurso del año y la evaluación será permanente

Fuente: Elaboración Propia

Todo lo concerniente a la capacitación se llevará de manera establecida en el cronograma de capacitación junto a sus talleres y calificaciones tal como se muestra a continuación:

Tabla16
 Cronograma de capacitación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	SEMANA											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Herramienta SIX SIGMA(DMAIC)	x											
T1:Faces de six sigma DEFINIR		x					x					x
T2:Faces de six sigma MEDIR			x					x				
T3:Faces de six sigma ANALIZAR				x					x			
T4:Faces de six sigma MEJORAR					x					x		
T5:Faces de six sigma CONTROLAR						x					x	
Casos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Talleres de Casos Especificos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ealuación / Supervisión		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración Propia

2.7. Impacto de la propuesta

2.7.1. Fase controlar

Costeo de la causa raíz 3 después de la mejora

Con la correcta aplicación de el plan de capacitación se logrará eliminar toda la perdida, con la implementación adicional de moldes de madera con una medida estándar se logrará aumentar la productividad, dejando en cero espacios para tapas no uniformes. aplicación de el plan de capacitación se logrará eliminar toda la perdida, con la implementación adicional de moldes de madera con una medida estándar se logrará aumentar la productividad, dejando en cero espacios para tapas no uniformes.

De vista general no existirá más tapas de chancaca no uniformes al momento de vaciado.

Tabla17
Análisis actual y Aplicando la mejora CR3

Presentación	Análisis de Capacidad CR3				Nivel Sigma CR3	
	Actual		Mejorado		Actual	Mejorado
	Cp.	Cpk	Cp	Cpk	Sigma	Sigma
7.5kg	0.56	0.22	0.56	0.54	0.66	1.31
4kg	0.58	0.27	0.63	0.60	0.81	1.55
1.5kg	0.35	0.27	0.55	0.54	0.50	1.17

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 podemos observar los cambios obtenidos, si bien es cierto no existe mucha diferencia entre los Cp. Tanto de la actual como Cp. de la mejora aun existiendo los resultados menores a 1.

Donde sí se puede ver una diferencia en el nivel sigma de los tres tipos de producción debido a la aplicación de las mejoras, además se redujo los límites permisibles para cada producto, con lo cual se logró aumentar el nivel sigma respecto a la causa raíz.

Tabla18

Perdida al año por tapas no uniformes después de la mejora

PERDIDA POR TAPAS NO UNIFORMES DESPUES DE LA MEJORA AL AÑO										
Precio tapas sanas	Precio tapas no uniformes	Tapas no uniformes	Precio Tapas no uniformes	Precio Tapas Sanas	Precio Tapas sanas - no uniformes					
S/ 1.38	S/ 1.13	0	S/ -	S/ -	S/ -					
S/ 0.69	S/ 0.60	0	S/ -	S/ -	S/ -					
S/ 0.38	S/ 0.31	0	S/ -	S/ -	S/ -					
Total perdida por tapas no uniformes al año					S/ -					

Fuente: Elaboración Propia

Costeo de la causa raíz 4 después de la mejora

Con la finalidad de aplacar estas causas raíz de elaboro un plan de capacitación las cuales se impartirán durante un año de manera sistemática con la única finalidad de que todos los trabajadores involucrados conozcan y desarrollen habilidades en sus puestos de trabajo empleando los conocimientos adquiridos en la capacitación y todo lo antes mencionado tendrá una efectiva reducción de pérdidas económicas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla19

Perdida al año por tapas rotas(falladas) después de la mejora

PERDIDA POR TAPAS ROTAS AL AÑO										
Precio tapas sanas	Precio tapas rotas	Cantidad tapas rotas	Precio Tapas Rotas	Precio Tapas Sanas	PrecioTapas sanas menos rotas					
S/ 1.38	S/ 0.50	1680	S/ 840.00	S/ 2,310.00	S/ 1,470.00					
S/ 0.69	S/ 0.30	2520	S/ 756.00	S/ 1,732.50	S/ 976.50					
S/ 0.38	S/ 0.10	10800	S/ 1,080.00	S/ 4,050.00	S/ 2,970.00					
Total perdida por tapas rotas al año					S/ 5,416.50					

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar el nuevo monto de perdida en tapas rotas es efectivamente el 2% del monto anterior antes de la mejora.

La correcta implementación de las herramientas de mejora nos da la oportunidad de lograr muchos beneficios, como el aumento de la especialización de los trabajadores lo cual refleja en la reducción de costos en las causas raíz hasta inclusive eliminar de manera permanente las perdidas, además de concientizar a los trabajadores mediante las capacitaciones constantes es muy importante tanto para ellos como para la planta productora de chancaca.

Tabla20
Análisis actual y Aplicando la mejora CR4

Presentación Cestos	Análisis de Capacidad CR4				Nivel Sigma CR4	
	Actual		Mejorado		Actual	Mejorado
	Cp.	Cpk	Cp	Cpk	Sigma	Sigma
7.5kg	0.56	0.44	0.55	0.52	1.20	1.26
4kg	0.58	0.51	0.59	0.54	1.35	1.42
1.5kg	0.63	0.29	0.51	0.43	0.88	1.10

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 podemos observar los cambios obtenidos, si bien es cierto no existe mucha diferencia entre los Cp. Tanto de la actual como Cp. de la mejora aun existiendo los resultados menores a 1.con lo cual nos indica que la producción no tiene la suficiente capacidad para operar dentro de las especificaciones

Donde se puede ver una diferencia el en el nivel sigma de los tres tipos de producción debido a la aplicación de las mejoras, además se redujo los límites permisibles para cada producto, con lo cual se logró aumentar el nivel sigma respecto a la causa raíz en su análisis actual.

Tabla21
Impacto de la propuesta

CR1	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA	VALOR META	NUEVA PÉRDIDA	ABORRO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR3	Moldes no uniformes	% de errores	$\frac{N^{\circ} \text{ de errores}}{\text{Productos entregados}} \times 100\%$	Porcentaje de errores en el producto	33%	S/20,662.50	0%	S/ -	S/20,662.50	DMAIC / Programa de capacitación
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	% de tapas de chancaca rotas	$\frac{\text{Tapas rotas}}{\text{Total tapas de chancaca terminadas}} \times 100\%$	porcentaje de tapas terminadas en la producción a final	7%	S/21,750.00	2%	S/ 5,416.50	S/16,333.50	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla22
Producción total al año con la mejora

PRODUCCIÓN CHANCACA CON LA PROPUESTA													
Producto	presentacion(tapas)	PRODUCCION DIARIA			PRODUCCION MENSUAL			PRODUCCION AL AÑO					
		Produccion poso(tapas)	Fallas x poso(tapas)	NO uniforme	Und.(tapas)	Fallas(tapas)	NO uniforme	Und.(tapas)	Fallas(tapas)	NO uniforme			
	cesto de 7.5 kilos (8tapas)(7posos)	S/	1,842.50	S/	10.00	S/	12,897.50	S/	70.00	S/	154,770.00	S/	840.00
	cestos de chancaca (8tapas)(11 posos)	S/	1,849.38	S/	9.00	S/	12,945.63	S/	63.00	S/	155,347.50	S/	756.00
	cesto de 1.5kilos (8tapas)(6 posos)	S/	2,643.75	S/	15.00	S/	15,862.50	S/	90.00	S/	190,350.00	S/	1,080.00

S/ 503,143.50

Fuente: Elaboración Propia

2.8. Evaluación económica financiera

2.8.1. Inversión de la propuesta

La propuesta de mejora presenta dos herramientas la capacitación y junto a ella herramienta DMAIC, las cuales para su implementación se necesita una inversión económica para cubrir los materiales en general, y esta inversión se tomará del ahorro de la propuesta para evaluar su factibilidad.

2.8.2 PLAN DE CAPACITACION/ DMAIC

Tabla23

Plan de capacitación/DMAIC 1

Herramienta: DMAIC/Programa de Capacitación			
INVERSIÓN	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
Impresiones de formatos	500	S/ 0.20	S/ 100.00
Elaboracion de DMAIC	1	S/ 500.00	S/ 500.00
TOTAL			S/ 600.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

Plan de capacitación/DMAIC 2

INVERSIÓN	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
Moldes de madera de 7.5kg (32 tapas)	5	S/ 715.00	S/ 3,575.00
Moldes de madera de 4kg (40 tapas)	9	S/ 713.17	S/ 6,418.53
Moldes de madera de 1.5kg (50 tapas)	5	S/ 1,029.00	S/ 5,145.00
TOTAL			S/ 15,138.53

Fuente: Elaboración Propia

Parte de inversión está destinada a la compra de moldes de madera con tapas uniformes, teniendo todo esto al momento del vaciado de chancaca y así lograr los objetivos de erradicar la producción de tapas de chancaca no uniformes.

Tabla 25

Plan de capacitación/DMAIC 3

Herramienta: DMAIC/Programa de Capacitación			
INVERSIÓN	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
laptop	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
proyector	1	S/ 900.00	S/ 900.00
Escritorio	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Sillas	12	S/ 15.00	S/ 180.00
Impresiones	600	S/ 0.20	S/ 120.00
archivadores	5	S/ 4.00	S/ 20.00
Local (local comunal)	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Lapiceros	50	S/ 0.30	S/ 15.00
TOTAL			S/ 3,135.00

Fuente: Elaboración Propia

COSTO	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
Capacitador	1	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00

COSTO	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
Capacitador/ DMAIC	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00

2.8.3 TABLA DE RESUMEN

Teniendo el análisis de inversiones en ambas herramientas se procede a generar la tabla de resumen, lo cual no sirve un correcto análisis en la evaluación económica financiera.

Tabla 26

Resumen de herramientas de mejora

INVERSIÓN TOTAL ANUAL	S/ 18,873.53
COSTO TOTAL ANUAL	S/ 19,200.00

Fuente: Elaboración Propia

2.8.4. Beneficios

Con esta tabla se resume el beneficio que genera la implementación de la herramienta en cada una de las causas raíz, de manera anual.

Tabla 27

Impacto del plan de capacitación/DMAIC

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ	HERRAMIENTA DE MEJORA	COSTO INICIAL	COSTO FINAL	AHORRO
CR3	Porcentaje de errores en el producto terminado	DMAIC / Programa de capacitación	S/ 20,662.50	S/ -	S/ 20,662.50
CR4	porcentaje de tapas terminadas en la producción final		S/ 21,750.00	S/ 5,416.50	S/ 16,333.50
				TOTAL	S/ 36,996.00

Fuente: Elaboración Propia

2.8.5. Evaluación económica financiera

En estado de resultados nos ayuda a verificar la viabilidad de la propuesta de implementación proyectada a 4 años, en la parte de flujo de caja en el año de inversión se considera año cero quiere decir que a partir del año uno se obtendrán los ingresos y egresos de la propuesta de mejora.

Tabla 28

Evaluación Económica Financiera parte 1

Horizonte de Evaluacion 4 años

Inversión total S/ 18,873.53

(costo oportunidad) 20%

ESTADO DE RESULTADOS					
Año	0	1	2	3	4
Ingresos		S/ 36,996.00	S/38,845.80	S/40,788.09	S/42,827.49
Costos Operativos		S/ 19,200.00	S/20,160.00	S/21,168.00	S/22,226.40
Depreciacion		S/ 185.06	S/ 185.06	S/ 185.06	S/ 185.06
GAV		S/ 1,920.00	S/ 2,016.00	S/ 2,116.80	S/ 2,222.64
Utilidad Antes de Impuestos		S/ 15,690.94	S/16,484.74	S/17,318.23	S/18,193.40
Impuestos (30)		S/ 4,707.28	S/ 4,945.42	S/ 5,195.47	S/ 5,458.02
Utilidad Despues de Impuestos		S/ 10,983.66	S/11,539.32	S/12,122.76	S/12,735.38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29

Evaluación Económica Financiera parte 2

FLUJO DE CAJA					
Año	0	1	2	3	4
Utilidad Despues de Impuestos	S/ 10,983.66	S/11,539.32	S/12,122.76	S/12,735.38	
Depreciación	S/ 185.06	S/ 185.06	S/ 185.06	S/ 185.06	
Inversión	S/. -18,873.53	S/ -	-S/ 6,418.53	-S/ 3,575.00	-S/ 6,418.53
	S/. -18,873.53	S/ 11,168.72	S/ 5,305.85	S/ 8,732.82	S/ 6,501.90

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar la rentabilidad de la propuesta, se está trabajando los evaluadores económicos: VAN, TIR Y B/C, se ha considera una tasa de interés de 20% anual para realizar los siguientes cálculos, y se obtiene lo descrito a continuación:

Tabla 30

Evaluación Económica Financiera parte 3

Año	0	1	2	3	4
Flujo de neto de efectivo	S/. -18,873.53	S/ 11,168.72	S/ 5,305.85	S/ 8,732.82	S/ 6,501.90
VAN	S/2,307.63				
TIR	27%				

Fuente: Elaboración Propia

En esta tabla se observa el Valor Actual Neto equivalente a s/ 2,307.63, a la vez se aprecia una Tasa Interna de Retorno del 27%, esto supera a nuestra tasa de interés del 20%.

Tabla 31
Evaluación Económica Financiera parte 4

Año	0	1	2	3	4
Ingresos		S/ 36,996.00	S/38,845.80	S/40,788.09	S/42,827.49
Egresos		S/ 25,827.28	S/27,121.42	S/28,480.27	S/29,907.06
VAN INGRESOS		S/102,064.16			
VAN EGRESOS		S/71,261.47			
B/C		S/1.43			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla de evaluación económica financiera parte 4 se aprecia un Beneficio/ Costo es de 1.43 lo que quiere decir que por cada sol que invierta la planta productora de chancaca en la propuesta de mejora, se obtendrá un beneficio de 0.43 céntimos.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Beneficios de la aplicación de la propuesta de mejora

Esta propuesta estuvo ligada exclusivamente al área de producción de la planta productora de chancaca, donde se encontró las dos causas raíz más relevantes que afectan a la productividad y estaban ligada a pérdidas económicas, como veremos a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 32
Costo y Ahorro en las dos Causas raíz

ÁREA	COSTO INICIAL ANUAL	COSTO FINAL ANUAL	AHORRO ANUAL
PRODUCCIÓN	S/ 20,662.50	S/ -	S/ 20,662.50
	S/ 21,750.00	S/ 5,416.50	S/ 16,333.50
TOTAL AHORRO			S/ 36,996.00

Fuente: Elaboración Propia

Donde se puede constatar los costos iniciales vistos como perdidas y los costos finales vistos disminución de las pérdidas y su diferencia se toma con ahorro gracias a las herramientas de mejora utilizadas para atacar el problema.

Ahora podemos responder a nuestra pregunta ¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante la metodología Six Sigma sobre la productividad en una planta productora de chancaca? El impacto es evidenciado haciendo una comparación del antes y después de la mejora, logrando un ahorro de 36,996.00 soles al año, esto debido a que se redujo el alto índice de tapas no uniformes y tapas rotas lo cual dejaba pérdidas económicas.

Desde otra perspectiva podemos observar el siguiente gráfico:

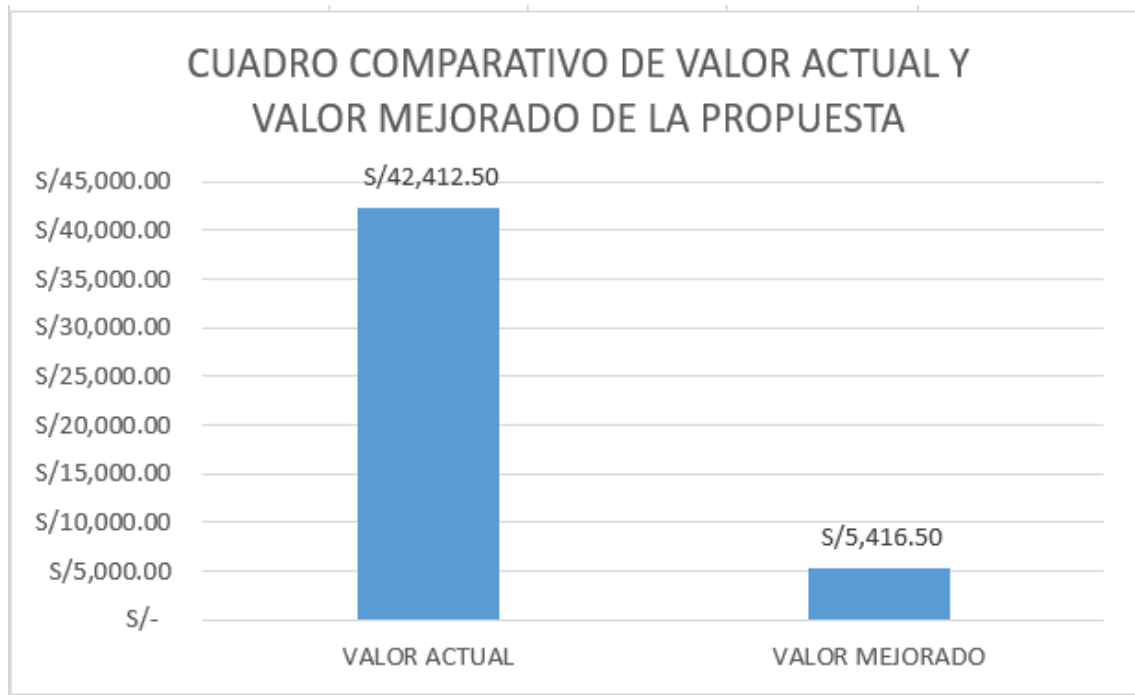


Figura 6: Comparación del antes y después de la mejora

Al aplicar las dos herramientas capacitación/DMAIC en las causas raíz CR3 Y CR4, se puede observar muy significativo el ahorro y equivale al monto económico de S/ 36,996.00.

En la Figura N°6 se puede observar que antes de la mejora existía una pérdida de S/42,412.5 soles en las causas raíz 3 y la causa raíz 4, por lo que no había ninguna herramienta de mejora. Ahora también podemos ver que después de la propuesta disminuye, pero no en su totalidad esto se debe a causas no controlables en la causa raíz 4, dejando así un monto de pérdida después de la mejora de S/ 5,416.5.

Cabe destacar que en el análisis económico-financiero se logró obtener la siguiente información, VAN S/2,307.63, TIR 27%, B/C de S/1.43, con lo cual se confirma que la presente propuesta es viable para su implementación.

CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la tesis Morán (2016), Six Sigma para incrementar la Productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016. Lima: Perú. Concluye que Six Sigma incrementa significativamente la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales. Moran Relaciona el aumento del nivel Six Sigma es de 5.66 a 6.76, de esta forma relaciona el aumento de la productividad. Considero que con la aplicación de la metodología DMAIC, logros mejores resultados ya que ayuda a encontrar problemas que pasan desapercibido, con lo cual aumenta considerablemente la productividad que está relacionado al aumento del nivel Sigma.

Así como también Moreno (2018) “Aplicación de la Metodología Six Sigma para Incrementar la Productividad en el Área de Pulido en la Empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017”. Lima: Perú. concluye que con la aplicación de la Metodología Six Sigma se logró incrementar la productividad, con estos datos cabe destacar que la aplicación de la metodología es muy favorable para evitar defectos.

4.2. Conclusiones

Se llega a la conclusión del impacto de la propuesta en el objetivo principal de aumentar la productividad al aplicar las herramientas de mejora, con lo que antes de aplicarlos se generaban pérdidas anuales de S/42,412.5, una vez aplicadas las herramientas se redujo drásticamente estas pérdidas anuales a tan solo S/ 5,415.5, lo cual significa un ahorro de un 87% respecto al costo inicial.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la planta productora de chancaca, se logró identificar 6 causas raíz de las cuales la CR3 Y CR4 fueron las de mayor impacto en la productividad, la CR3(Moldes no uniformes y CR4 (Herramientas inadecuadas para realizar trabajo), estas dos causas generaban una pérdida anual de S/ 42,412.5, Aplicando la propuesta de mejora: Capacitación/DMAIC, lo cual sirvió para brindar conocimientos necesarios para ser introducidos en la metodología Six Sigma la cual se encarga de reducir defectos en los productos, logrando reducción de los costes anuales de la CR4,se redujo de S/ 21,750.00 anuales a solo S/ 5415.5 anuales, y anular por completo los costes anuales de la CR3.

Se realizó la evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en la planta productora de chancaca, y los resultados fueron con una inversión de s/18,873.53 en un periodo de evaluación de 10 años, se obtiene un VAN de s/2,307.63 y un TIR(Tasa Interna de Retorno) de 27% y un factor de Costo/Beneficio de 1.43, con estos datos se entiende que la propuesta de mejora es factible y rentable para la Planta Productora de Chancaca.

REFERENCIAS

- Caletec (s.f). *Definición de Six Sigma. Disponible en:*
<https://www.caletec.com/glosarios/six-sigma/>
- Cotrina, D. (2017). *Aplicación de la Metodología Six Sigma para Incrementar la Productividad en el Área de Habilitado de la Empresa SERPROVISA SAC, Huachipa – 2016.* (Tesis de pregrado). Disponible en:
<http://renati.sunedu.gob.pe/browse?type=author&value=Cotrina+Cayo%2C+Daniela>
- Loayza, E. (2015). Estudio Económico para la Instalación de una Planta Procesadora de Panela Orgánica y su Impacto en la Economía de los Agricultores del Distrito de Cumba, Provincia Utcubamba, Región Amazonas. *Tecnología & Desarrollo.* (13)1, pp 44-48. Disponible en:
<file:///C:/Users/lenovo/Downloads/888-%23%23default.genres.article%23%23-2941-2-10-20171122.pdf>.
- López (30 de mayo de 2016). Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmecánico. *Entre Ciencia e Ingeniería.* 10 (20). Pp 99-107. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Diana_Lopez-Lopez/publication/329399772_Factores_de_calidad_que_afectan_la_productividad_y_competitividad_de_las_micros_pequeñas_y_medianas_empresas_del_sector_industrial_metalmeccanico/links/5c068e2092851c6ca1fd5737/Factores-de-calidad-que-afectan-la-productividad-y-competitividad-de-las-micros-pequeñas-y-medianas-empresas-del-sector-industrial-metalmeccanico.pdf
- Morán, F. (2016). *Six Sigma para incrementar la Productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016.* (Tesis de pregrado). Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18599/Mor%C3%A1n_FRD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Moreno, M. (2018). *Aplicación de la Metodología Six Sigma para Incrementar la Productividad en el Área de Pulido en la Empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017.* (Tesis de pregrado). Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/191706>.
- Odar, J. (2015). Mejora de la productividad en la empresa Vivar SAC. (Tesis de pregrado). Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/660/1/TL_Odar_Nombera_JorgeAntonio.pdf
- Panela Monitor (2015). Azúcar No-Centrifugada (panela): producción mundial y comercio. Disponible en: [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/azucar-no-centrifugada-\(panela\)-produccion-mundial-y-comercio.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/azucar-no-centrifugada-(panela)-produccion-mundial-y-comercio.pdf)
- Pérez – O. H. (2016). *El impacto de Six Sigma en Organizaciones Latinoamericanas y sus Factores Críticos de Éxito.* Disponible en: <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/3873/Tesis%20Humberto%20P%20A9rez%20Ortiz.pdf?sequence=2>
- Ríos, E. (2018). Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad GYW de la empresa Segusa SAC. (Tesis de pregrado). Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11131/RIOS%20BERNUY%20Edinson%20Eloy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saldaña, E (2018). Rediseño De Procesos Para Incrementar La Productividad En El Área De Etiquetado De Una Empresa Agroindustrial. (Tesis de pregrado). Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/185938>

Vergel M., y Martínez J. (20 de octubre de 2015). Filosofía Gerencial Seis Sigma en la Gestión Universitaria. *Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (FACES)*. 15(2). Pp 99-106. Disponible en:
http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/1619/937.

Núñez, C. (2018). Aplicación De La Metodología Six Sigma Para Mejorar La Productividad En El Almacén De La Empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2018. (Tesis de pregrado). Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/23297>

Colcas, K. (2017). Propuesta De Mejora De La Productividad En El Área De Confecciones De Una Empresa De Prendas De Jean Aplicando Six Sigma. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/6799>

Vidal, C. (2016). Implementación de la Metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en una empresa de comida rápida de hamburguesas en el C.C. Mega plaza, Independencia 2016. (Tesis pregrado). Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/3149>

Aguilar, K. (2018). Six Sigma para Mejorar la Productividad en una Empresa Procesadora de Maca. Disponible en:
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1052>

Universidad de Los Andes (2018). *Panela, azúcar natural al mundo*. Disponible en:
<https://agronegocios.uniandes.edu.co/2018/09/06/panela-azucar-natural-al-mundo/>

ANEXOS

Anexo 1: Aplicación de Pareto a las causas raíz

Causas Raíz	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	FRECUENCIA PRIORIZACION	%CUMULADO	Acumulado	FREC. RELATIVA ACUMULATIVA	80-20
CR3	Moldes no uniformes	24	25%	24.00	25%	80%
CR4	Herramientas inadecuadas para realizar trabajo	20	46%	44.00	21%	80%
CR1	Operarios sin capacitación	15	62%	59.00	16%	80%
CR5	No existe mantenimiento preventivo	14	77%	73.00	15%	80%
CR6	No existe señalización	13	91%	86.00	14%	80%
CR2	Metas establecidas sin un estudio de rendimiento	9	100%	95.00	9%	80%
TOTAL		95				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Tapas de chancaca



Tapas de chancaca

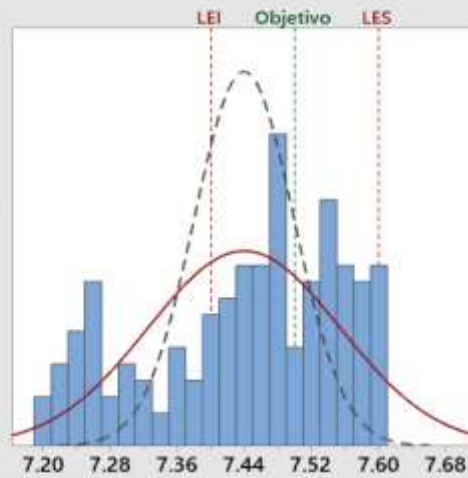
Anexo 3: Tapa de chancaca



Anexo 4: Análisis de Capacidad CR3 Actual y Mejorado Cesto 7.5kg.

Análisis de Capacidad Tapas no Uniformes Actual 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.4
Objetivo	7.5
LES	7.6
Media de la muestra	7.43971
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114168
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0594758



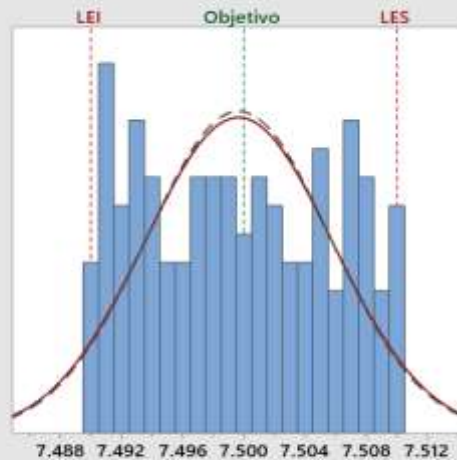
Capacidad largo plazo	
Pp	0.29
PPL	0.12
PPU	0.47
Ppk	0.12
Cpm	0.26
Capacidad corto plazo	
Cp	0.56
CPL	0.22
CPU	0.90
Cpk	0.22

Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	294117.65	364001.33	252195.52
PPM > LES	0.00	80157.12	3518.24
PPM Total	294117.65	444158.45	255713.76

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas no Uniformes Mejorado 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.49
Objetivo	7.5
LES	7.51
Media de la muestra	7.49965
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00611552
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00599585



Capacidad largo plazo	
Pp	0.55
PPL	0.53
PPU	0.56
Ppk	0.53
Cpm	0.55
Capacidad corto plazo	
Cp	0.56
CPL	0.54
CPU	0.58
Cpk	0.54

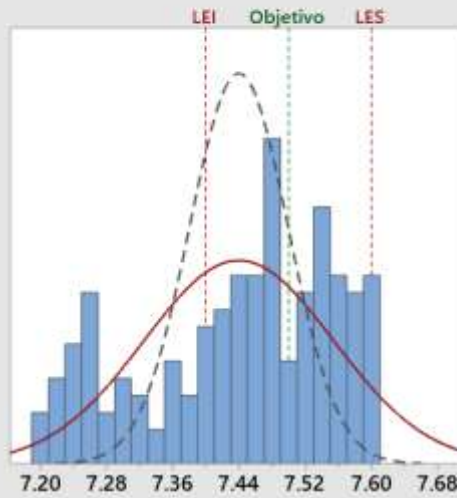
Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	57232.95	53705.66
PPM > LES	0.00	45329.16	42200.27
PPM Total	0.00	102562.10	95905.94

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 5: Nivel Sigma CR3 Actual y Mejorado Cesto 7.5kg.

Nivel Sigma Actual Tapas no Uniformes 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.4
Objetivo	7.5
LES	7.6
Media de la muestra	7.43971
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114168
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0594758



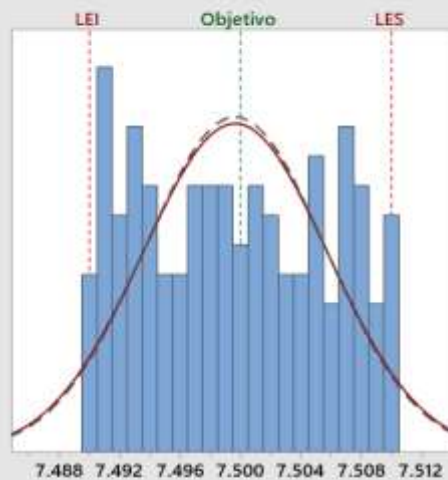
Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.14
Z.LEI	0.35
Z.LES	1.40
Ppk	0.12
Cpm	0.26
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	0.66
Z.LEI	0.67
Z.LES	2.70
Cpk	0.22

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	294117.65	364001.33	252195.52
PPM > LES	0.00	80157.12	3518.24
PPM Total	294117.65	444158.45	255713.76

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas no Uniformes 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.49
Objetivo	7.5
LES	7.51
Media de la muestra	7.49965
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00611552
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00599585



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	1.27
Z.LEI	1.58
Z.LES	1.69
Ppk	0.53
Cpm	0.55
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.31
Z.LEI	1.61
Z.LES	1.73
Cpk	0.54

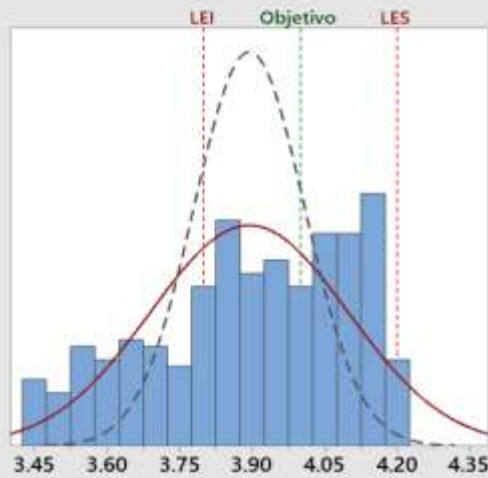
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	57232.95	53705.66
PPM > LES	0.00	45329.16	42200.27
PPM Total	0.00	102562.10	95905.94

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 6: Análisis de Capacidad CR3 Actual y Mejorado Cesto 4kg.

Análisis de Capacidad Tapasno Uniformes Actual 4kg

Procesar datos	
LEI	3.8
Objetivo	4
LES	4.2
Media de la muestra	3.89409
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.204168
Desv.Est. (Corto plazo)	0.114265



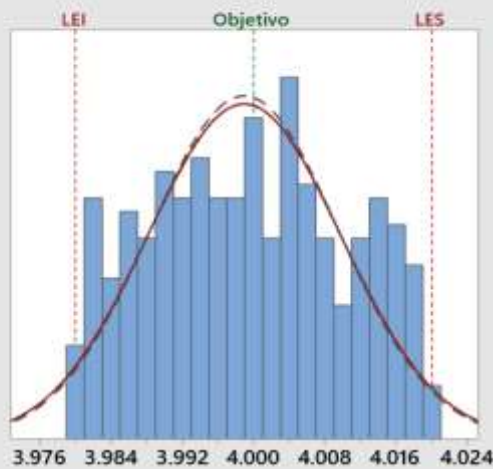
Capacidad largo plazo	
Pp	0.33
PPL	0.15
PPU	0.50
Ppk	0.15
Cpm	0.29
Capacidad corto plazo	
Cp	0.58
CPL	0.27
CPU	0.89
Cpk	0.27

Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	276470.59	322447.47	205119.48
PPM > LES	0.00	67027.22	3712.42
PPM Total	276470.59	389474.69	208831.90

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas no Uniformes Mejorado 4kg

Procesar datos	
LEI	3.98
Objetivo	4
LES	4.02
Media de la muestra	3.99896
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0108449
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0105912



Capacidad largo plazo	
Pp	0.61
PPL	0.58
PPU	0.65
Ppk	0.58
Cpm	0.61
Capacidad corto plazo	
Cp	0.63
CPL	0.60
CPU	0.66
Cpk	0.60

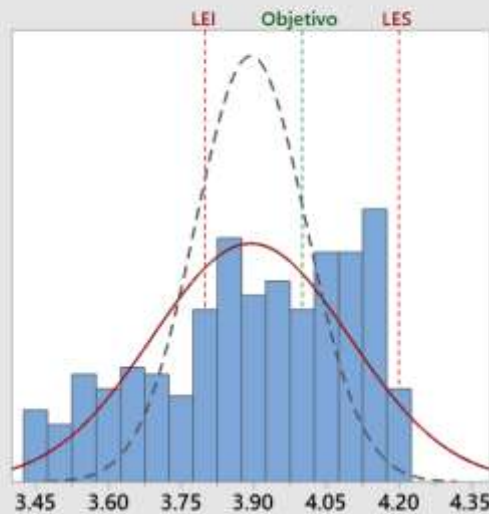
Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	40239.87	36745.26
PPM > LES	0.00	26161.66	23464.59
PPM Total	0.00	66401.52	60209.85

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo7: Nivel Sigma CR3 Actual y Mejorada Cesto 4kg

Nivel Sigma Actual Tapas no Uniformes 4kg

Procesar datos	
LEI	3.8
Objetivo	4
LES	4.2
Media de la muestra	3.89409
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.204168
Desv.Est. (Corto plazo)	0.114265



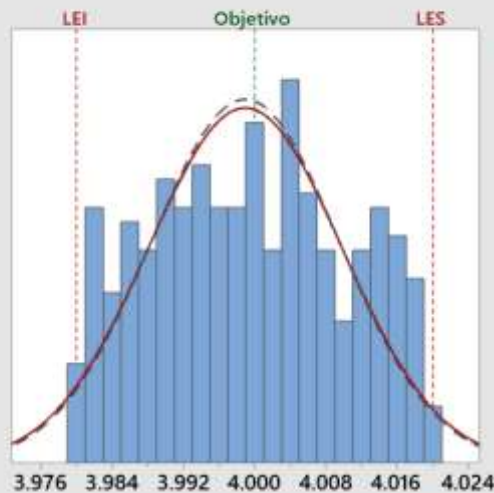
Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.28
Z.LEI	0.46
Z.LES	1.50
Ppk	0.15
Cpm	0.29
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	0.81
Z.LEI	0.82
Z.LES	2.68
Cpk	0.27

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	276470.59	322447.47	205119.48
PPM > LES	0.00	67027.22	3712.42
PPM Total	276470.59	389474.69	208831.90

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas no Uniformes 4kg

Procesar datos	
LEI	3.98
Objetivo	4
LES	4.02
Media de la muestra	3.99896
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0108449
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0105912



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	1.50
Z.LEI	1.75
Z.LES	1.94
Ppk	0.58
Cpm	0.61
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.55
Z.LEI	1.79
Z.LES	1.99
Cpk	0.60

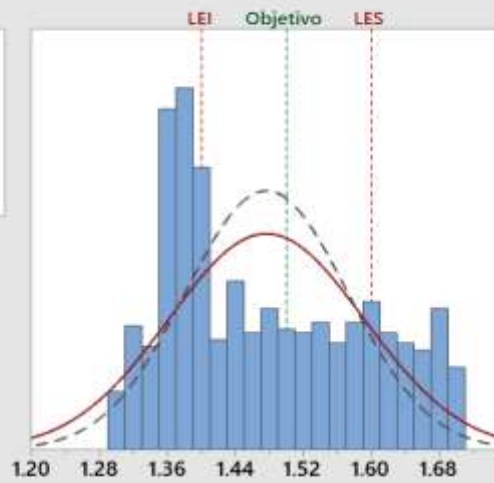
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	40239.87	36745.26
PPM > LES	0.00	26161.66	23464.59
PPM Total	0.00	66401.52	60209.85

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 8: Análisis de Capacidad CR3 Actual y Mejorado Cesto 1.5kg.

Análisis de Capacidad Tapas no Uniformes Actual 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.4
Objetivo	1.5
LES	1.6
Media de la muestra	1.47643
Número de muestra	901
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114595
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0956117



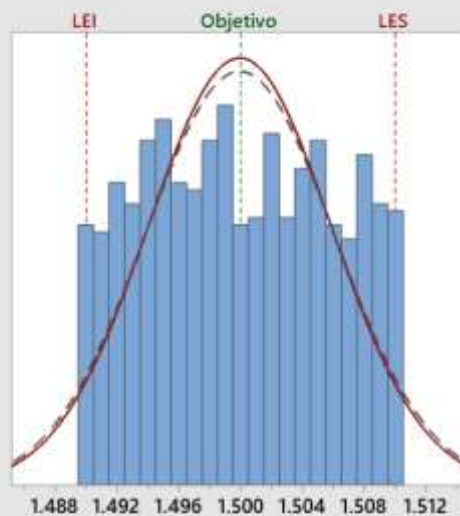
Capacidad largo plazo	
Pp	0.29
PPL	0.22
PPU	0.36
Ppk	0.22
Cpm	0.29
Capacidad corto plazo	
Cp	0.35
CPL	0.27
CPU	0.43
Cpk	0.27

Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	391786.90	252388.55	212023.29
PPM > LES	196448.39	140453.32	98113.90
PPM Total	588235.29	392841.88	310137.19

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas no Uniformes Mejorado 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.49
Objetivo	1.5
LES	1.51
Media de la muestra	1.49994
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00591232
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00610312



Capacidad largo plazo	
Pp	0.56
PPL	0.56
PPU	0.57
Ppk	0.56
Cpm	0.56
Capacidad corto plazo	
Cp	0.55
CPL	0.54
CPU	0.55
Cpk	0.54

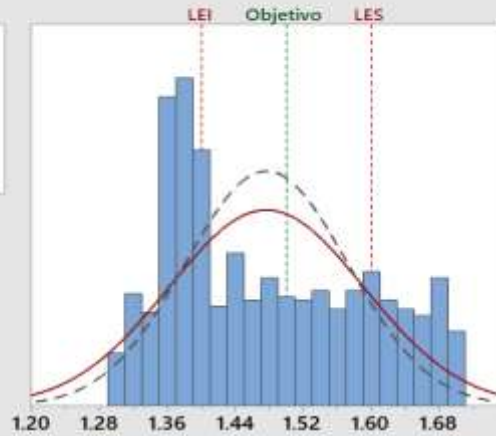
Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	46322.09	51652.27
PPM > LES	0.00	44456.80	49679.01
PPM Total	0.00	90778.89	101331.27

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 9: Nivel Sigma CR3 Actual y Mejorado Cesto 1.5kg

Nivel Sigma Actual Tapas no Uniformes 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.4
Objetivo	1.5
LES	1.6
Media de la muestra	1.47643
Número de muestra	901
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114595
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0956117



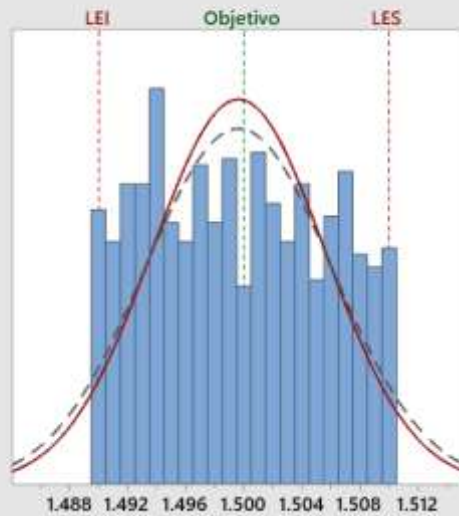
Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.27
Z.LEI	0.67
Z.LES	1.08
Ppk	0.22
Cpm	0.29
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	0.50
Z.LEI	0.80
Z.LES	1.29
Cpk	0.27

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	391786.90	252388.55	212023.29
PPM > LES	196448.39	140453.32	98113.90
PPM Total	588235.29	392841.88	310137.19

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas no Uniformes 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.49
Objetivo	1.5
LES	1.51
Media de la muestra	1.49964
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00595613
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00644629



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	1.32
Z.LEI	1.62
Z.LES	1.74
Ppk	0.54
Cpm	0.56
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.17
Z.LEI	1.49
Z.LES	1.61
Cpk	0.50

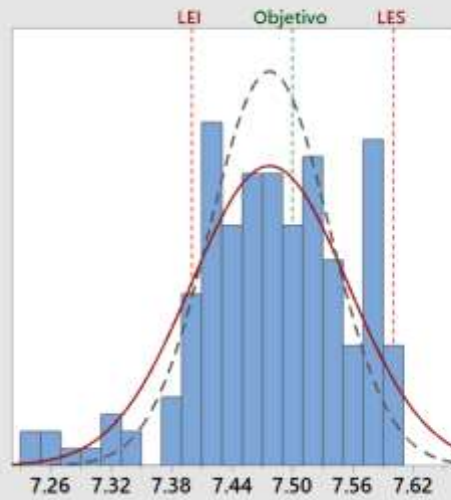
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	0.00	52857.77	67490.52
PPM > LES	0.00	40918.04	53937.75
PPM Total	0.00	93775.81	121428.27

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 10: Análisis de Capacidad CR4 Actual y Mejorado Cesto 7.5kg.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Actual 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.4
Objetivo	7.5
LES	7.6
Media de la muestra	7.47722
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0776958
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0590824



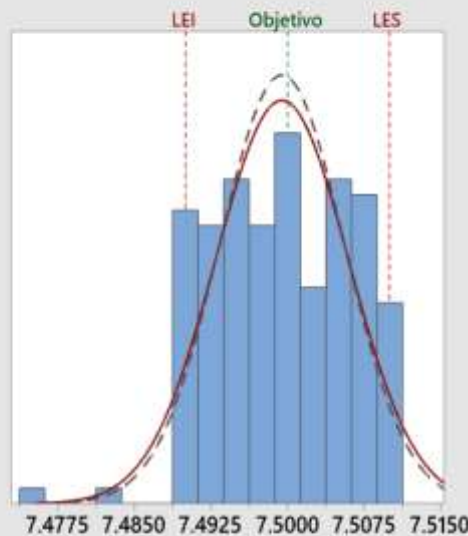
Capacidad largo plazo	
Pp	0.43
PPL	0.33
PPU	0.53
Ppk	0.33
Cpm	0.41
Capacidad corto plazo	
Cp	0.56
CPL	0.44
CPU	0.69
Cpk	0.44

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	100000.00	160149.11	95615.20
PPM > LES	0.00	57019.67	18847.60
PPM Total	100000.00	217168.78	114462.80

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Mejorado 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.49
Objetivo	7.5
LES	7.51
Media de la muestra	7.49946
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00649361
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00611125



Capacidad largo plazo	
Pp	0.51
PPL	0.49
PPU	0.54
Ppk	0.49
Cpm	0.51
Capacidad corto plazo	
Cp	0.55
CPL	0.52
CPU	0.57
Cpk	0.52

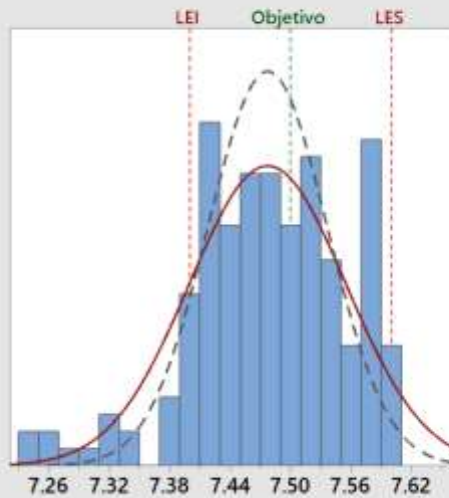
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	11764.71	72608.41	60838.59
PPM > LES	0.00	52260.93	42274.52
PPM Total	11764.71	124869.34	103113.12

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 11: Nivel Sigma CR4 Actual y Mejorado Cesto 7.5kg

Nivel Sigma Actual Tapas Rotas 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.4
Objetivo	7.5
LES	7.6
Media de la muestra	7.47722
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0776958
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0590824



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.78
Z.LEI	0.99
Z.LES	1.58
Ppk	0.33
Cpm	0.41

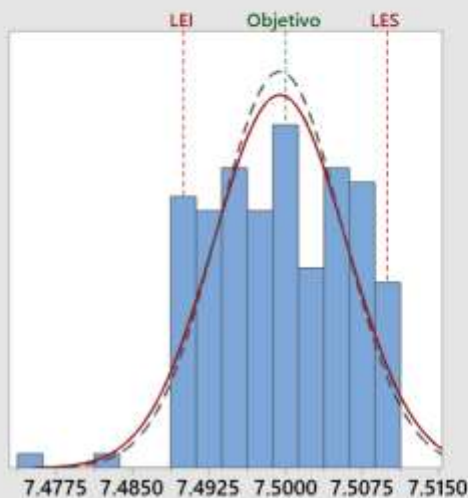
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.20
Z.LEI	1.31
Z.LES	2.08
Cpk	0.44

	Rendimiento		Rendimiento	
	Observado	Esperado	Esperado	Esperado
PPM < LEI	100000.00	160149.11	Largo plazo	95615.20
PPM > LES	0.00	57019.67	Corto plazo	18847.60
PPM Total	100000.00	217168.78		114462.80

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas Rotas 7.5kg

Procesar datos	
LEI	7.49
Objetivo	7.5
LES	7.51
Media de la muestra	7.49946
Número de muestra	170
Desv.Est. (Largo plazo)	0.00649361
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00611125



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	1.15
Z.LEI	1.46
Z.LES	1.62
Ppk	0.49
Cpm	0.51

Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.26
Z.LEI	1.55
Z.LES	1.72
Cpk	0.52

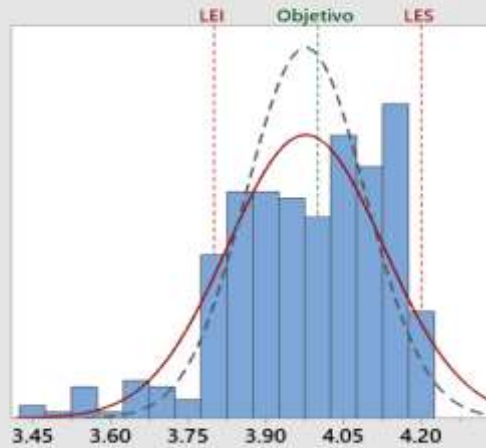
	Rendimiento		Rendimiento	
	Observado	Esperado	Esperado	Esperado
PPM < LEI	11764.71	72608.41	Largo plazo	60838.59
PPM > LES	0.00	52260.93	Corto plazo	42274.52
PPM Total	11764.71	124869.34		103113.12

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 12: Análisis de Capacidad CR4 Actual y Mejorado Cesto 4kg.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Actual 4kg

Procesar datos	
LEI	3.8
Objetivo	4
LES	4.2
Media de la muestra	3.97677
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.150525
Desv.Est. (Corto plazo)	0.115094



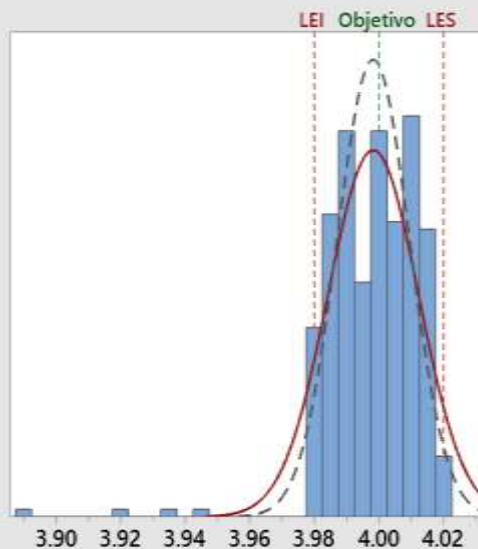
Capacidad largo plazo	
Pp	0.44
PPL	0.39
PPU	0.49
Ppk	0.39
Cpm	0.44
Capacidad corto plazo	
Cp	0.58
CPL	0.51
CPU	0.65
Cpk	0.51

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	73529.41	120124.60	62283.78
PPM > LES	0.00	69035.83	26217.75
PPM Total	73529.41	189160.43	88501.53

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Mejorado 4kg

Procesar datos	
LEI	3.98
Objetivo	4
LES	4.02
Media de la muestra	3.99823
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0139912
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0112215



Capacidad largo plazo	
Pp	0.48
PPL	0.43
PPU	0.52
Ppk	0.43
Cpm	0.47
Capacidad corto plazo	
Cp	0.59
CPL	0.54
CPU	0.65
Cpk	0.54

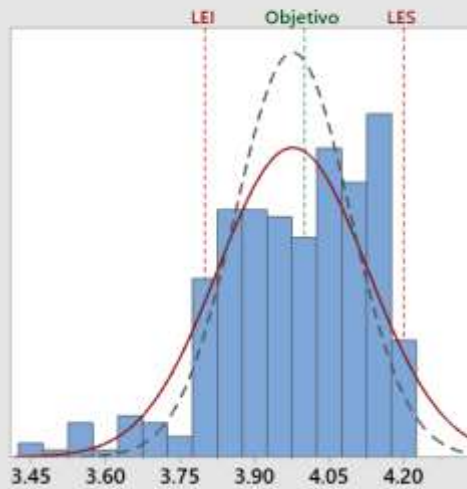
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	11764.71	96265.43	52105.34
PPM > LES	0.00	59876.86	26200.69
PPM Total	11764.71	156142.29	78306.04

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 13: Nivel Sigma CR4 Actual y Mejorado Cesto 4kg.

Nivel Sigma Actual Tapas Rotas 4kg

Procesar datos	
LEI	3.8
Objetivo	4
LES	4.2
Media de la muestra	3.97677
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.150525
Desv.Est. (Corto plazo)	0.115094



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.88
Z.LEI	1.17
Z.LES	1.48
Ppk	0.39
Cpm	0.44

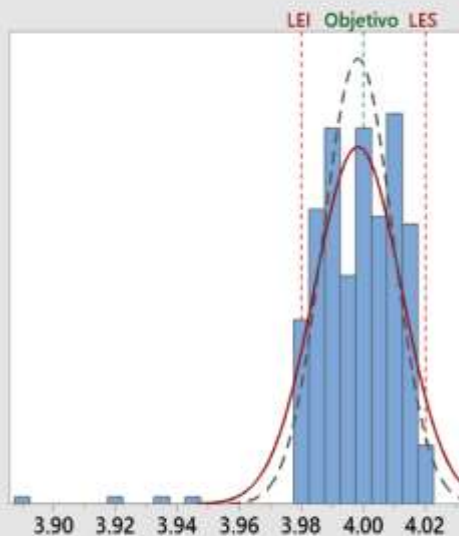
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.35
Z.LEI	1.54
Z.LES	1.94
Cpk	0.51

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	73529.41	120124.60	62283.78
PPM > LES	0.00	69035.83	26217.75
PPM Total	73529.41	189160.43	88501.53

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas Rotas 4kg

Procesar datos	
LEI	3.98
Objetivo	4
LES	4.02
Media de la muestra	3.99823
Número de muestra	340
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0139912
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0112215



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	1.01
Z.LEI	1.30
Z.LES	1.56
Ppk	0.43
Cpm	0.47

Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.42
Z.LEI	1.62
Z.LES	1.94
Cpk	0.54

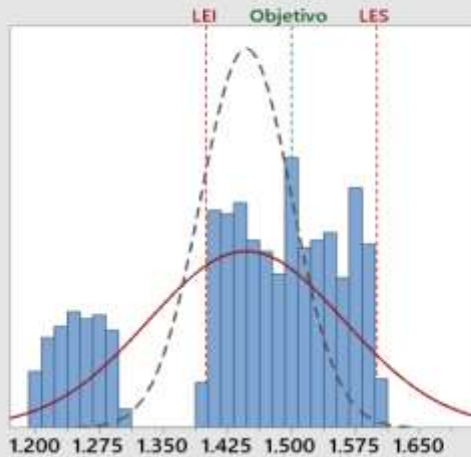
	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	11764.71	96265.43	52105.34
PPM > LES	0.00	59876.86	26200.69
PPM Total	11764.71	156142.29	78306.04

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 14: Análisis de Capacidad CR4 Actual y Mejorado Cesto 1.5kg.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Actual 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.4
Objetivo	1.5
LES	1.6
Media de la muestra	1.44709
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114445
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0532783



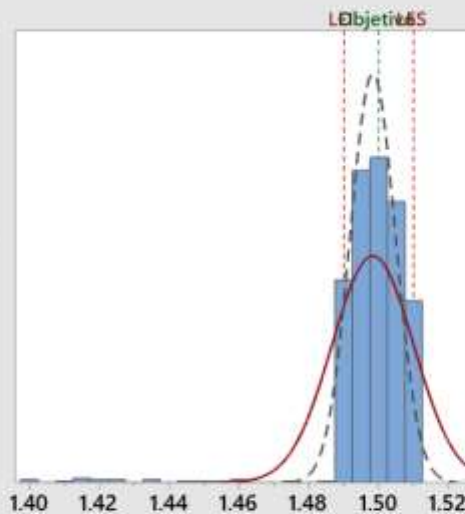
Capacidad largo plazo	
Pp	0.29
PPL	0.14
PPU	0.45
Ppk	0.14
Cpm	0.26
Capacidad corto plazo	
Cp	0.63
CPL	0.29
CPU	0.96
Cpk	0.29

	Observado	Rendimiento Esperado	
		Largo plazo	Corto plazo
PPM < LEI	207777.78	340370.05	188394.21
PPM > LES	0.00	90757.14	2052.06
PPM Total	207777.78	431127.20	190446.27

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Análisis de Capacidad Tapas Rotas Mejorado 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.49
Objetivo	1.5
LES	1.51
Media de la muestra	1.49832
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0117259
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00649757



Capacidad largo plazo	
Pp	0.28
PPL	0.24
PPU	0.33
Ppk	0.24
Cpm	0.28
Capacidad corto plazo	
Cp	0.51
CPL	0.43
CPU	0.60
Cpk	0.43

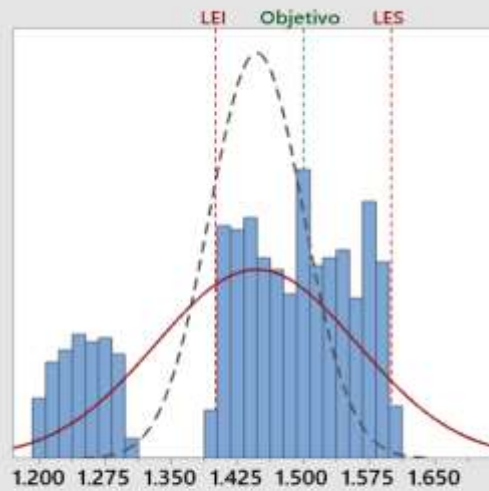
	Observado	Rendimiento Esperado	
		Largo plazo	Corto plazo
PPM < LEI	21111.11	239052.98	100248.40
PPM > LES	0.00	159557.81	36093.41
PPM Total	21111.11	398610.79	136341.81

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Anexo 15: Nivel Sigma CR4 Actual y Mejorado Cesto 1.5kg

Nivel Sigma Actual Tapas Rotas 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.4
Objetivo	1.5
LES	1.6
Media de la muestra	1.44709
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.114445
Desv.Est. (Corto plazo)	0.0532783



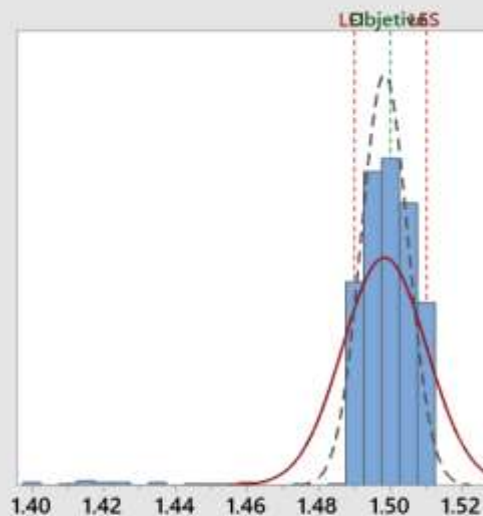
Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.17
Z.LEI	0.41
Z.LES	1.34
Ppk	0.14
Cpm	0.26
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	0.88
Z.LEI	0.88
Z.LES	2.87
Cpk	0.29

	Observado	Esperado	
		Largo plazo	Corto plazo
PPM < LEI	207777.78	340370.05	188394.21
PPM > LES	0.00	90757.14	2052.06
PPM Total	207777.78	431127.20	190446.27

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Nivel Sigma Mejorado Tapas Rotas 1.5kg

Procesar datos	
LEI	1.49
Objetivo	1.5
LES	1.51
Media de la muestra	1.49832
Número de muestra	900
Desv.Est. (Largo plazo)	0.0117259
Desv.Est. (Corto plazo)	0.00649757



Capacidad largo plazo	
Nivel Z	0.26
Z.LEI	0.71
Z.LES	1.00
Ppk	0.24
Cpm	0.28
Capacidad corto plazo	
Nivel Z	1.10
Z.LEI	1.28
Z.LES	1.80
Cpk	0.43

	Observado	Esperado	
		Largo plazo	Corto plazo
PPM < LEI	21111.11	239052.98	100248.40
PPM > LES	0.00	159557.81	36093.41
PPM Total	21111.11	398610.79	136341.81

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.