

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

SEDE HEREDIA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demasa en agosto de 2016”

Proyecto para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Estudiante: Andrés Esquivel Chavarría

Tutor: Ing. Jacqueline Brenes Granados

Setiembre, 2016

Dedicatoria

Inicialmente dedico este logro al único Dios verdadero, la honra y la gloria sean para él. Luego a mi padre, a mi madre, y sobre todo a mi esposa e hijos que son la razón de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios, antes que nada, quiero darte infinitas gracias por haber estado conmigo durante este largo y duro proceso universitario, por obsequiarme a través del ejemplo de mis padres, ese sentimiento de responsabilidad que me permitió no claudicar a medio camino sino concluir con éxito este proyecto, .

Hoy le doy infinitas gracias a mi Madre, porque sé todo el sacrificio que hizo para poder darme los estudios del colegio, que fue un pilar para mí.

Gracias a Yohanna, mi querida pareja, por todo su apoyo durante este proceso y por darme una hija tan hermosa como Lía.

A todos mis amigos, sin mencionar nombres para no omitir ninguno, que durante todo este proceso me han estado apoyando, motivando y dando el aliento necesario para no desistir en el logro de este gran objetivo de vida.

Índice de contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1 Introducción	2
1.2 Reseña histórica.	2
1.3 Breve descripción de la empresa	5
1.4 Organización de la empresa	5
1.5 Descripción de procesos	6
1.6 Definición del problema	7
1.7 Justificación del proyecto	8
1.8 Objetivos	13
1.8.1 Objetivo general	13
1.8.2 Objetivos específicos	13
1.9 Alcances y limitaciones	13
1.9.1 Alcances	14
1.9.2 Limitaciones	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 Marco conceptual general	17
2.1.1 Principios de Operación	17
2.1.2 Pulido por Abrasión (vertical)	17
2.1.3 Pulido por Fricción	18
2.1.4 Antecedentes históricos del arroz	19
2.1.5 CONARROZ	22
2.1.6 Comercialización y valorización del arroz	22
2.1.7 Proceso de molinería de arroz	22

2.1.8 Productos y subproductos del arroz _____	23
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto _____	23
2.2.1 Metodología DMAIC _____	23
2.2.2 Herramientas de Análisis del Proceso _____	25
2.2.3 Árbol de características críticas CPC o CTQ _____	25
2.2.4 Diagrama de flujo del proceso _____	26
2.2.5 Lluvia de ideas _____	27
2.2.6 Diagrama de Pareto _____	28
2.2.7 Diagrama de causa y efecto _____	28
2.2.8 Recolección de datos _____	29
2.2.9 Diseño de experimentos factoriales _____	30
2.2.10 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) _____	30
2.2.11 Mantenimiento correctivo y preventivo _____	30
2.2.12 Diagrama de Gantt _____	31
2.2.13 Gráficos de control _____	31
2.2.14 Sigma del proceso _____	31
2.2.15 Análisis financiero _____	32
2.3 El marco conceptual referente al impacto del proyecto _____	32
2.3.1 Enfoque del proyecto _____	33
2.3.2 Rentabilidad de las industrias a arroceras _____	33
2.3.3 Mecanismo de valoración para los componentes de rendimiento: _____	34
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes _____	34
2.4.1 Zaccaria _____	34
2.4.2 Medición del comportamiento actual del proceso _____	35
2.4.3 Análisis de la materia prima _____	35
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO _____	36
3.1 Metodología para la definición del problema _____	38
3.2 Metodología para la medición y respaldo cuantitativo del proyecto _____	39

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio _____	41
3.4 Metodología para la implementación de prueba piloto y seguimiento para la implementación _____	43
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados _____	44
CAPITULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS. _____	46
4.1 Árbol de características críticas para la calidad _____	47
4.2 Descripción del proceso de molino _____	1
4.3 Tormenta o lluvia de ideas _____	11
4.4 Diagrama de Causa y efecto _____	13
4.4.1 Valorización de las ideas seleccionadas como posibles _____	14
4.4.2 Diagrama de Pareto _____	14
4.5 Etapas de trabajo inadecuadas _____	15
4.5.1 Sistema de operación actual dos etapas (Pulidor abrasivo 8 y pulidores de fricción (5 y 6) _____	15
4.6 Rendimiento de planta histórico _____	20
4.7 Falta de repuestos en stock _____	21
4.8 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) Inicial _____	21
4.9 Conclusiones _____	25
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN. _____	27
5.1 Etapas de trabajo inadecuadas _____	28
5.2 Ajustes del sistema de pulimiento _____	29
5.3 Refacción de los pulidores _____	30

5.4 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) final _____	32
5.5 Rutina de mantenimiento _____	32
5.6 Diagrama de Gantt _____	32
5.7 Mantenimiento preventivo de los pulidores _____	33
5.8 Cálculo NPR _____	33
5.9 Optimización de las etapas de trabajo 1, 2 y 3 del sistema pulido, nuevo modelo _____	35
5.9.1 Experimento factorial Etapa 1 (Pulidor abrasivo # 8) _____	36
5.9.2 Experimento factorial Etapa 2 (Pulidor abrasivo # 7) _____	38
_____	41
5.9.3 Experimento factorial Etapa 3 (Pulidor fricción # 6) _____	41
5.9.4 Experimento Etapa 3 (Pulidor fricción # 5). _____	43
5.10 Experimento Factorial Modelo de trabajo en tres etapas (Etapa 1 / Pulidor 8), (Etapa 2 / Pulidor 7) y Etapa 3 / Pulidores 5 y 6) _____	46
5.10.1 Sigma del grado de blancura (GB) en tres etapas _____	47
5.10.2 Sigma del grano quebrado (Q) en tres etapas _____	50
5.10.3 Rendimiento de planta en tres etapas _____	53
5.10.4 Cálculo de ahorro para el mes de abril 2016 (Tres Etapas de Pulido) _____	55
5.11 Modelo de trabajo en dos etapas (Etapa 1 / Pulidor 8) y (Etapa 3 / Pulidores 5 y 6) _____	56
5.11.1 Sigma del grado de blancura (GB) en dos etapas _____	57
5.11.2 Sigma del grano quebrado (Q) en dos etapas _____	59
5.11.3 Rendimiento de planta en dos etapas _____	62
5.11.4 Cálculo de ahorro para el mes de mayo 2016 (Dos Etapas de Pulido) _____	63
5.12 Tabla resumen de ambas etapas. _____	64
5.13 Diagrama de flujo mejorado _____	66

5.14 Gráficos de control del modelo en tres etapas, puesto en marcha_____	66
5.14.1 Control para la variable de quebrado _____	67
5.14.2 Control para la variable de GB _____	68
5.15 Flujos de ahorros del proyecto indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demasa_____	69
5.15.1 Mes de junio 2016_____	69
5.15.2 Mes de julio 2016 _____	69
5.15.3 Mes de agosto 2016 _____	69
5.15.4 Indicadores de rendimiento modelos tres etapas. _____	70
5.15.5 Seguimiento del proyecto aumento del indicador de rendimiento de planta para granza nacional _____	70
5.16 Análisis financiero del proyecto _____	71
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. _____	74
6.1 Conclusiones. _____	75
6.2 Recomendaciones. _____	76
Bibliografía _____	78
Apéndice (s) _____	¡Error! Marcador no definido.
Glosario _____	81
Anexos _____	82
Anexo N°1. La declaración jurada _____	83
Anexo N°2. Carta del tutor _____	84
Anexo N°3. Carta del lector _____	85
Anexo N°4. Carta del filólogo _____	86
Anexo N°5. Portada y carátula del cd de tesis _____	87
Anexo N°6. Reporte SAP del mantenimiento preventivo de los pulidores _____	88

Anexo N°6. Formato de rutina mantenimiento preventivo de los pulidores _____	89
Anexo N°7. Control del proceso de pulido _____	10
Anexo N°9. Equipo de medición del grado de blancura. _____	11
Anexo N°10. Cálculo de ahorro mes de junio 2016. _____	12
Anexo N°11. Cálculo de ahorro mes de julio 2016. _____	13
Anexo N°12. Cálculo de ahorro mes de agosto 2016. _____	14
Anexo N°13. Base de datos de seguimiento del proyecto. _____	15
Anexo N°14. Consumo de granza abril 2016. _____	16
Anexo N°15. Consumo de granza mayo 2016. _____	17
Anexo N°16. Consumo de granza junio 2016. _____	18
Anexo N°17. Consumo de granza julio 2016. _____	19
Anexo N°18. Consumo de granza agosto 2016. _____	20
Anexo N° 19. Diagrama de Gantt de los pulidores. _____	21
Anexo N° 20. Procedimiento del mantenimiento de los pulidores. _____	22
Anexo N°21. Listas de chequeo de operarios del molino. _____	23

Índice de Gráficos y Esquemas

Gráfico 1. Consuno de granza último semestre 2015.	10
Gráfico 2. Rendimiento de planta, último semestre 2015.	10
Gráfico 3. Quebrado del proceso, último semestre 2015.	11
Gráfico 4. Grado de blancura, último semestre 2015.	12
Gráfico 5. Diagrama de flujo actual.	10
Gráfico 6. Diagrama Causa - Efecto.	13
Gráfico 7. Comportamiento del quebrado en el molino.	17
Gráfico 8. Comportamiento del grado de blancura.	19
Gráfico 9. Historial de rendimiento de planta.	20
Gráfico 10. NPR Inicial.	24
Gráfico 11. NPR Final.	34
Gráfico 12. Diseño factorial completo Pulidor #8.	37
Gráfico 13. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #8	37
Gráfico 14. Optimización Pulidor #8.	38
Gráfico 15. Optimización Pulidor #7.	41
Gráfico 16. Diseño factorial completo Pulidor #6.	42
Gráfico 17. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #6.	42
Gráfico 18. Optimización Pulidor #6.	43
Gráfico 19. Diseño factorial completo Pulidor #5.	44
Gráfico 20. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #5	44
Gráfico 21. Optimización del Pulidor #5.	45
Gráfico 22. Diagrama de flujo mejorado.	66
Gráfico 23. Comportamiento del quebrado tres etapas.	67
Gráfico 24. Comportamiento del GB en tres etapas.	68
Gráfico 26. Rendimiento de puesta en marcha del proyecto.	70
Gráfico 27. Seguimiento al proyecto.	71

Índice de tablas.

Tabla 1. Componentes de rendimiento. _____	34
Tabla 2. Bases de medición del MEIC _____	34
Tabla 3. Metodología empleada para la definición del problema _____	38
Tabla 4. Metodología etapa de diagnóstico y respaldo cuantitativo del proyecto. _	40
Tabla 5. Metodología de implementación y seguimiento. _____	44
Tabla 6. Comportamiento del quebrado. _____	17
Tabla 7. Comportamiento del Grado de Blancura. _____	18
Tabla 8. Tabla del rendimiento histórico de la planta. _____	20
Tabla 9. Valoración de la Gravedad. _____	22
Tabla 10. Valoración de la Aparición. _____	23
Tabla 11. Valoración de la Detección _____	23
Tabla 12. Cálculo del NPR inicial. _____	24
Tabla 13. Sistema de Pulido. _____	29
Tabla 14. Listado de refacción de los pulidores, primera parte. _____	31
Tabla 15. Listado de refacción de los pulidores, segunda parte. _____	31
Tabla 16. Cálculo del NPR final. _____	34
Tabla 17. Parámetros de operación del sistema abrasivo. _____	36
Tabla 18. Estandarización del pulido. _____	46
Tabla 19. Sigma del grado de blancura abril 2016. _____	50
Tabla 20. Sigma del grano quebrado abril 2016. _____	53
Tabla 21. Indicadores abril 2016. _____	54
Tabla 22. Cálculo del ahorro abril 2016. _____	56
Tabla 23. Sigma del grado de blancura del grano. _____	59

Tabla 24. Sigma del grano quebrado mayo 2016. _____	62
Tabla 25. Indicadores mayo 2016. _____	62
Tabla 26. Cálculo del ahorro mayo 2016. _____	64
Tabla 27. Resumen de ambas etapas de prueba. _____	65
Tabla 28. Control del quebrado en tres etapas. _____	67
Tabla 29. Control del grado de blancura en tres etapas. _____	68
Tabla 30. Indicadores del mes de junio 2016. _____	69
Tabla 31. Indicadores del mes de julio 2016. _____	69
Tabla 32. Indicadores del mes de agosto 2016. _____	69
Tabla 33. Seguimiento de flujos de ahorros. _____	70
Tabla 34. Cálculo del consumo de electricidad pulidor #7 _____	72
Tabla 35. Cálculo del VAN. _____	73

Índice de Figuras.

Figura 1. Organigrama de Demasa-Arroz	6
Figura 2. Pulido método abrasivo.	18
Figura 3. Pulido método fricción.....	18
Figura 4. Modelo de una planta de arroz.	20
Figura 5. Modelo DMAIC.	24
Figura 6. Simbología diagrama de flujo.....	27
Figura 7. Ejemplo de gráfica de pareto.	28
Figura 8. Ejemplo de diagrama causa - efecto.....	29
Figura 9. Etapas modelo DMAIC.	37
Figura 10. Árbol CPC.....	48

Resumen.

El cambio en la situación económica que experimentan las empresas arroceras hoy en día, con las normas regulatorias que impone el gobierno costarricense, incide directamente en los precios de la canasta básica. Los métodos de compra, la complejidad de las variedades de arroz, el tiempo de siembra en el campo, el costo de la mano de obra y los constantes controles a los cuales son sometidas estas industrias, son puntos de enfoque que deben tomar en cuenta para mejorar su rentabilidad, buscando opciones de ahorro-eficiencia en la parte técnica del proceso y en el aprovechamiento de la materia prima en todo el proceso productivo.

Con el apoyo del equipo de trabajo conformado por personal del proceso, que cuenta con una gran experiencia mediante lluvia de ideas y utilizando un diagrama de causa efecto, se evalúan las necesidades y oportunidades que existen para determinar propuestas de mejora. Se profundiza en él análisis de los equipos, evaluando los parámetros de operación con el fin de obtener un equilibrio, donde la cantidad de materia prima procesada genere un incremento significativo en el rendimiento de planta (RP), el índice de pilada (IP) y así la reducción de granos partidos (Q).

En el diagnóstico se identificaron dos causas significativas:

1. En el proceso no se tenía claro el modelo de operación en el cual los equipos dieran los mejores resultados en el indicador de rendimiento de planta.
2. Los equipos no estaban bajo un régimen de mantenimiento preventivo claramente establecido, lo cual ocasionaba que en bodega no existieran repuestos en stock para garantizar la operación de cada uno de éstos.

Con base en el análisis de causas validado por el equipo de trabajo, se refaccionó a todos los pulidores para mejorar su desempeño, para lo cual se tuvo una inversión inicial de **₡14,579,201.37** por lograr una adecuada operación e iniciar con el proceso de optimización de las variables que afectan el pulido.

Se aplican análisis factoriales para encontrar el punto óptimo de operación de cada uno de los pulidores, con el fin de conocer sus capacidades máximas

de rendimiento y poder percibir los factores que más interactúan en las variables de salida que presenta el proceso, de tal manera que el resultado en el rendimiento no fuera determinado por la refacción de los equipos, si no, que obedezca a un mejor manejo de estas variables y un modelo de trabajo.

Una vez que se tienen los pulidores refaccionados, se hace una optimización del proceso por medio de un experimento factorial que nos permite encontrar el punto óptimo de operación de cada pulidor. Se procede a comparar el modelo de trabajo tradicional (dos etapas de pulido) versus el modelo propuesto tres etapas de pulido.

De acuerdo con los análisis de resultados, se obtuvo que las mejoras en la puesta en marcha del nuevo modelo de trabajo en tres etapas es más eficiente, ya que presentó un ahorro sustancial de \$ 81,897 en la prueba piloto realizada en abril, que supera la inversión inicial.

Finalmente se concluye que el aumento del indicador de rendimiento es efectivo y tangible, demostrado en los meses posteriores de junio, julio y agosto, entre los cuales en total se obtiene un ahorro de \$264,119.96, y se puede considerar que es sostenible en el tiempo.

Se recomienda como principales acciones a considerar :

- Seguir el plan de mantenimiento sugerido.
- Debe permanecer en la planta una persona que se dedique específicamente a controlar y monitorear los puntos críticos de este proceso, con el fin de mantener notificadas las desviaciones que se presenten.
 - Se ha de capacitar al personal del proceso y del departamento de calidad en escuelas de molinerías que brindan los fabricantes industriales de este grano, tanto dentro como fuera del país, con el fin de que adquieran conocimientos técnicos y tácticos del manejo de un molino de arroz.
 - Establecer equipos de mejora en los procesos para analizar problemas con el fin de encontrar soluciones que impacten.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El presente proyecto plantea una propuesta para un aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional, el cual se desarrollará en DEMASA División Arroz, ubicada en Parrita, que permita a la empresa mejorar sus utilidades.

En los últimos años la empresa se ha visto afectada significativamente en este indicador, ya que la materia prima procesada no ha logrado aumentar lo suficiente para bajar el costo de la compra, el objetivo es que la empresa se enfoque en el proceso productivo donde se transforma la materia prima y logre sacar el mayor provecho a este producto y así obtener un ahorro a la hora de procesar granza de origen nacional.

1.2 Reseña histórica

GRUMA (Grupo Maseca) inició sus actividades en 1949 en el Estado de Nuevo León, México, con la idea de facilitar la elaboración manual de tortillas de maíz. En esencia se buscaba dar respuesta al problema de conservación de la masa de nixtamal, ya que en pocas horas resultaba inadecuada para el consumo humano por la rapidez con la que iniciaba su descomposición.

Una de las ventajas de introducir al mercado la harina de maíz nixtamalizado era justamente que se podía conservar el producto en buen estado por largos períodos de tiempo y se evitaba además el proceso cotidiano de obtener la masa tradicional a partir de maíz, cal y agua. La gente fácilmente podía preparar la masa para hacer sus tortillas con sólo mezclar MASECA y agua.

De este modo, superando las carencias técnicas de aquellos días, GRUMA, S.A inició hace más de 50 años la producción de harina de maíz en un pequeño molino, y comenzó desde entonces un largo camino para desarrollar tecnología propia con la convicción de que era el principio de una gran industria.

Es el líder indiscutible en la producción de tortillas y harina de maíz a nivel mundial. Actualmente tiene operaciones en Estados Unidos, Europa, México,

Asia, Centroamérica y Venezuela. Su liderazgo tecnológico le ha permitido lograr una integración vertical en la cadena maíz-harina-masa-tortilla, lo cual le representa ventajas competitivas importantes difíciles de igualar. Las ventajas competitivas permitieron que la empresa no sólo se desarrollara en México, sino permitieron que trascendiera con gran éxito a los mercados internacionales.

En 1976 llegó a Estados Unidos, logrando desde entonces un crecimiento sostenido en ventas, lo que le ha permitido convertirse en líder mundial en la producción de tortillas y harina de maíz.

En 1987 expandió sus operaciones en el sur de la frontera de México, instalando plantas en Honduras, en El Salvador y Guatemala en 1993. Posteriormente, en 1994, inició operaciones en Venezuela y en un hecho significativo para la Compañía, inició operaciones su primera planta de tortillas en Europa. Adicionalmente ha incursionado con gran éxito en el negocio de harina de trigo en México, Costa Rica y Venezuela.

En el año 1972, inicia sus operaciones en Costa Rica, a través de una solicitud del Gobierno costarricense, incursionando en el negocio de harina de maíz, al ser Tortiricas, el primer producto en lanzarse al mercado nacional. Posterior a esto, GRUMA inicia su diversificación de productos y entra en el negocio de arroz, en el año 1976 e inicia con el negocio de palmito en el año 1980.

En la actualidad es la empresa global de alimentos, orgullosamente mexicana, líder en la producción de harina de maíz y tortilla, a nivel mundial. Con marcas líderes en la mayoría de sus mercados, cuenta con 99 plantas y presencia, en más de 100 países, con más de 20 mil empleados.

DEMASA División Arroz, en la actualidad es una empresa que se dedica a la producción y comercialización del arroz en Costa Rica. Este negocio inició con alquileres de terrenos para sembrar sus propios campos, producir el arroz y luego procesarlo. La empresa, debido a los factores climáticos, se dio cuenta que esta forma era más riesgosa; por lo tanto, incursiona en un nuevo mercado, que fue el de incentivar el cultivo de arroz, mediante los agricultores locales.

Este plan de incentivos consiste en financiar el cultivo de arroz, al brindarle asesoría técnica al agricultor y comprarle su cosecha total.

El mercado meta de la empresa se extiende a toda la población costarricense, ya que produce y comercializa uno de los productos que más demanda tiene a nivel nacional, al ofrecer distintas marcas y tipos de arroz, al consumidor.

Misión

En Gruma Centroamérica, producimos y comercializamos productos alimenticios de calidad superior e inocua, que satisfacen las necesidades de nuestros consumidores y clientes, contribuyendo al logro de nuestro reto de ser continuamente rentables y reconocidos entre las empresas líderes de la región.

Comprometidos con la mejora continua en eficiencia y productividad de nuestros procesos y servicios, cumpliendo los requisitos de los consumidores, clientes y legales, enfocados en prevenir la contaminación.

Visión

Ser una empresa continuamente rentable, reconocida entre los líderes de la región, que ofrece a los consumidores, productos alimenticios innovadores, construyendo en ellos y en nuestras gente, lealtad, a través de nuestras marcas.

Valores:

- Un Equipo: que hace crecer a nuestra gente y produce resultados.
- Liderazgo: Con innovación y creatividad.
- Buscamos la excelencia, en todo lo que hacemos.
- Marcas líderes que generan valor.

1.3 Breve descripción de la empresa

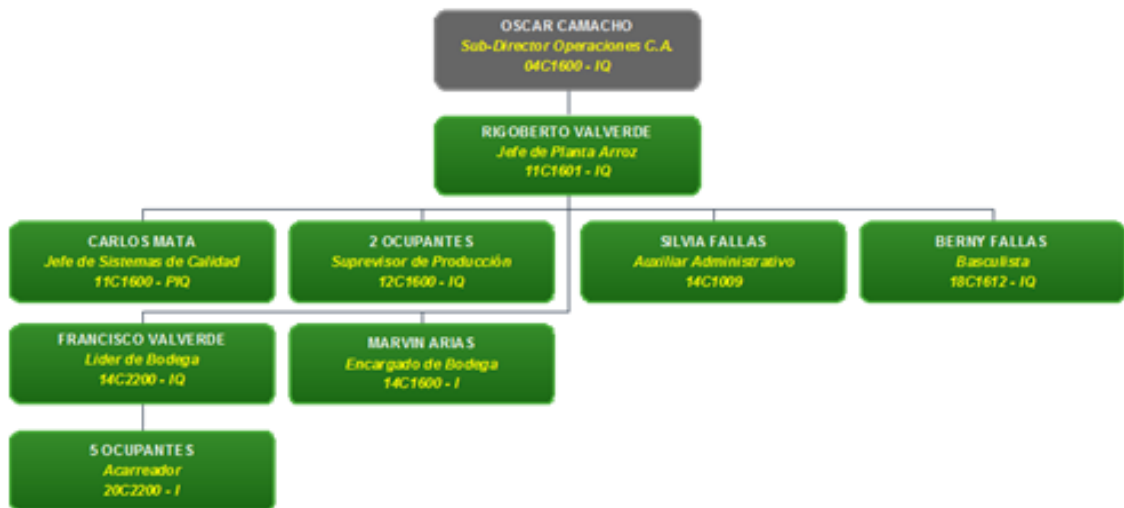
DEMASA División Arroz, en la actualidad, es una empresa que se dedica a la producción y comercialización del arroz en Costa Rica.

Se inicia este negocio, con alquileres de terrenos para sembrar sus propios campos, producir el arroz y luego procesarlo. La empresa, sin embargo, debido a los factores climáticos, considera que esta forma, es más riesgosa; por lo tanto, incursiona en un nuevo mercado que consiste en incentivar el cultivo de arroz, mediante los agricultores locales. Este plan de incentivos consiste en financiar el cultivo de arroz, brindarle asesoría técnica al agricultor y comprarle su cosecha total.

En vista a la alta demanda de este producto y la necesidad de conservar esta materia prima con un inventario de cinco a seis meses como mínimo, hace que se vuelva un producto muy costoso de manejar y a esto se le suma el incremento del precio de la materia prima año con año, notablemente la empresa se ve en la necesidad de reducir los costos de operación específicamente los variables.

1.4 Organización de la empresa

Demasa División Arroz cuenta con un total de ochenta empleados, donde es manejada por un director de operaciones, un subdirector de operaciones, un jefe de planta, jefe sistema de calidad, supervisores y operarios.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos

Figura 1. Organigrama de DEMASA-ARROZ.

La empresa extiende su mercado a toda la población costarricense, ya que produce y comercializa uno de los productos que más demanda tiene a nivel nacional y además es un producto de la Canasta Básica, al ofrecer distintas marcas y tipos de arroz al consumidor.

1.5 Descripción de procesos

Planta dedicada a la elaboración y comercialización de productos alimenticios a base de arroz, la cual cuenta con seis áreas de trabajo:

1. Recibo de granza: Se encarga de recibir toda la granza y descarga del grano proveniente del campo en camiones de 20 a 24 toneladas métricas, aquí se separa la impureza gruesa que viene del campo
2. Acondicionamiento: Esta área se encarga de sacar todas las impurezas y polvo de menor tamaño del grano y también de bajar la humedad del grano a los niveles aceptables de conservación que oscila entre.

3. Conservación: Esta área se encarga de conservar y almacenar el grano para que se mantenga en las mejores condiciones de calidad e inocuidad.
4. Molino: En esta área es donde empieza la transformación del grano y donde el proceso busca sacar la mayor utilidad posible a la materia prima procesada.
5. Empaque: Es el área de fardo final y donde se entrega a bodega de producto terminado en producto embolsado y acomodado en tarimas.
6. Bodega de producto terminado: Se encarga de despachar las producciones del día a las bodegas del CEDI.

1.6 Definición del problema

La empresa DEMASA División Arroz ha venido creciendo en sus costos fijos, la cual tiene una proyección de crecimiento anual en el costo de la materia prima de un dos por ciento sobre el precio, según CONARROZ (Reglamento Interno del Mecanismo para la valoración del arroz en Granza pág. 2011). A esto se le suma que, por el modelo de costo que presenta el negocio, un ochenta y cinco por ciento de los costos fijos corresponde a la compra de la materia prima (Granza), que está sujeto a las regulaciones constantes por parte del gobierno.

Por lo anterior se hace necesario optimizar las variables del proceso de pulido que afecta el rendimiento de planta (RP), lo cual impacta de forma directa el margen de utilidad al negocio, enfocándose principalmente en el aprovechamiento de la materia prima en el proceso productivo para disminuir costos. Es necesario trabajar los indicadores de rendimiento de la planta específicamente en el proceso de molienda. En este existen dos puntos críticos como lo son: el descascarado y el pulido del grano, este último es el de mayor impacto a la hora del procesamiento debido a que en esta parte el grano sufre la transformación, cuando se desprende el endospermo, aquí es sometido a diferentes factores como la fricción, presión, flujo y tiempo, esto hace que el

grano entre en fatiga y tiende a generar más granos quebrados lo cual baja el indicador de rendimiento.

La empresa DEMASA considera este proyecto una oportunidad, ya que se han hecho proyectos importantes en otras áreas como en el secado del grano, pero este punto crítico que determina el rendimiento de planta no se ha analizado a profundidad, lo que implica determinar las variables que impacten el proceso, con el fin de tenerlas controladas.

Como método de búsqueda de soluciones aptas a la problemática planteada en DEMASA División Arroz, se ha llegado a la formulación de las siguientes interrogantes :

- ¿Cómo mejorar el rendimiento del Área de Molino de DEMASA División Arroz, con base en la optimización de los métodos de trabajo, capacidades de máquinas y mejoras en los controles y manuales de los equipos?
- ¿Se puede determinar los Flujos de las máquinas en la actualidad, ya que con el tiempo pierden capacidad productiva esto en el Área de Molino de DEMASA División Arroz?
- ¿Cómo diferenciar entre producción y productividad, en DEMASA División Arroz?, ¿Existe una normalización de datos?
- ¿Qué tanto de masa blanca genera el proceso de molienda de la granza, en la actualidad, en DEMASA División Arroz, específicamente, en el pulimiento?
- En síntesis, el problema de la investigación se puede expresar mediante la siguiente pregunta ¿Cómo optimizar el proceso de pulido del área de molino de DEMASA División Arroz para generar el aumento del Indicador de Rendimiento de Planta (RP)? Midiendo las variables que afectan el proceso que son; presión y flujo.

1.7 Justificación del proyecto

Actualmente la empresa no tiene injerencia en el precio de compra de la materia prima, ya que el mismo es regulado por el gobierno, sin tomar en

cuenta los costos de operación de la industria. La empresa espera un incremento de sobre precio de un dos por ciento para el año 2016, al ser este un producto de la canasta básica tiende a incrementar las ventas anuales obligando a la empresa a la compra de grandes cantidades de materia prima para solventar el desabasto, incurriendo en el costo del manejo de conservación y todo lo que esto conlleva (fumigaciones, aireaciones, refrigeraciones, alquileres de centros externos, fletes) esto se vuelve un manejo caro para DEMASA División Arroz.

La empresa tiene como objetivo aumentar el indicador de rendimiento de planta en el cual la materia prima se transforma y se obtiene la masa blanca, específicamente en el procesamiento del arroz de origen nacional, con la finalidad de ahorrar en el consumo de ésta materia prima que permita bajar los costos variables.

Las variables de grado de blancura (GB) y quebrado (Q) que afectan la operación, han demostrado un comportamiento de tendencia que no está cumpliendo con el estándar o la referencia del laboratorio para el último período del año 2015. Por lo tanto se ha establecido un área de oportunidad a nivel de los principales indicadores del proceso (índice de pilada (IP), grado de blancura (GB), grado de pulido (GP), grano quebrado (GQ)), donde se requiere la medición y control del proceso para el seguimiento a las variables que lo impactan .

A continuación se muestran gráficos de comportamiento del último semestre del año 2015 para los diferentes indicadores de la planta, iniciando con el volumen de granza consumido durante este período.

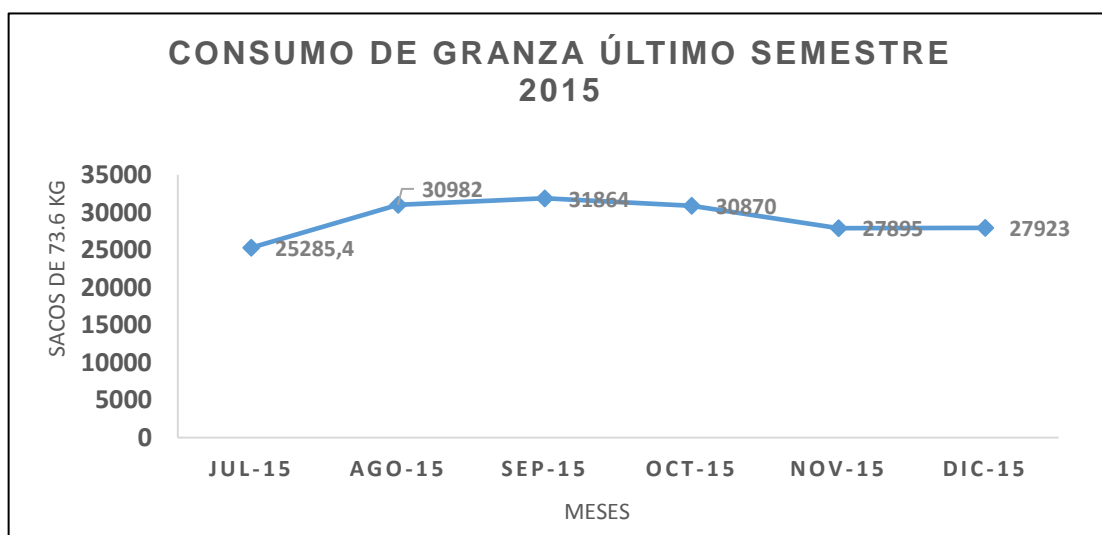


Gráfico 1. Consuno de granza último semestre 2015.

Como se observa en el gráfico N°1 sobre consumo de granza, se muestra lo que se ha procesado de granza para cumplir con el plan de producción, este consumo se basa en un plan ya definido que realiza el departamento de planeación.

Fuente: Jefe de planta.

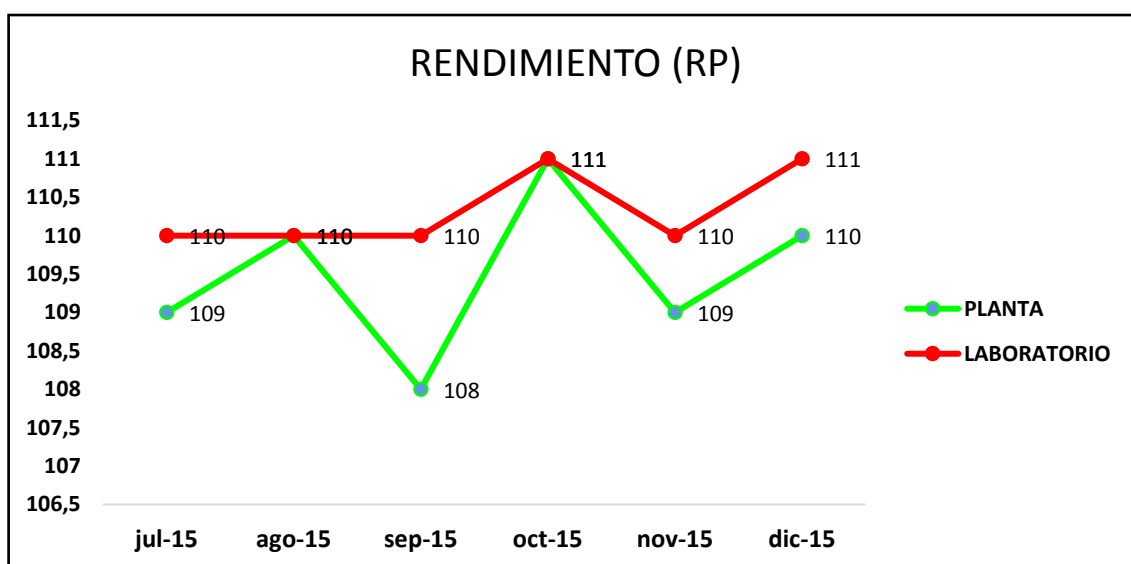


Gráfico 2. Rendimiento de planta, último semestre 2015.

Fuente: Jefe de planta.

Como se observa en el gráfico N°2, el indicador de rendimiento de planta (RP) está por debajo de lo que referencia el laboratorio en los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre del 2015, lo ideal en este caso es que se encuentre igual o por encima de lo que establece el laboratorio. Para este caso no existe un estándar específico, es decir, este rendimiento de planta es obtenido tomando la cantidad de arroz blanco en quintales obtenido del proceso y dividiéndolo entre el total de sacos consumidos, el cual se va

haciendo un acumulado día con día para ir determinando este valor. Para este caso aplica la siguiente fórmula.

$$RP = \frac{\text{MASA BLANCA}}{\text{TOTAL DE SACOS}}$$

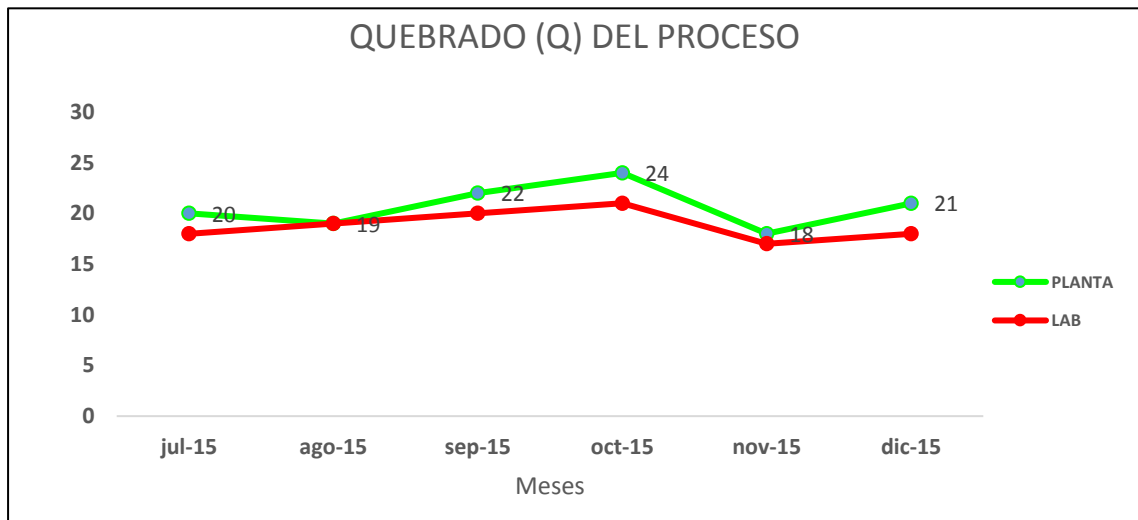


Gráfico 3. Quebrado del proceso, último semestre 2015.

Fuente: Jefe de planta

En el gráfico N°3 se muestra el indicador de quebrado donde se observa un incremento, para este caso lo ideal es que el proceso no quiebre más que la referencia del laboratorio, la referencia en este caso es el dato resultante de una muestra de granza analizada con los equipos de laboratorio que realizan una simulación del proceso, el dato del laboratorio depende mucho de la variedad del grano y que tan eficiente fue el proceso de secado. El laboratorio hace una análisis de la granza a proceso diaria y lleva un consolidado de los datos diariamente, para esto toma muestra del proceso en cada turno para comparar los datos, lo ideal en este caso es que los números se encuentren similares, es decir, al valor de referencia de quebrado y grado de blancura brindados por el laboratorio.

Lo que se indica claramente con el gráfico N°3 es que los datos del proceso no están siendo congruentes de acuerdo con su referencia, lo que evidencia que el proceso no está siendo debidamente controlado.

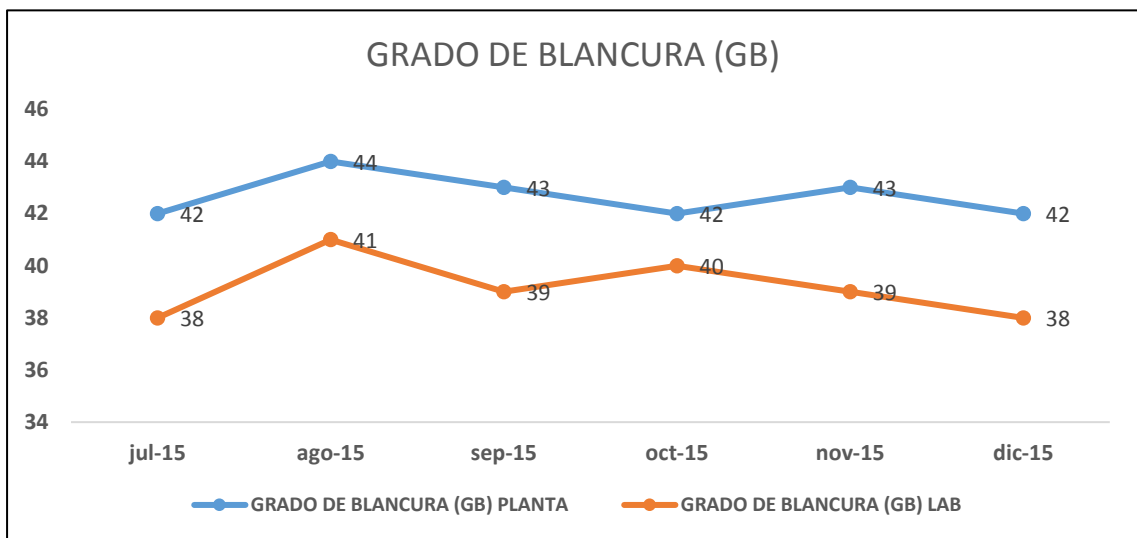


Gráfico 4. Grado de blancura. último semestre 2015.

Fuente: Jefe de planta

En el gráfico N°4 se muestra el comportamiento que ha tenido la blancura de acuerdo con la operación actual, se observa que los valores obtenidos están sobre la referencia del laboratorio, por lo tanto significa que se está produciendo más semolina afectando directamente al rendimiento de la planta, esto evidencia poco control en las variables de salida que tiene el proceso.

Teniendo en cuenta que al no cumplir con estos indicadores planta, se tiene la necesidad de acrecentar el consumo de materia prima para aumentar el rendimiento y lograr el cumplimiento del plan del mes, por este tema se ven afectadas las áreas de acondicionamiento y conservación de la materia prima y el departamento de abastecimiento que tiene que buscar la forma de proveer la cantidad requerida para el proceso y tener conservado lo suficiente para suplir la demanda].

Además, con este proyecto se pretende optimizar los métodos de trabajo, las capacidades de las máquinas y el control del proceso, determinando cuales operaciones no son productivas y cuál es el mejor modelo de trabajo en las líneas de pulimiento.

1.8 Objetivos

1.8.1 Objetivo general

Aumentar el indicador de rendimiento de planta en el procesamiento de arroz de origen nacional, a través de propuestas de mejora en los métodos de trabajo y equipos del proceso de pulido para la empresa Demasa División Arroz para el período de abril a agosto del 2016”

1.8.2 Objetivos específicos

A continuación se hace mención de los objetivos específicos que se van a utilizar para el desarrollo del proyecto.

1. Realizar un diagnóstico en el área de molino de DEMASA División Arroz para identificar en que segmento del proceso se controla el indicador de rendimiento de planta.
2. Determinar oportunidades de mejora en los métodos de trabajo y equipos que puedan impactar el rendimiento en planta en el procesamiento de arroz del Área de Molino de DEMASA División Arroz.
3. Desarrollar propuestas a la empresa Demasa División arroz para mejorar el proceso de pulido con base en las variables de entrada y salida detectadas en el diagnóstico.
4. Implementación de un plan piloto para evaluar el comportamiento del rendimiento del nuevo método de operación, el análisis comparativo de impacto de la mejora y los costos para la validación del proyecto.

1.9 Alcances y limitaciones

1.9.1 Alcances

El proyecto se limitó al Área de Molino del negocio de DEMASA División Arroz debido al gran impacto que el pulimiento tiene sobre el grano ya que es en este proceso donde se transforma la materia prima y por ser un proceso de mucha fricción y abrasión se sabe que el grano es sometido a diferentes presiones causando fatiga del mismo y teniendo un efecto negativo si no se controla, se sabe por experiencia de resultados anteriores, por optimizaciones que se le han hecho a estos procesos y sobre todo por las características de las industrias arroceras, que en la salida de la molienda se obtiene lo que se conoce como masa blanca y esta es la medida de rendimiento que se maneja para determinar si el proceso es eficiente, teniendo como objetivo aumentar el indicador, específicamente en el procesamiento de arroz de origen nacional en la empresa Demasa para abril del 2016, con la finalidad de ahorrar en el consumo de esta materia prima que permita bajar los costos de las variables de la operación, ya que el precio es regulado gubernamentalmente.

Esta investigación estuvo centrada en los procesos de la planta de producción de DEMASA División Arroz, las actividades que se analizaron, fueron los métodos empleados para el procesamiento del arroz blanco, enfocado en el pulimiento por el método abrasivo y de fricción.

La información que esta investigación genere, le servirá al departamento de producción para conocer su capacidad productiva, la forma de cómo mejorarla integralmente, manejando dos variables importantes de salida del proceso como lo son; el porcentaje de quebrado y grado de pulimiento, para lograr la satisfacción de los clientes internos y externos del área del molino.

Finalmente se harán las recomendaciones necesarias, para solucionar o minimizar la problemática planteada.

1.9.2 Limitaciones

Las limitaciones determinantes en este proyecto son:

1. El tiempo en que se desarrolla el proyecto es muy corto, por lo tanto se deben hacer análisis con pocos datos históricos.
2. El personal de la empresa no consideraba posible un cambio en la metodología de trabajo para mejorar el proceso.
3. Disponibilidad del equipo para el análisis de las muestras.
4. La empresa ya tenía determinada la técnica de operación.
5. La planta procesa con equipos que tienen más de 10 años de uso, lo cual dificulta la eficiencia en el proceso.
6. Los constantes paros que sufre la planta por falta de electricidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se encontrará los principales conceptos a nivel teórico que se utilizarán más adelante para el desarrollo y la ejecución del presente proyecto. Los mismos son un extracto de importantes autores en el campo de la ingeniería industrial lo que permitirá más fácilmente discernir sobre la problemática y aportar lo correspondiente a los objetivos planteados.

2.1 Marco conceptual general

Existen diferentes teorías y postulaciones de formas de operación de las distintas líneas de pulimiento del grano. Para algunas empresas el sistema de un solo paso es mejor, otras lo hacen en dos pasos de pulido, lo cierto acá es que todo se puede demostrar por medio de experimentos en el proceso y ajustado al tipo de materia prima que se utilice de acuerdo con lo que la industria pacte con sus clientes como acciones permisibles resultantes del proceso.

2.1.1 Principios de Operación

A continuación se menciona los dos tipos de pulimiento que existen.

Tal como informa la empresa SATAKE (comunicación personal, 15 febrero 2016) se está hablando de principios de operación de pulido.

2.1.2 Pulido por Abrasión (vertical)

En una blanqueadora abrasiva, la semolina es separada del endospermo cuando el grano entra en contacto con la superficie abrasiva de la piedra. Dependiendo de la presión interna de la cámara, el efecto abrasivo será distinto sobre la superficie del grano.

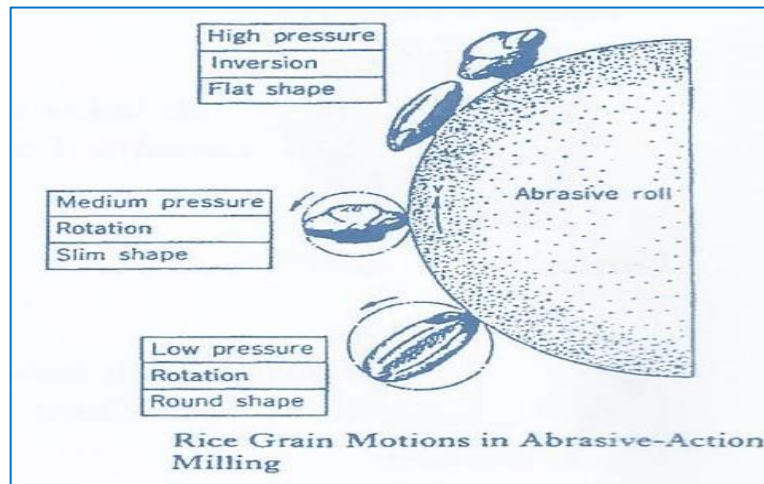


Figura 2. Pulido método abrasivo.
Fuente: Zacaria.

2.1.3 Pulido por Fricción

En el Pulido por fricción, la semolina es removida frotando cuando un grano se mueve en relación con el otro dentro de la cámara de molienda, en respuesta a los cambios de presión y flujo.

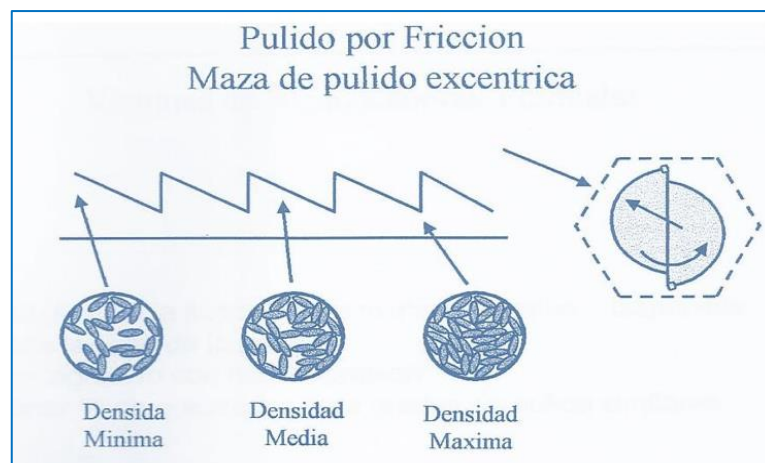


Figura 3. Pulido método fricción.
Fuente: Zacaria.

n.

Para obtener los mejores resultados, hasta cierto punto, existe la opción de modificar, la secuencia de los procesos, de acuerdo con el tipo de arroz que se procese. De ahí la importancia de que la industria planifique su rendimiento desde la preparación de los suelos.

No se puede afirmar que, para una tarea determinada, exista una mejor máquina, ni un mejor proceso universal. Las circunstancias y condiciones de cada mercado requieren soluciones diferentes.

Por ejemplo, como se analiza más adelante, las máquinas que blanquean y pulen el arroz en un solo paso, que es la forma como se procesa en Demasa División Arroz, pueden ser la mejor solución para aquellos mercados donde la relación de precios entre el grano entero y el partido sea cercana al 1,5. Pero para nuestro país que la relación de precios es superior al 2, exigen mayores inversiones y por lo tanto el margen de utilidad se ve reducido.

El arroz es el único grano que se comercializa y consume principalmente en estado entero. El término de “molinería” de arroz es engañoso y debería reemplazarse por “Pilado”. Por razones relacionadas con la apariencia y con la uniformidad de la cocción se prefiere por la mayoría de los consumidores que el arroz este formado principalmente por granos enteros, los granos quebrados cocinan más rápido y esto hace que se genera un plato no uniforme.

Puede considerarse que la esencia de la molinería moderna de arroz es la búsqueda del “punto de grano entero”. Cada punto de grano entero de más obtenido genera un incremento en el margen de utilidad muy significativo para el negocio. Más adelante se detallará el costo de un punto de grano entero y un punto de grano quebrado obtenido en la molienda (Niño, 2007).

2.1.4 Antecedentes históricos del arroz

El arroz es un cereal cultivado desde miles épocas atrás. Su siembra se propagó rápidamente de Oriente a Occidente y se le conoce como, “**el tesoro de los pantanos**“. Este es altamente rico en proteínas por tanto es ideal para el consumo diario en la alimentación del ser humano.



Figura 4. Modelo de una planta de arroz.

Fuente: CONARROZ

El uso y cultivo del grano se ha propagado a nivel mundial por diversas razones; se adquiere fácilmente en el mercado, facilidad de cocción, efecto de saciedad en su dieta, versatilidad en su uso doméstico, larga vida de anaquel del producto, entre otras; esto enfocándose en el consumidor; más aún existe el sector empresarial, ligando al arroz como un grano industrializado a nivel mundial que produce movimientos importantes en factores económicos, obrero, de manufacturación dentro de los países que maneja esta comercialización. Siendo éste un medio de oportunidades para las empresas que se encuentran incluidas en el sector industrial de este cereal, se cuantifica que se procesan más de 500 millones de toneladas en el mundo.

Las industrias se ven obligadas a la inversión en maquinaria y tecnología de punta que les permita competir en la región con las demás plantas procesadoras, logrando que las casas matrices proveedoras de maquinaria industrial generen equipos más eficientes y eficaces, para que se pueda obtener un máximo provecho al momento de la transformación de la materia prima.

Diferentes casas matrices mencionan como el área de oportunidades es cada vez más reducida a la hora de procesar el arroz, y el aprovechamiento de la materia prima es cada vez más alto en las industrias, dado que en los últimos años y en muchos países este cereal es parte de la canasta básica, y como consecuencia a dicha demanda se ha generado que el gobierno posea

injerencia en la compra y venta de este producto. Este es el caso de nuestro país, el cual no está exento de la mencionada situación.

CONARROZ estima que en el país, el consumo del producto (2013 – 2014) alcanzó las 247.892 toneladas métricas de arroz pilado para un consumo per cápita de 53,71 kilogramos y un promedio mensual de 20.658 toneladas. Un consumo que reveló crecimiento en comparación con períodos anteriores.

La mayor parte del arroz que el costarricense consume es producido localmente, alrededor de un 69%, el resto es importado. Los datos indican que para el período en cuestión, las siembras llegaron a las 77.240 hectáreas.

En Costa Rica las zonas donde más se cultiva el arroz son: Guanacaste, Zona norte, Pacífico Central y Zona Sur, siendo esta última el lugar donde el arroz llega a la industria con mayor cantidad de humedad. En la zona de Guanacaste es donde el arroz tiende a tener un mayor rendimiento en el proceso, esto debido al tratamiento que recibe el cultivo por medio de riego, al ser este un lugar seco obliga a los agricultores a buscar formas ingeniosas de manejar los terrenos y la forma que más le ha generado resultados es la antes mencionada. Evidentemente este tema les causa un incremento en el costo de operación pero también se ve reflejado en el momento que llega a la industria, ya que éste incrementa el pago de acuerdo con las condiciones de la materia prima.

En las industrias la forma de pago original es sobre el porcentaje de impurezas y el porcentaje de agua que posea el grano, de forma tal que la tabla que se utiliza, estipulada por el órgano regular gubernamental que es CONARROZ es la siguiente, se paga según esté seco y limpio al 13/1,5, este se refiere al 13% de humedad y 1,5% de impureza de la muestra que se recolecta en el previo de cada camión que llega del campo y luego es analizada en el laboratorio de calidad de la planta industrial.

Existe en el mercado nacional diferentes tipos de variedades de arroz, como por ejemplo; CR-477, CR-5272, CFX-18, Palmar 18, siendo esta última la de mayor rendimiento en planta. Es por esto que cada industria debe asegurar gran parte de su utilidad desde la preparación de los suelos, coordinando con los agricultores el tipo de variedad que desean procesar.

2.1.5 CONARROZ

Consejo Nacional de Productores, es un ente público no estatal, creado por la ley 8285 del 14 de junio del 2002, que transformó la antigua Oficina del Arroz en la Corporación Arrocería Nacional, conceptualizada en tres ejes como son la descentralización y automatización, la eficiencia productiva y la transparencia.

2.1.6 Comercialización y valorización del arroz

La corporación arrocería nacional (CONARROZ) elaboró el documento “Reglamento Interno del Mecanismo para la Valoración del Arroz en Granza”. Con la finalidad de calcular el precio del arroz en granza entregado por el productor; a razón tal que éste valor será determinado por la integración de la totalidad de variables de calidad. Ésta es la forma más técnica, racional y justa para definir el valor del arroz en granza seco y limpio. Por tanto se debe respetar lo establecido en dicho Reglamento. Más adelante se desarrollarán los mecanismos de valoración, componentes de rendimiento y componentes comerciales para desglosar el pago de este proceso. (Reglamento Interno del Mecanismo para la valoración del arroz en Granza, 2007)

2.1.7 Proceso de molinería de arroz

Para entender este enunciado a continuación se conocerá el significado de conceptos importantes a retomar.

Se considera que la palabra **Proceso** relacionándolo al tema de investigación; es toda aquella actividad – acción - movimiento - diligencia que nos ayuda a transformar -convertir- evolucionar- innovar la materia prima en un bien o servicio para un determinado cliente. Así mismo damos por entendido que la **Molinería** se conoce como el área donde se muele el trigo hasta convertirlo en harina, pero en el caso del arroz se llama de esta forma debido al

trillado que sufre el grano a causa de la presión que es sometido durante el procesamiento.

2.1.8 Productos y subproductos del arroz

En el proceso de transformación de la materia prima se obtienen productos y subproductos, que cada uno tiene un valor comercial que ayudan a la rentabilidad del negocio. Más adelante se detallará el valor comercial de cada uno de ellos.

Productos, se considera al arroz entero y quebrado grueso, estos se utilizan en mezcla para hacer todas las marcas y presentaciones comerciales de la empresa, como lo son el Luisiana y el Elefante.

Subproductos, se considera al quebrado fino, puntilla, semolina, afrecho y barreduras, estos dos últimos son resultantes de la limpieza antes del descascarado. El quebrado fino es utilizado para venta a la cervecería Costa Rica y lo demás se utilizan para consumo animal.

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

2.2.1 Metodología DMAIC

Para poder realizar mejoras significativas de manera consistente dentro de una Organización, es importante tener un modelo estandarizado de mejora a seguir.

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado (McCarty et al., 2004). DMAIC consistente de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) ilustrado en la figura 1. Cada una

de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

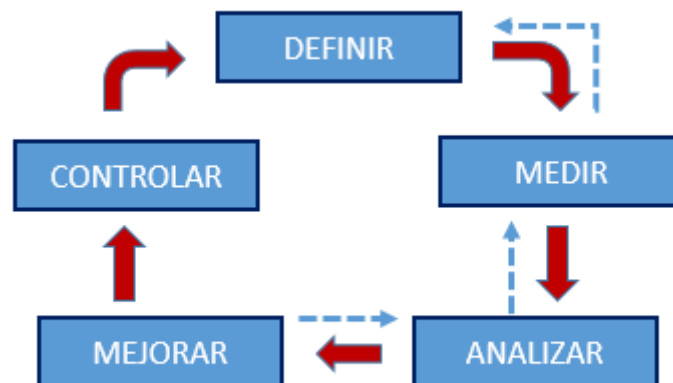


Figura 5. Modelo DMAIC.

Fuente: Elaboración Propia

Son varias las herramientas que cada una de estas fases utiliza con entregables claves que se usan para responder preguntas que dirigen al usuario a través del proceso de mejora. En la etapa de Definir se busca identificar proyectos de mejora dentro de la empresa y de acuerdo con Bersbach (2009), responder a preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente? En la etapa de Medir se establecen qué características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2002). Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del proyecto como tal.

En la etapa de Analizar se examinan los datos obtenidos del estado actual del proceso y se determinan las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En la etapa de Mejorar se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema. Finalmente, una vez encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto, en la etapa de controlar se diseña e implementa una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente.

2.2.2 Herramientas de Análisis del Proceso

A continuación se presentan las herramientas de calidad que se utilizarán para la medición y análisis estadísticos del proceso.

2.2.3 Árbol de características críticas CPC o CTQ

Esta herramienta se usa para identificar características críticas de calidad (CPC), propiedades mediante las cuales el cliente evalúa su producto o servicio y que pueden ser utilizadas como medidores del proyecto. (Herrera Acosta, y otros, 2011).

Para que sea una característica útil debe tener las siguientes propiedades.

- Crítica para la percepción de calidad del cliente.
- Puede ser medida.
- Se puede establecer una especificación para decir si la característica CPC se ha logrado.

¿Qué hace?

Enlazar las necesidades del cliente reunidas en sus esfuerzos de escuchar la voz del cliente (VDC) con conductores y con características específicas, mensurables. Permite al equipo del proyecto transformar datos generales en datos específicos.

¿Cómo lo hace ?

- Reunir las necesidades clasificadas en el proceso de recolección de datos. Las necesidades que se utilizan pueden venir de un diagrama de afinidad.
- Enumerar las necesidades principales del cliente provenientes del diagrama de afinidad.
- Tratar de ver cada necesidad desde el punto de vista del cliente.

Ejemplo:

Un buen servicio al cliente significa para los “Representantes expertos” que las respuestas se dan correctas.

- Seleccionar las CPC para el proyecto, basado en lo siguiente:
 - ¿Cuál tendrá el efecto positivo más grande en el cliente?
 - ¿Cuál está dentro de su alcance o dentro del área del proceso de objeto de mejoramiento

2.2.4 Diagrama de flujo del proceso

Según Benjamín Niebel, el diagrama de flujo es una representación gráfica de la distribución de un proceso, que muestra la localización de todas las actividades en las que aparecen: las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenamientos; que ocurren durante el proceso.

Según la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) por sus siglas en inglés, se utiliza la siguiente simbología para la elaboración de los diagramas de flujo:







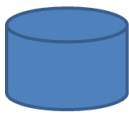

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso		Actividad. Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión. Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SÍ" – "NO"		Documento. Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Multidocumento. Refiere a un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente que agrupa distintos documentos.		Inspección/ firma. Empleado para aquellas acciones que requieren supervisión (como una firma o "visto bueno")
	Base de datos/ aplicación. Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de flujo. Proporciona una indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Figura 6. Simbología diagrama de flujo.

Fuente: ASME

2.2.5 Lluvia de ideas

Por qué usarlo?, a fin de establecer un método común para que el equipo genere con creatividad y eficientemente un alto volumen de ideas sobre cualquier tema mediante la creación de un proceso que esté libre de criticismo y juicios.

¿Qué hace?

- Promueve el pensamiento abierto cuando un equipo está varado en el mismo modo de pensar.
- Hace que todos los integrantes del equipo participen.
- Permite que los integrantes del equipo fomenten la creatividad.

2.2.6 Diagrama de Pareto

Benjamín Niebel dice que el análisis de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B.C, es una gráfica para definir los problemas más importantes de una empresa que están impactando directamente sobre la productividad de esa , además ayuda a clasificar las características de calidad de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y de acuerdo también con su

imp
ort
anc
ia.

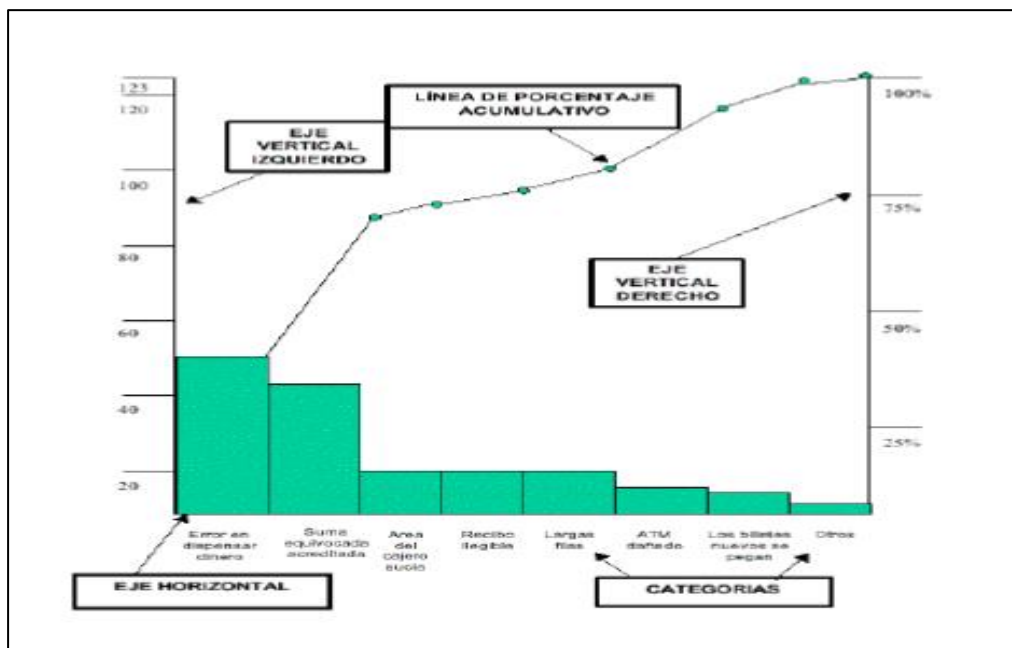


Figura 7. Ejemplo de gráfica de Pareto.

Fuente: Cyta.com.ar

2.2.7 Diagrama de causa y efecto

El diagrama causa-efecto es la representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno. Para su elaboración se clasifican estas causas en grandes grupos como lo son las maquinas, la mano de obra, medio ambiente, los métodos, las mediciones y los materiales

Se construye, para cada una de las características prioritarias, seleccionadas por el paretograma, un diagrama de causa-efecto, donde el objetivo es buscarlas causas que provocan los efectos establecidos por la falla de esa característica. (Frievalds, 2005)

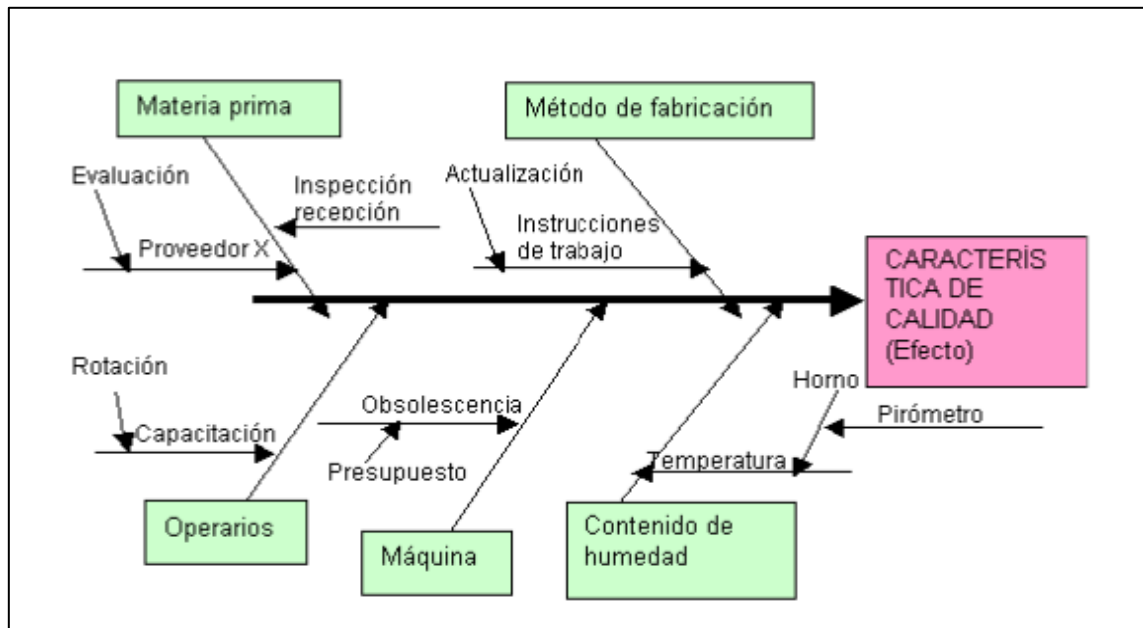


Figura 8. Ejemplo de diagrama causa - efecto.

Fuente: Cyta.com.ar

2.2.8 Recolección de datos

Esta herramienta se utiliza para ayudar a recolectar datos correctos y asegurar que los datos que se reúnan sean útiles y significativos.

¿Qué hace esta herramienta?

- Ahorra tiempo y esfuerzo, se puede realizar un pensamiento preliminar acerca de los datos.
- Ayuda a estructurar la recolección de datos de manera que cualquiera

entienda que datos se van a recolectar y cómo hacerlo.

- Ayuda a que se piense en como clasificar los datos de manera tal que den pistas sobre la causa del problema (Herrera Acosta, y otros, 2011).

2.2.9 Diseño de experimentos factoriales

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos Seis Sigma. Esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no se controlan y que se debe ajustar para optimizarlo (Herrera Acosta, y otros, 2011).

2.2.10 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA)

Este análisis se utiliza para identificar maneras específicas en las que un producto, proceso o servicio podría fallar y según esto desarrollar contramedidas enfocadas en esas fallas específicas. (Hernández, y otros, 2006)

¿Qué hace?

Esta herramienta ayuda a tener claro lo siguiente:

- Seguir los pasos del proceso e identificar donde podrían ocurrir problemas.
- Obtener un puntaje de los problemas potenciales basados en su probabilidad de ocurrencia.
- De acuerdo con el puntaje donde se requieren contramedidas.
- Para el cálculo del índice de importancia de cada riesgo (NPR) se muestran las escalas de calificación de **Gravedad, Aparición y Detección**, en una tabla para una mayor interpretación.

Permite evaluar que tan sostenible es la implementación en el tiempo y que ésta sea efectiva en su accionar.

2.2.11 Mantenimiento correctivo y preventivo

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.

2.2.12 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista.

2.2.13 Gráficos de control

Los gráficos de control, basándose en técnicas estadísticas, permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Casi toda su potencia está en la capacidad de monitorizar el centro del proceso y su variación alrededor del centro. Recopilando datos de mediciones en diferentes sitios en el proceso, se pueden detectar y corregir variaciones en el mismo que puedan afectar a la calidad del producto o servicio final, reduciendo desechos y evitando que los problemas lleguen al cliente final.

2.2.14 Sigma del proceso

Sigma es una metodología de *mejora*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los **defectos** o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 *defectos* por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como *defecto* cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

2.2.15 Análisis financiero.

2.2.16

El análisis de los proyectos constituye la técnica matemático-financiera y analítica, a través de la cual se determinan los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar una inversión u algún otro movimiento, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión.

Sus fines entre otras son:

- a. Establecer razones e índices financieros derivados del balance general.
- b. Identificar la repercusión financiera por el empleo de los recursos monetarios en el proyecto seleccionado.
- c. Calcular las utilidades, pérdidas o ambas, que se estima obtener en el futuro, a valores actualizados.
- d. Determinar la tasa de rentabilidad financiera que ha de generar el proyecto, a partir del cálculo e igualación de los ingresos con los egresos, a valores actualizados.
- e. Establecer una serie de igualdades numéricas que den resultados positivos o negativos con respecto a la inversión de que se trate.

2.3 El marco conceptual referente al impacto del proyecto

2.3.1 Enfoque del proyecto.

El enfoque Cuantitativo se basa según Hernández, Fernández y Baptista (2006) “en utilizar la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”.

El enfoque del proyecto es cuantitativo, esto debido a que se necesita que los datos que se recolecten permitan ser cuantificables, comparables y graficables, determinando así la realidad de los afiliados, sus expectativas y la realidad que se vive al solicitar la liquidación de ROPC (Hernández, y otros, 2006).

Por lo mencionado en este libro de la metodología de la investigación de Sampierie, este proyecto se desarrolla bajo el enfoque cuantitativo ya que se necesitará realizar análisis estadísticos (cantidades determinadas de muestras) e implementar un modelo de trabajo que brinde los beneficios necesarios para incrementar el RP y el IP del proceso de molienda de Demasa – Arroz.

2.3.2 Rentabilidad de las industrias arroceras.

Para todas las industrias arroceras la razón es obtener del proceso de molienda la mayor cantidad de granos enteros y la menor cantidad de granos quebrados, tienen la complicación de estar sujetas a regulaciones por parte de MEIC. Por lo cual la utilidad del negocio se determina bajo una serie de parámetros y fórmulas que regula el valor comercial del grano que la empresa ha procesado, para determinar la ganancia a corto plazo de la transformación de la materia prima (granza). Más adelante se mencionará la forma del cálculo que se utiliza actualmente para los componentes de rendimiento en planta y para la venta del producto final por parte de CONARROZ.

2.3.3 Mecanismo de valoración para los componentes de rendimiento:

A. Componentes de rendimiento:

Tabla 1. Componentes de rendimiento.

a) Rendimiento de grano entero	(RE)
b) Rendimiento de grano quebrado grueso	(RQG)
c) Rendimiento de puntilla	(RPT)
d) Rendimiento de semolina	(RS)

Fuente: Elaboración Propia.

B. Considerar las BASES (establecidas por el MEIC):

Tabla 2. Bases de medición del MEIC

Rendimiento de grano entero (RE)	52,264 %
Rendimiento de grano quebrado grueso (RQG)	13,066 %
Rendimiento de puntilla (RP)	2,500 %
Rendimiento de semolina (RS)	9,000 %

Fuente: Elaboración Propia.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

2.4.1 Zaccaria

Zaccaria es una Industria que fabrica equipos para beneficios de arroz, se ubica en Brasil y se extiende a nivel mundial.

También muy reconocida por las industrias de arroz, por sus equipos de laboratorio que maneja muy completos. Estos equipos tienen la capacidad de

asimilar el proceso industrial en pequeñas muestras, tal es el caso del molinito que usaremos como referencia.

2.4.2 Medición del comportamiento actual del proceso

Podemos referirnos en este caso a la empresa zaccaria que es la que tiene una amplia experiencia en equipos de molinería, lo que vamos a utilizar de ellos es el equipo de laboratorio el molinito PAZ-1 DTA. Este equipo es una simulación real de un molino en planta que opera en las mejores condiciones, con el mismo podemos tener referencia de cómo está el comportamiento del proceso y cuál es el resultado que deberíamos esperar para la materia prima en el momento que se está procesando.

2.4.3 Análisis de la materia prima

Según lo indicado por la industria zaccaria el molinito PAZ-1 DTA se puede tomar una muestra de la materia prima que se está procesando, luego se revisa la operación de los pulidores y se ajusta el molinito a los parámetros en operación en la planta. Se toma la muestra de 100 gramos de granza para procesarla en el molinito, una vez procesada se toman los datos de salida **Q**, **GB**, que de ellas se determina el **RP** de la materia prima según el molinito, que son las dos variables de mayor control, luego se compara con el **Q**, **GB**, de la planta.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto es la que utilizan las organizaciones seis sigmas, conocidas por su acrónimo DMAIC que significa: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar, en referencia a los pasos que establece.

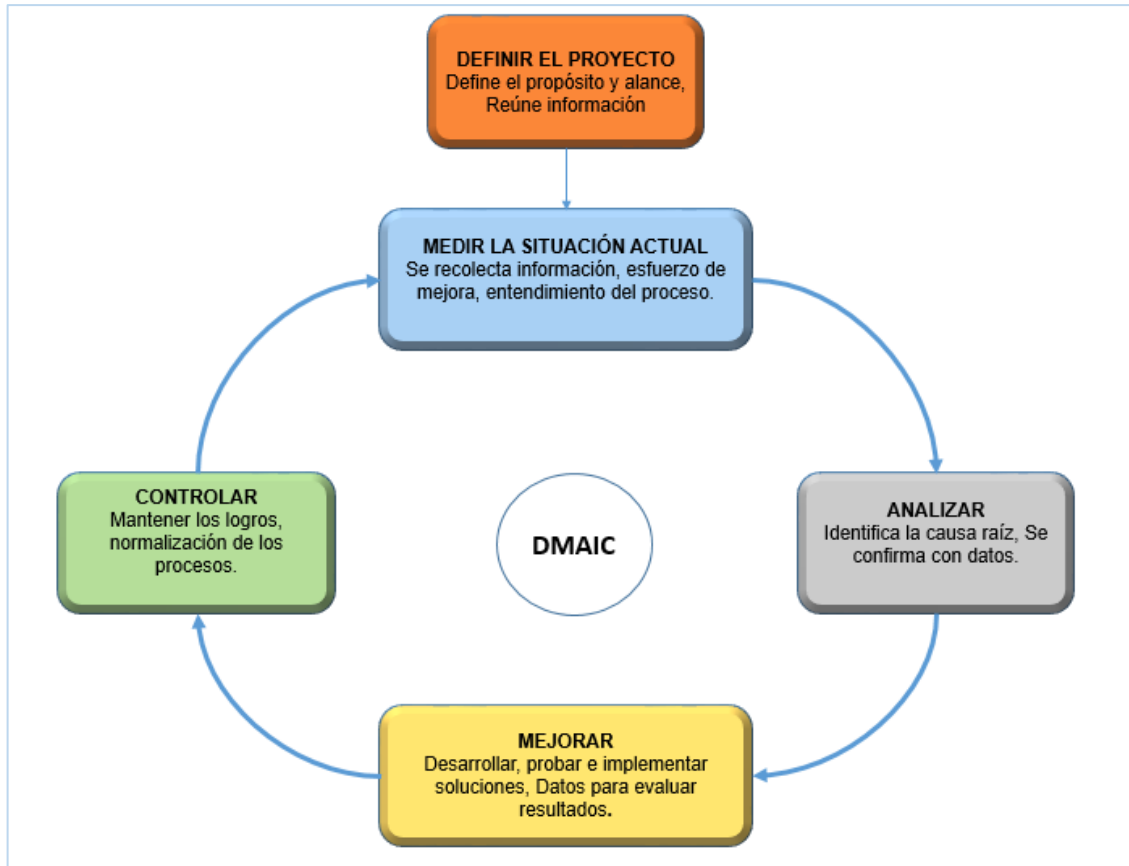


Figura 9. Etapas modelo DMAIC.

Figura 2. Etapas DMAIC.

Fuente: Elaboración Propia.

3.1 Metodología para la definición del problema

Las empresas exitosas son aquellas que escuchan la voz del cliente, y logran traducir esa voz en parámetros operativos y características de calidad para que sus productos o servicios satisfagan e incluso superen las expectativas.

Para definir el problema se utilizó como primer paso un análisis de la voz del cliente en un árbol CPC o CTQ (Características críticas para la calidad), lo que permitió identificar los factores claves en la satisfacción del mismo. Se consideró un árbol para cada tipo de cliente, a saber: cliente externo o consumidor, cliente interno o colaborador y dueños o accionistas. De los tres árboles se escogió un factor clave que tenía impacto para los tres tipos de clientes.

El paso siguiente consistió en tomar el factor clave y, mediante un digrama de flujo del proceso, identificar la etapa del proceso (Operación) en la que se modifica o controla este factor clave.

En el siguiente cuadro se resume la actividad a realizar para la definición del problema.

Tabla 3. Metodología empleada para la definición del problema

Problema	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
¿Cómo optimizar el proceso de pulido del área de molino de DEMASA División Arroz para el aumento del Indicador de	-Conformar un equipo de trabajo. -Participación estructurada del equipo. -Valorización de cada idea.	• Árbol de CTQ • Lluvia de ideas.	Las causas que inciden en el porcentaje de rendimiento de planta. Variables a medir de entrada

Rendimiento de Planta (RP)?			y salida.
-----------------------------	--	--	-----------

Fuente: Elaboración Propia.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cuantitativo del proyecto

La investigación que se llevó a cabo es de tipo cuantitativo, los datos que se utilizaron tanto para medir, como para analizar y establecer soluciones son medibles y se recolectaron a través de la toma de muestras y luego se procesaron mediante análisis estadísticos utilizando las técnicas de estadística descriptiva, en particular lo concerniente a promedios y desviaciones estándares para evaluar los procesos.

Según Sampieri, 2010, el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la mediciones numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de compartimiento y probar teorías, (p8). En el proyecto se compara los resultados del proceso con una referencia de laboratorio, ya que en laboratorio se simula el proceso productivo.

Seguidamente utilizando las herramientas de ishikawa, lluvia de ideas y pareto se determinan las oportunidades de mejora. Esto se logró asignando un valor o peso considerando el criterio de expertos (punto de vista de fabricantes y concedores del proceso). Por lo general según la metodolgia de pareto se escoge el 20% de las causas que resolverán el 80% del problema, pero para el alcance de este proyecto se limitó a la causa más significativa encontrada.

Aquí se utilizó la técnica de Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA) para mostrar los posibles problemas y determinar contramedidas a fin de asegurar la implementación y continuidad de la mejora. Se consulta con manteniendo para evaluar el plan de mantenimiento preventivo y de qué forma realizan las compras de las refacciones para medir si las tienen por categoría de importancia de acuerdo con al fallo que puede ocurrir. Se consideró no solo aspectos propios del proceso, sino también del personal.

En el siguiente cuadro se resumen los pasos a seguir para determinar las causas de mayor impacto que afectan el rendimiento de la planta.

Tabla 4. Metodología etapa de diagnóstico y respaldo cuantitativo del proyecto.

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Realizar un diagnóstico de las causas que impactan el proceso del Área de Molino de DEMASA División Arroz para identificar oportunidades de mejora en el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis del proceso -Separación de las causas por categorías. -Valorización de las ideas. -Análisis de las causas que conforman el 80%. 	<ul style="list-style-type: none"> -Diagrama de flujo del proceso Ishikawa -Pareto 	Oportunidades de mejora que afectan el rendimiento de la materia prima.
Analizar los datos de rendimientos actuales mediante datos estadísticos del Área de Molino de DEMASA División Arroz.	<ul style="list-style-type: none"> -Recolección de datos -Análisis de datos del GB, Q y RP del proceso de molino. -Análisis de modos y efectos de fallos para determinar partes críticas de los pulidores. 	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de excel Gráficos de control. FMEA inicial 	Los datos del proceso sean confiables para la toma de decisión.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

De esta manera se establece una propuesta de mejora, la cual es descrita mediante la técnica de diagrama de proceso y definición operacional, para lograr una descripción más enfocada del proyecto.

Se ajustan las partes mecánicas de todos los pulidores y también la distribución de la tazas de pulido y quebrado en ambas etapas, con el fin de que éstos se encuentren en las mejores condiciones de operación y que las pruebas no sean afectadas por este motivo.

Se hace un análisis de modo y efectos de fallas para determinar las condiciones de garantía de operación de los pulidores y valorar su plan de mantenimiento, con el fin de ver si se tiene controlado el tema de refacciones y también si existe alguna manera de analizar la criticidad de cada riesgo que presenta el proceso por parte de mantenimiento. El sistema de pulido se controlará por medio de una diagrama de gantt con el fin de tener los períodos de mantenimiento preventivo establecidos, luego el sistema de pulido es sometido a un cálculo del NPR para determinar las piezas más importantes que se debe mantener en stock.

Mediante la puesta en marcha de un experimento factorial para optimizar el proceso de pulido y buscar que los equipo se encuentren en el punto máximo de su rendimiento y que permita generar información confiable para el análisis de los datos.

Con las mejoras que se le realizaron al proceso de pulido se procedió hacer el cálculo del sigma para los métodos de dos etapas y tres etapas para ver cual presenta menos variabilidad y mejores resultados en el indicador de rendimiento de planta. Para ello se definió las oportunidades de defecto por unidad y mediante una corrida de proceso se determinó El rendimiento mediante la fórmula:

$$\%R = (1 - DPO) \quad DPO = D/(N \times O)$$

D = Numero de defectos en la corrida

N= Unidades producidas

O = Oportunidades de defecto por unidad

Con el Rendimiento del proceso y mediante el uso de una tabla se obtiene el valor de seis sigma del proceso. El uso de este indicador se utiliza para evaluar la calidad del proceso en lo que respecta a su variabilidad o en otras palabras, su capacidad para producir continuamente resultados satisfactorios.

Se crea una hoja de cálculo para analizar los resultados de la puesta en marcha, donde ésta nos indica por medio de los datos del balance de producción, si el proyecto es rentable o no. Posterior a ello se debe dar seguimiento a la propuesta de mejora con la misma tabla de cálculo y mediante cuadros tipo semáforo, donde el color verde significa que los datos son buenos y el rojo que los datos son malos.

En el siguiente cuadro se resumen los pasos a seguir para encontrar la mejora propuesta.

Tabla 5. Metodología etapa propuestas de mejora

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Desarrollar propuestas a la empresa Demasa División arroz para mejorar el proceso de pulido con base en las variables de entrada y salida detectadas en el diagnóstico.	-Refaccionar los equipos. -Optimización del proceso. - Análisis sigma del proceso. -Comparación de los métodos de trabajo (Tradicional dos etapas y el propuesto tres etapas). -Análisis de la	Diseño factorial Minitap Sigma del proceso Cuadros comparativos costos y ahorros VAN	-Cual modelo de trabajo es mejor, el tradicional o el propuesto. - Proceso optimizado. - Proceso controlado. - Ahorro positivos.

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
	viabilidad del proyecto.		

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Metodología para la implementación de prueba piloto y seguimiento para la puesta en marcha

El círculo de Deming se utiliza para administrar de forma íntegra el desarrollo del proyecto, pero es particularmente crítico en el proceso de implementación de la mejora propuesta.

Una vez evaluada la mejora y demostrada su efectividad, se ejecuta el proceso de implementar la misma dentro del sistema de pulido.

La segunda etapa de la implementación fue la ejecución, es decir realizar los cambios necesarios a nivel de equipos, proceso y personal para lograr una nueva forma de realizar el proceso. La estandarización a través de la documentación de los cambios fue la herramienta crítica de esta etapa.

Se realizó un nuevo Análisis de Modo y efecto de Fallas para la operatividad de la mejora propuesta, esto para anticipar los riesgos de que la mejora no sea continua o se pierda en el tiempo se determina así las acciones requeridas para mitigar estos riesgos.

Las etapas de verificar y actuar en este proceso de implementación se realizaron a través de la supervisión, puesta en marcha de un plan piloto, mediante un diagrama de Gantt con las actividades y responsables a seguir para que sea exitosa, mediante hojas de chequeo, de la realización de los cambios propuestos y la toma de decisiones en función de los resultados de esta supervisión.

Tabla 5. Metodología de implementación y seguimiento.

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Implementación de un plan piloto para evaluar el comportamiento del rendimiento del nuevo método de operación, el análisis comparativo de impacto de la mejora y los costos para la validación del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> -Seguimiento de la variabilidad del proceso -Seguimiento al indicador de rendimiento de planta -Seguimiento a ahorros obtenidos por mes -Seguimiento al plan de mantenimiento preventivo 	<ul style="list-style-type: none"> -Gráficos de control RP -Gantt de seguimiento -TPM. -Cuadros comparativos costos y ahorros 	Puesta en marcha de un nuevo modelo de trabajo que cumpla con el plan propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En este período del proyecto se estableció gráficos y cuadros de control de tipo semáforo para monitorear los indicadores, dar seguimiento y evaluar los datos de la mejora ya implementada y sus efectos en los resultados. Se estableció un formato de valoración y cálculo de los resultados para presentar a la Dirección.

Para asegurar la institucionalización de la mejora se revisa el manual de operaciones a fin de hacer los cambios documentales en políticas, procedimientos e instructivos que se requieran.

Se hace un análisis de modos de fallos y efectos para verificar que la causa de falta de repuestos en Stock no siga siendo tan grave a la hora de la puesta en marcha del proyecto.

CAPÍTULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.

En el siguiente capítulo se mostrará los análisis determinantes para diagnosticar la problemática y encontrar el factor clave que llevará a la búsqueda de los mejores resultados para lograr la satisfacción de los clientes. Los siguientes enunciados han sido desarrollados como apoyo a la sistematización del proyecto de mejorar el rendimiento y tiene como objetivo principal servir como herramienta de fácil uso, para estimular la sistematización de resultados de procesos y experiencias tanto del proyecto como de los programas.

4.1 Árbol de características críticas para la calidad

Para diagnosticar las causas que afectan el rendimiento en la planta y determinar la situación actual que permita identificar oportunidades de mejora, se aplica la herramienta de la voz del cliente. La cual consiste en elaborar un diagrama en el que se muestre los clientes del negocio, sus expectativas y las características operativas del negocio que se ven involucradas.

Para este proceso de identificación de los CPC se realizó un diagrama de afinidad, que permite al equipo generar creativamente un gran número de ideas / asuntos y organizarlos de forma natural con el fin de comprender la esencia de un problema y hallar soluciones.

Para conocer las expectativas de los clientes se consultó estudios de mercado que realiza la empresa a sus clientes externos. En el caso del cliente interno se tomó las encuestas de clima que se aplican cada seis meses y por último en el caso de los accionistas se toma en cuenta sus expectativas, de las reuniones de *+Integra2* que se realizan mensualmente, donde los directores exponen el rumbo del negocio y la proyección al finalizar el primer o segundo semestre del año, en cada reunión se plantean retos que se deben cumplir y cada uno está enfocado en lograr utilidades minimizando gastos y maximizando los recursos existentes, para conseguir los resultados que los clientes esperan del negocio, se debe obtener un incremento en su rendimiento

de planta, para que las utilidades permitan a la industria invertir en un valor agregado, y que a su vez se vea impactado en sus clientes.

En siguiente árbol de características críticas para la calidad, reflejan las ideas que fueron identificadas y analizadas por el equipo y que son influyentes en sus características y que cada uno enfoca para lograr el objetivo.

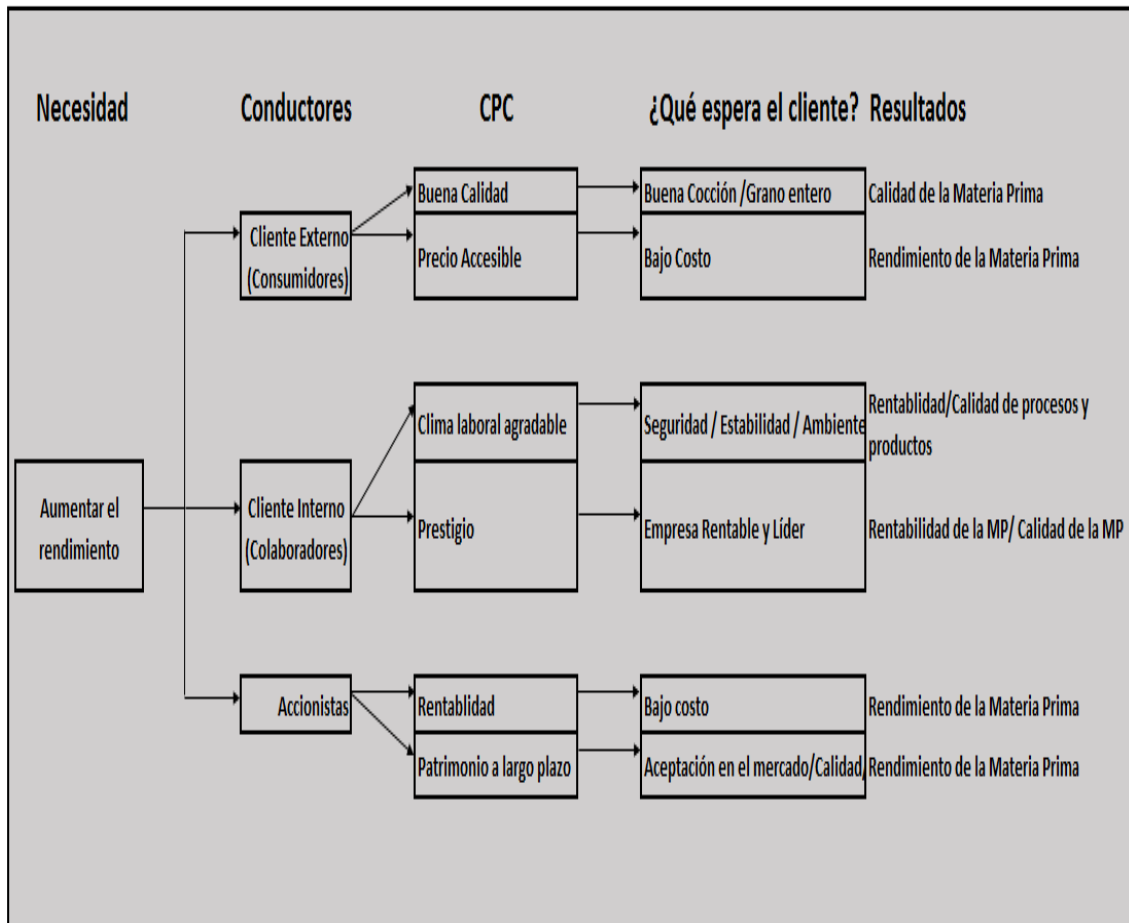


Figura 10. Árbol CPC.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura N°15 se logra determinar, por los resultados observados, que un factor clave para lograr las expectativas de los clientes es lograr un mayor **rendimiento de la materia prima**, ya que esto impacta en la rentabilidad del negocio, en ofrecer un precio accesible al consumidor y en la capacidad de reinvertir en la mejora continua de los procesos que beneficie a la organización y a los colaboradores.

4.2 Descripción del proceso de molino

A continuación se describe las fases del proceso del molino que se presentan en el diagrama flujo en la Figura N°16, las cuales son:

1. Descascarado: en esta etapa es donde la cáscara es desprendida del grano para luego ser separada por medio de una recámara de aire, la cascara es depositada en un cilindro y se almacena como desecho, el arroz descascarado o integral continúa el proceso hacia la separación densimétrica.

2. Separación densimétrica: acá se procede a separar el porcentaje de arroz con cáscara que no fue desprendido en la etapa anterior, logrando 100% arroz integral.

3. Pulido por abrasión: esta es la primera y segunda etapa del proceso de pulimiento del grano y está compuesta de los pulidores 8 y 7 siguiendo el orden del proceso respectivamente, es aquí donde se rasga el germen del grano por medio de piedras circulares en forma de lija que lo que provocan es desprendimiento de la primer capa de germen que llamamos semolina.

4. Pulido por fricción: esta es la tercera etapa del proceso de pulimiento del grano, donde el mismo es sometido a roce entre el mismo grano dentro de la recama del pulidor, de esta forma se termina de desprender parte del germen que le queda de la etapa anterior logrando una apariencia agradable y un grado de blancura aceptable que permite el brillo característico que le gusta al consumidor.

En gráfico #5 del diagrama de flujo del proceso de molino se identifica mediante un círculo las etapas del proceso de pulido por abrasión (**Etapa 1 Pulidor 8**), y fricción (**Etapa 3 Pulidor 5 y 6**), el cual se tiene mayor efecto sobre la característica o variable de rendimiento de planta. En la parte final de la etapa de fricción es donde se mide la totalidad de la transformación de la materia prima, es decir, es donde se toma el total de masa blanca que es aprovechable para el resto del proceso y que es utilizada en las marcas reconocidas del negocio.

4.3 Tormenta o lluvia de ideas

Para el proceso de análisis se considera todo el sistema de pulimiento del grano, que está conformado por pulidores de abrasión y fricción, como se observa el grafico N°5, en marcado en rojo se señala la parte del proceso donde se controla o modifica este indicador. Se conforma un equipo de trabajo el cual utiliza la herramienta de lluvia de ideas para recolectar la mayor información posible de las causas que tienen efecto sobre el factor clave que es el rendimiento de planta.

El equipo está conformado por las siguientes personas:

- Andrés Esquivel Chavarría (Coordinador).
- Jimmy Villalobos (Líder de proceso).
- Rodolfo Sánchez (Operario de molino).
- Jesús Morales (Operario de molino).
- Rigoberto Sánchez (Operario de molino).
- Armando Fallas (Semolinero)
- John Henry Pérez (Semolinero)

Una vez conformado el equipo de trabajo se escogió el método estructurado, donde cada integrante del equipo emite sus ideas por turno, teniendo como pregunta central del análisis ***¿Qué influye en el rendimiento en la planta?***

Como parte de la metodología se les pide que parafraseen la pregunta para estar seguro de que todos entendieron. Luego se les da la oportunidad para que cada uno aporte sus ideas y las anoten e ir revisando que no se repitan. A continuación se indica el listado de la lluvia de ideas de este proceso:

1. Flujo de arroz inadecuado.
2. Frenos desajustados.
3. Presión de aire.
4. Presión de agua.
5. Caída del grano.
6. Amortiguadores de grano.
7. Usar solo el paso de fricción.
8. Usar solo el paso de abrasión.

9. Humedad del grano.
10. Presión Inadecuada.
11. Piedras desajustadas.
12. Estrellas gastadas.
13. Alto contenido de impureza.
14. Baja humedad del grano.
15. Modelos de trabajos inadecuados.
16. Mal procedimiento de trabajo.
17. Equipos deteriorados.
18. Falta de capacitación.
19. Falta de personal calificado.
20. Falta de repuestos en stock.
21. Ausencia de los operarios.

Teniendo un total de veintiún ideas, el equipo de trabajo procede a hacer una depuración del listado inicial tomando en cuenta un factor de peso de la criticidad para el proceso, con el fin de distribuirlas en un diagrama de causa - efecto, a continuación se detalla el listado de las ideas depuradas.

1. Flujo de arroz inadecuado.
2. Frenos desajustados.
3. Usar solo el paso de fricción.
4. Usar solo el paso de abrasión.
5. Humedad del grano.
6. Presión Inadecuada.
7. Alto contenido de impureza.
8. Etapas de trabajo inadecuado.
9. Equipos deteriorados.
10. Falta de capacitación.
11. Falta de personal calificado.
12. Falta de repuestos en stock.
13. Ausencia de los operarios.

4.4 Diagrama de Causa y efecto

Una vez realizado la depuración de las posibles causas se colocan en un diagrama de causa – efecto para mostrarlas en las categorías de Máquinas-equipos, Métodos, Mano de obra y Materiales para facilitar su análisis.

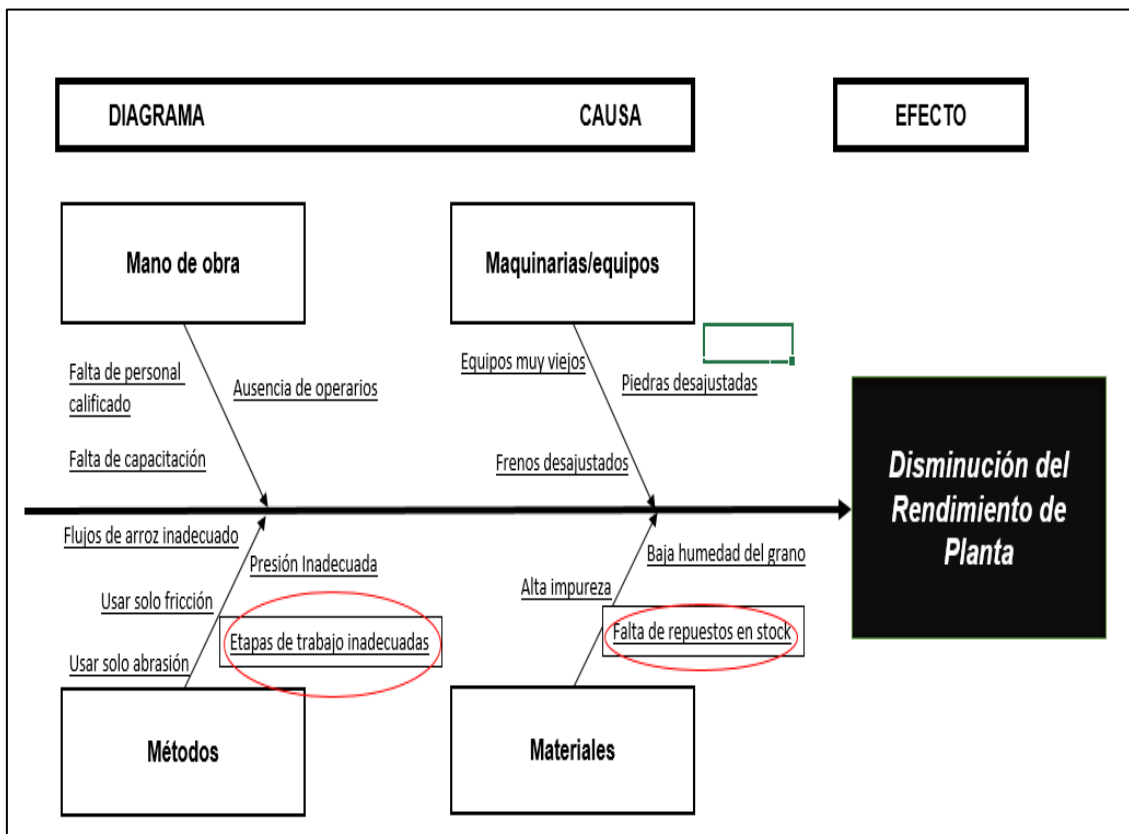


Gráfico 6. Diagrama Causa - Efecto.

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°6 se muestra el diagrama de causa-efecto, donde se indican las causas por categoría que influyen en el rendimiento de materia prima en la planta, luego se aplica un factor de peso a las causas de acuerdo con criterio experto para determinar su impacto. Por lo que cada miembro del equipo escogió tres causas de peso y les asignó un valor de la siguiente manera; a la causa de mayor influencia le asigna un valor de (3), a la causa siguiente le asigna un valor de (2) y a la causa de menor impacto le asigna un valor de (1).

El resultado de la valoración de causas por criterio de experto arroja los siguientes resultados en el peso de las ideas:

4.4.1 Valorización de las ideas seleccionadas como posibles

1. Etapas de trabajo inadecuadas: Valorización 17 puntos.
2. Falta de repuestos en Stock: Valorización 11 puntos.
3. Flujos de arroz inadecuados: Valorización 2 puntos.
4. Baja humedad: Valorización 2 puntos.
5. Piedras desajustadas: Valorización 2 puntos.
6. Frenos desajustados: Valorización 1 punto.

4.4.2 Diagrama de Pareto

Con esta valoración se procede a construir un gráfico de Pareto para identificar las causas más significativas que conlleven a solucionar el problema. Teniendo la gráfica y utilizando la teoría de Pareto se tiene claro que las causas más significativas son **Etapas de trabajo inadecuadas y Falta de repuestos en stock**, analizando éstas se obtendrá una solución del problema en un 80%.

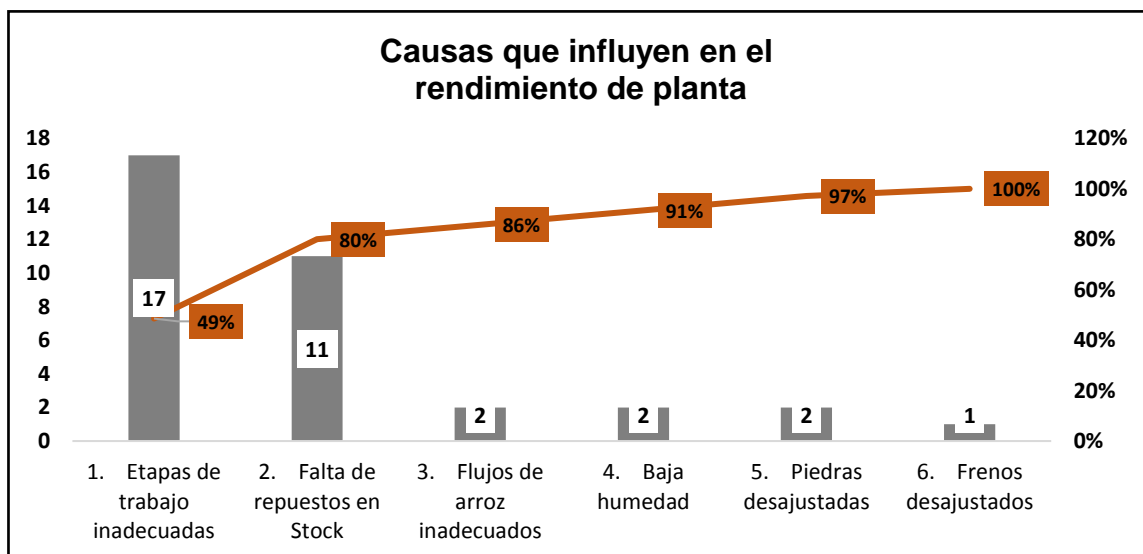


Gráfico 7. Identificación de causas.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Etapas de trabajo inadecuadas

En el gráfico de Pareto N°7 se muestran las causas más probables que afectan el rendimiento de planta, siendo las etapas de trabajo inadecuadas y la falta de repuestos en stock respectivamente las que suman el 80%.

En el caso de la primera causa identificada “Etapas de trabajo inadecuadas” se refiere a que el proceso de molino opera bajo condiciones no controladas y no se tiene definido ¿cuál es la mejor forma de operación? para sacar el máximo aprovechamiento a los equipos y a la materia prima, de tal forma que impacte el indicador de rendimiento de planta.

Como se menciona en el marco teórico existen diferentes modalidades para este proceso:

1. Pulimiento en dos etapas requiere de Etapa 1 (Pulidor abrasivo 8) y Etapa 3 (Pulidores de fricción 5 y 6)
2. Pulimiento en tres etapas requiere de Etapa 1 (Pulidor abrasivo 8), Etapa 2 (Pulidor abrasivo 7) y Etapa 3 (Pulidores de fricción 5 y 6).

Revisando el historial de reportes de operación se evidencia que la forma predominante de trabajo en el molino actualmente es la utilización de dos etapas de pulido (una etapa por abrasivo y otra etapa por fricción) de acuerdo con el diagrama de flujo se usa la etapa 1 y etapa 3.

4.5.1 Sistema de operación actual dos etapas (Pulidor abrasivo 8 y pulidores de fricción (5 y 6)

Se procede a analizar el histórico de la forma tradicional que ha operado el proceso de molino (dos etapas de pulido), el cual consiste en una etapa de pulido por abrasión (Pulidor 8) y una etapa de pulido por fricción (Pulidor 5 y 6).

A continuación se mostrará los resultados de la operación del molino en dos etapas, las variables que se medirán son; el quebrado (**Q**) y el grado de

blancura (**GB**) ambos datos son tomados de la salida de los pulidores **5 y 6**, la cual es la última etapa de este proceso.

Se procedió a recolectar datos del proceso en un período base de seis meses (octubre 2015 a marzo 2016), día con día se recopila información de ambas variables, se saca un promedio del día y luego un promedio mensual para mostrar el análisis de los datos en un cuadro y graficado, estos son recopilados de los reportes de producción que registran en un archivo de Excel que se llama balance de producción.

Los datos del laboratorio son recolectados durante el turno mediante un muestreo sistemático de la granza que ingresa al proceso que luego es analizada por el departamento de calidad simulando los parámetros establecidos del proceso. Para lo cual utilizan un pulidor de menor escala marca Mc Gill, por el cual se debe pasar la muestra una vez durante 30 segundos con una sola pesa simulando la presión, luego se coloca otra pesa de 910 para lograr mayor presión y se somete a 5 segundos más, con esto el grano es comparado con el proceso industrial de acuerdo con las normas y regulaciones que establece CONARROZ, esto con el propósito de establecer parámetros en el proceso y la idea es que se obtengan resultados muy similares.

Los datos son registrados en archivo de Excel que se llama ROMM, se procede a comparar los datos de laboratorio vrs los datos de los registros de producción del molino.

En el siguiente cuadro se muestra los datos de los últimos meses del grano Q del proceso de molino vrs laboratorio.

Tabla 6. Comportamiento del quebrado.

DEMASA DIVISIÓNA ARROZ			
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL QUEBRADO EN EL PROCESO DE MOLIENDA			
MESES	Q.PLANTA	Q. LABORATORIO	DIF
Oct-15	18	15	3
Nov-15	19	15	4
Dic-15	19	16	3
Ene-16	20	17	3
Feb-16	19	15	4
Mar-16	19	17	2

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°6 se muestra el comportamiento del grano Q de los últimos seis meses, donde se evidencia que la planta anda sobre el dato de referencia que es el laboratorio.

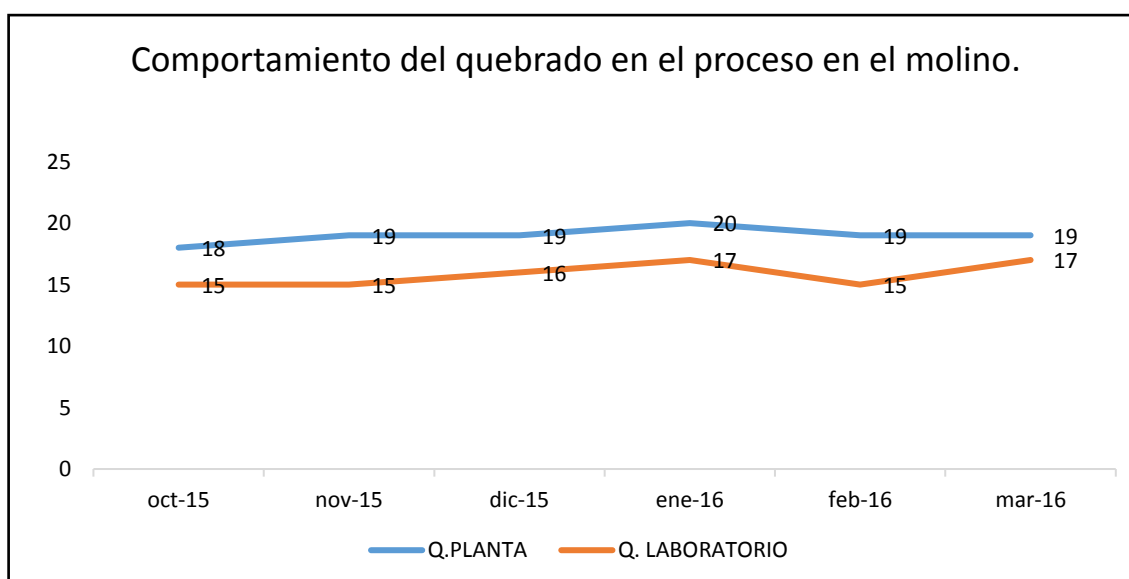


Gráfico 7. Comportamiento del quebrado en el molino.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el caso del indicador de quebrado (Q) de la granza del proceso, la materia prima por su naturaleza tiene un porcentaje de quebrado inherente por su variedad, y en el silo de conservación no se puede almacenar por separado las variedades y éstas se procesan mezcladas por el cual el rango es amplio, no se tiene certeza en qué momento se consume de alguna variedad de las

que traen mayor o menor porcentaje de quebrado, si no, hasta que se procese y analice la muestra. Además que si no se le da un tratamiento de secado adecuado puede afectar el aumento de los granos quebrados hasta en un 2%.

El rango donde oscilan los porcentajes de quebrados anda entre 14% a 26%, el reto acá es que el molino no sobrepase el dato de referencia que indica el laboratorio producto de la simulación en el momento que procese, ya que significa pérdidas directas al rendimiento de la planta y por lo tanto a la rentabilidad.

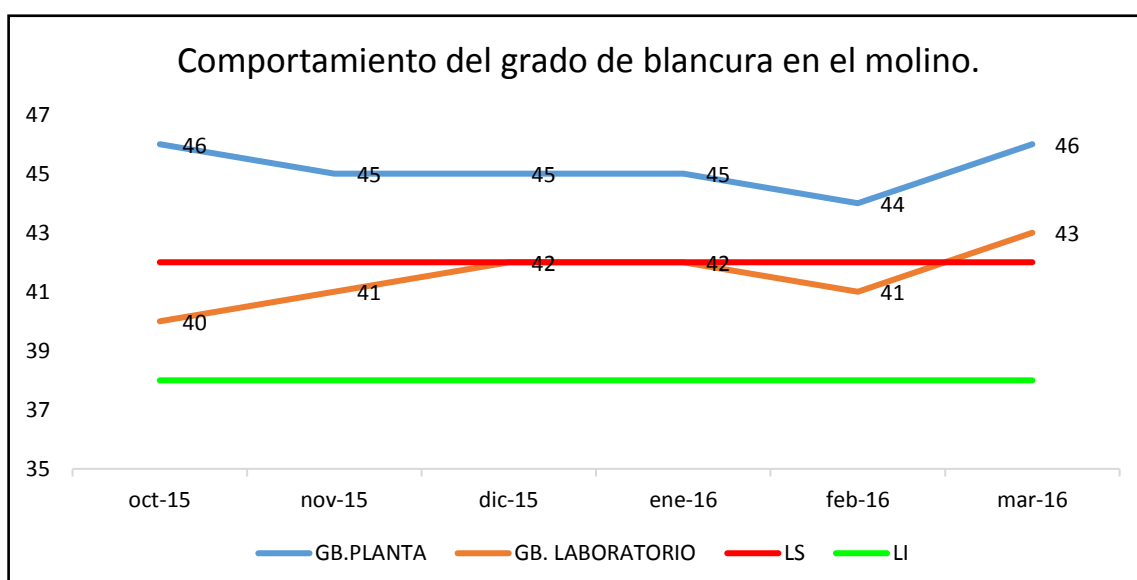
En el siguiente cuadro se muestra los datos de los últimos meses del grado de blancura del grano procesado en el molino vrs laboratorio.

Tabla 7. Comportamiento del Grado de Blancura.

DEMASA DIVISIÓNA ARROZ			
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL GRADO DE BLANCURA EN EL PROCESO DE MOLIENDA			
MESES	GB.PLANTA	GB. LABORATORIO	DIF
Oct-15	46	40	6
Nov-15	45	41	4
Dic-15	45	42	3
Ene-16	45	42	3
Feb-16	44	41	3
Mar-16	46	43	3

Fuente: Jefe de planta.

En la tabla N°7 se muestra el comportamiento que presentó esta variable en el proceso durante los últimos meses, lo cual refleja que los datos de la planta



andan totalmente fuera de control y no se mantienen dentro de los límites superior e inferior.

Gráfico 8. Comportamiento del grado de blancura.

Como se observa en el gráfico N°8, para el caso del Grado Blancura está tiene definido un límite superior (42) y un límite inferior (37).

Los datos recopilados de la variable del grado de blancura de la Planta están fuera del límite superior y el grado de blancura del laboratorio se encuentra en el límite superior en los meses de dic-15 y ene-16, para mar-16 fuera de control. Evidentemente no está cumpliendo las especificaciones, no se cumple por que no se controlan las variables del proceso, no se ha realizado un estudio para optimizar y valorar cual método de trabajo es el idóneo para ver un

Fuente: Elaboración de planta. .

Considerando el criterio experto y el equipo de trabajo conformado para el proyecto se determina que estas variables no deben sobrepasar los parámetros que rige el laboratorio, si los valores de planta son superiores al laboratorio significa que el proceso de molienda está perdiendo rendimiento y no se está controlando las variables que lo afectan, ya que en el caso de mayor grado de blancura obedece a que el proceso genera mayor cantidad de semolina, por lo tanto implica un menor rendimiento de planta, aplica la siguiente condición.

ALTO GRADO DE BLANCURA = BAJO RENDIMIENTO

BAJO GRADO DE BLANCURA = ALTO RENDIMIENTO

Para el caso del quebrado va muy ligado al grado de blancura y para éste se aplica el siguiente balance de consideración en el proceso.

ALTO GRADO DE BLANCURA = ALTO GRANO QUEBRADO

BAJO GRADO DE BLANCURA = BAJO GRANO QUEBRADO

Para que un proceso se desarrolle en óptimas condiciones los valores de la planta deben de andar alineados a los valores de referencia del laboratorio, recordemos que el laboratorio es una referencia y que la muestra compuesta

de granza se analiza en equipos pequeños que simulan el proceso productivo en planta, lo que hace es tomar muestra antes de que ésta ingrese al proceso y la analiza en estos equipos de simulación. Ahora bien, lo que el laboratorio indica en este caso es, que los datos que obtiene del equipo de simulación la planta deben obtener el mismo resultado, de lo contrario esto significa que se puede estar generando pérdidas al no aprovechar la materia prima, como se muestra en los gráficos N°7 y N°8, en los que se evidencia que los valores sobrepasan dicha referencia.

4.6 Rendimiento histórico de planta

Tabla 8. Tabla del rendimiento histórico de la planta.

DEMASA DIVISIÓNA ARROZ			
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL DE PLANTA EN EL PROCESO DE MOLIENDA			
MESES	GB.PLANTA	GB. LABORATORIO	DIF
Oct-15	111	111	0
Nov-15	109	110	-1
Dic-15	110	111	-1
Ene-16	109	110	-1
Feb-16	107.5	111	-3.5
Mar-16	108	111	-3

Fuente: Jefe de planta.

En la tabla N°8 se muestra el comportamiento que presentó esta variable en el proceso durante los últimos meses, refleja que los datos de la planta andan totalmente fuera de control y no se mantienen dentro de los límites superior e inferior.

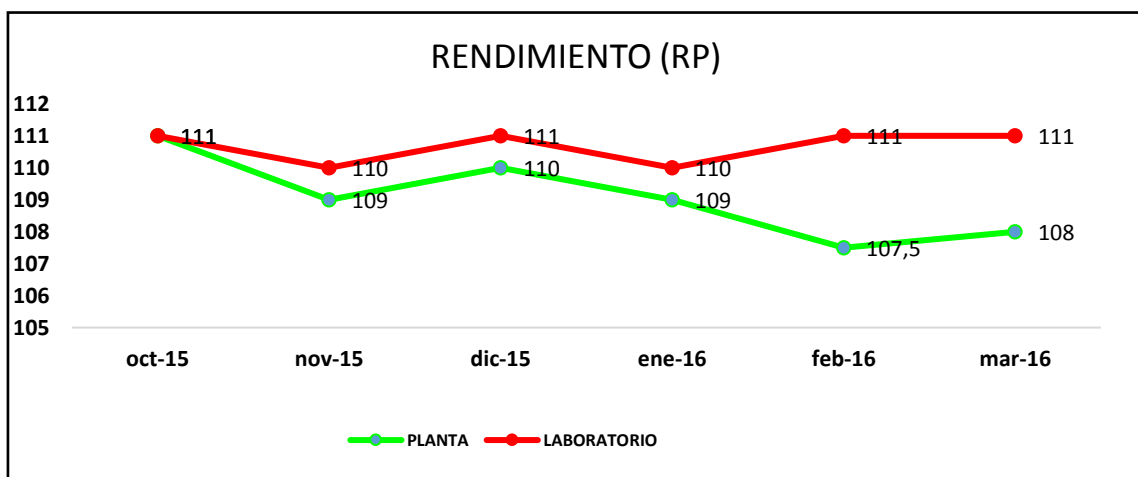


Gráfico 9. Historial de rendimiento de planta.

Fuente: Elaboración Propia.

4.7 Falta de repuestos en stock

Esta causa tiene un peso importante debido a que no se tiene en consideración por parte de las Jefaturas la importancia de mantener en stock algunos de los repuestos más importantes del sistema de pulido, entre ellos los siguientes; piedras de esmeril, estrellas, roles, controles, masas, mallas, rotor, mallas lijadoras etc.

En reunión con el jefe de mantenimiento y el gerente de planta, indicaron que los pulidores tienen más de seis años de no refaccionarse y consideran este punto como un factor clave para mantener la buena operación de los equipos y que evidentemente esto va generando complicaciones en la operación ya que no se logra un resultado positivo en el proceso si los equipos no se tienen bien refaccionados y calibrados.

Observando los reportes de operación del proceso el pulidor #7 tiene más de diez meses que se usa relativamente poco debido a que las piedras y estrellas se encuentran muy gastadas. Los repuestos de estos equipos se mandan a traer a los Estados Unidos y el tiempo mínimo de respuesta por parte de la empresa Satake que es el fabricante, son seis meses.

4.8 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) Inicial

Para iniciar con este análisis se convoca el equipo de trabajo conformado por Jimmy Villalobos, Jesús Morales, Rodolfo Sánchez, Rigoberto Sánchez, Armando Fallas, Jhon Pérez y mi persona, también participa el jefe de mantenimiento para que dé su aporte en las ideas y calcular prioridades e importancias de cada riesgo.

Con la ayuda del fabricante y criterio experto se determina que hay repuestos que debe haber en stock ya que de presentarse un fallo éstos determinan el paro automático del equipo, por lo tanto si no se tienen en inventario, se afectaría los resultados finales del proceso productivo.

Listado de modo de fallos potenciales:

1. Piedras esmeril.
2. Mallas lijadoras.
3. Frenos.
4. Estrellas.

Para el cálculo del índice de importancia de cada riesgo (NPR) se muestra en una tabla las escalas de calificación de **Gravedad, Aparición y Detección**, para una mayor interpretación.

La tabla de gravedad nos permite calcular que tan catastrófico es el fallo con una calificación del 1 al 10, entre más alta la puntuación significa que la gravedad es mayor, por lo tanto la importancia es alta.

Tabla 9. Valoración de la Gravedad.

GRAVEDAD		G
Evento Catastrófico	10	El fallo puede causar muerte o lesiones
Efectos para el paciente		Muerte o pérdida permanente de la función (sensorial, motora, fisiológica o intelectual), suicidio, reacción transfusional hemolítica, cirugía en paciente o lugar equivocado, secuestro infantil o entrega de un bebé a la familia errónea
Evento Importante	7	El fallo incide de manera importante en el paciente
Efectos para el paciente		Lesiones permanentes de la función (sensorial, motora, fisiológica o intelectual), desfiguración, necesidad de intervención quirúrgica, aumento de la estancia o de la intensidad de la atención para 3 o más pacientes
Evento Moderado	4	El fallo incide de manera importante en el paciente
Efectos para el paciente		Lesiones permanentes de la función (sensorial, motora, fisiológica o intelectual), desfiguración, necesidad de intervención quirúrgica, aumento de la estancia o de la intensidad de la atención para 3 o más pacientes
Evento Menor	1	El paciente no percibirá el fallo, ni se incrementará su estancia o nivel de atención
Efectos para el paciente		Sin lesiones ni aumento de la estancia ni necesidad de aumentar el nivel de atención

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla de aparición nos permite calcular que tan frecuente es el fallo con una calificación del 1 al 10, entre más alta la puntuación significa que la aparición es mayor por lo tanto el riesgo es alto.

Tabla 10. Valoración de la Aparición.

APARICIÓN	A	
Frecuente	10	Probable aparición de forma inmediata o en un corto periodo de tiempo (puede suceder varias veces en un año)
Ocasional	7	Es probable que ocurra (varias veces en 1 o 2 años)
Infrecuente	4	Aparición posible (puede suceder en alguna ocasión en 2 a 5 años)
Remoto	1	Aparición improbable (puede ocurrir alguna vez en un periodo superior a 5 años)

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla de detección permite calcular que tan detectable es el fallo con una calificación del 1 al 10, entre más alta la puntuación significa que es fácil de detectar, por lo tanto el riesgo es alto.

Tabla 11. Valoración de la Detección

DETECCIÓN D	
10	No existe ninguna técnica de control disponible o conocida y/o no está prevista ninguna
7	Los controles tienen una efectividad leve o baja
4	Los controles tienen una efectividad moderadamente alta o alta
1	Se cuenta con métodos probados de detección: defecto detectarán la existencia de un con casi total seguridad

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente cuadro se muestran las fallas con su NPR calculado y con su análisis de causa. Un cálculo del NPR alto nos indica que los fallos son potencialmente significativos y que estos son catastróficos para el proceso si no se controlan.

Tabla 12. Cálculo del NPR inicial.

 DEMASA DIVISIÓN ARROZ ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA) DEL SISTEMA DE PULIDO INICIAL								
Componente del servicio	Modo de fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G	A	D	NPR
Funcionamiento efectivo del sistema de pulido	Piedras esmeril gastadas	Alto grano quebrado/bajo GB	Falta de mantenimiento/No hay repuestos es stock	Quejas de los operarios/reportes de operación	10	6	10	600
	Cribas lijadoras gastadas	Atascamiento de semolina	Falta de mantenimiento/No hay repuestos es stock	Quejas de los operarios/reportes de operación	10	6	10	600
	Frenos desajustados	Gado de Blancura fuera de los límites	Falta de mantenimiento/No hay repuestos es stock	Quejas de los operarios/reportes de operación	8	6	10	480
	Estrellas gastadas	Mala distribución del grano en las recámaras	Falta de mantenimiento/No hay repuestos es stock	Quejas de los operarios/reportes de operación	6	6	10	360

Fuente: Elaboración Propia

Muestra gráfica de las causas y su valoración de NPR del análisis inicial.

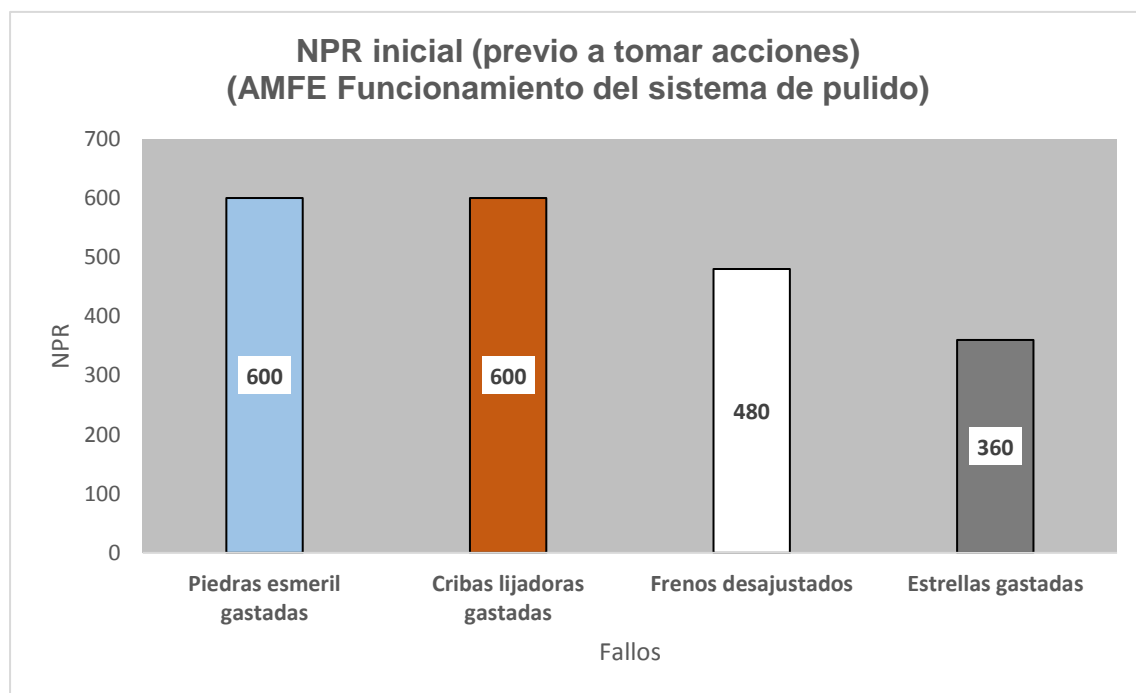


Gráfico 10. NPR Inicial.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en el gráfico N°10 el índice de importancia de cada riesgo es alto, por lo que se puede determinar que se deben tomar acciones inmediatas en estos fallos para evitar que generen contratiempos en la propuesta de mejora.

4.9 Conclusiones

- Se concluye del análisis de causas que las dos que más influyen en el rendimiento son: Modelo de trabajo inadecuado y falta de repuestos en stock.
- Se concluye que el proceso de dos etapas de trabajo para el caso del GB los valores no se logran mantener dentro del mínimo y máximo permisible, generando esto que el grano tenga un peso menor debido al exceso de semolina removida. En el caso del indicador de quebrado, los datos del proceso están sobre el valor de referencia del laboratorio.
- De acuerdo con las observaciones encontradas de las variables del proceso que en el período de octubre 15 a marzo 16 de la planta de Demasa División Arroz, no están siendo controladas adecuadamente. Considerando el enfoque de este proyecto se estima que se puede dar un mayor aprovechamiento a la materia prima para mejorar estos indicadores.
- Al no tener bien definido el modelo de operación del proceso, los datos están siendo afectados en su rendimiento, por lo tanto este indicador se mantiene por debajo de la referencia del laboratorio.
- Se deben tomar acciones inmediatas para refaccionar estos equipos, así como conservar una cantidad de repuestas en stock para garantizar que no se vaya a detener durante y posterior al proyecto por falta de mantenimiento del mismo.
- No se tienen un plan de mantenimiento preventivo de los pulidores.
- Por medio del análisis de modos de fallos y efectos FMEA, se concluye que los repuestos más importantes que se deben de tener almacén son:
A- Piedras esmeril y B- Cribas lijadoras.

- Los operadores no tienen conocimientos técnicos sobre la operación de los equipos, ni han recibido entrenamiento formal de cómo realizar sus labores.
- El pulidor N°8, se encuentran muy deteriorado, pues cuentan con más de diez años en la planta, y no se les brinda un buen mantenimiento.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

En este capítulo se desarrollaran pruebas para determinar el comportamiento que presentan los indicadores de producción en busca de la mejora de los resultados y que estos lleven a aumentar el indicador de rendimiento de la planta. Por medio de ajustes de los equipos, optimización del proceso de pulido y análisis estadísticos. En este capítulo se busca demostrar cual es la mejor forma en que se debe operar los equipos de manera que se aproveche al máximo la materia prima y la mano de obra así como el modo en que los equipos cuenten con un plan de mantenimiento bien programado con sus procedimientos y objetivos claros y definidos. Se montarán indicares en tablas tipo semáforo para seguimiento y estar monitoreando su comportamiento en el tiempo.

5.1 Etapas de trabajo inadecuadas

Para trabajar esta área de oportunidad detectada en los pocos? vitales del Pareto, se reunió al equipo para que aportara ideas respecto a ***¿Qué afecta en las etapas de proceso para lograr un mayor rendimiento?*** Se maneja el mismo sistema al ejercicio anterior, el equipo se reúne y se hace una lluvia de ideas para ver que puede afectar en las etapas de pulido y que no se está haciendo.

1. Tazas de pulimiento mal distribuidas.
2. Tazas de quebrado mal distribuidas.
3. Falta de refaccionar a los pulidores (Estrellas, frenos y piedras).
4. Amperajes no controlados.
5. Equipo con vibración.
6. Flujo inadecuado.
7. Presión inadecuada.

Para esta oportunidad se toma en consideración el criterio del fabricante y criterio experto técnico, para que las ideas lleven un orden pertinente y el proceso no se salga de contexto.

Para cada uno de los métodos de trabajo (pulido en dos etapas y pulido en tres etapas) el equipo decide que se deben someter a igualdad de condiciones, **ajustar y optimizar** los pulidores. Siguiendo el criterio del experto se empieza con los ajustes de los equipos para que los mismos se encuentren en condiciones de operación ideales, para luego optimizarlos mediante un experimento factorial en minitap.

En el siguiente cuadro de detalle el sistema de pulido.

Tabla 13. Sistema de Pulido.

Pulido Abrasión		Pulido Fricción	
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	
Pulidor 8	Pulidor 7	Pulidor 5	Pulidor 6

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Ajustes del sistema de pulimiento

Antes de empezar con la optimización de los pulidores se coordinó con mantenimiento una visita del técnico de estos equipos para que determinara cuales y que refacción se debía hacer a cada uno, recomendando cambiarle lo siguiente:

1. **Etapa 1, pulidor abrasivo 8:** A este pulidor se le cambia; los frenos, rotor, cuchillas de esmeril, tres piedras de esmeril, muñoneras, poleas, fajas y se balancea para quitar la vibración).
2. **Etapa 2, pulidor abrasivo 7:** A este pulidor le cambia; los frenos, juego completo de piedras de esmeril, rotor, cuchillas de esmeril, roles, muñoneras, poleas y tapa de soporte principal.
3. **Etapa 3, pulidor de fricción 5 y 6:** A estos pulidores se le cambia: cribas lijadoras, fajas, muñoneras, roles, cabezote de control, sistema de inyección de agua, sistema de inyección de aire y frenos.

Una vez que mantenimiento nos hace el trabajo y con los equipos refaccionados y bien ajustados, el equipo plantea que todavía se debe acondicionar el método de prueba y que se debe ajustar algunas variables del

proceso para que el experimento no se vea sesgado por variables internas que no se controlaron, para este caso aplica lo siguiente.

1. Distribuir las **tazas de pulido** en dos etapas y tres etapas, considerando que el grano integral o el grano antes de entrar en la etapa 1 tiene un GB= 24 y debe salir a GB entre = 37 y 42.
2. Distribuir los flujos adecuados en cada etapa de acuerdo con la capacidad de cada equipo.
3. Recalibración de la alimentación de agua en los pulidores de fricción 5 y 6, aquí se cambian los manómetros y además se le inyecta presión de aire a la entrada de la recámara para que ésta se distribuya uniformemente dentro del cubículo de pulimiento.

5.3 Refacción de los pulidores

Para hacer este trabajo se coordinó con el jefe de planta traer un técnico de SATAKE para que refaccionara los equipos y que a su vez brindara entrenamiento al personal técnico de la empresa para que luego diera continuidad al mantenimiento y así realizar las refacciones necesarias cuando los equipos lo requieran, este trabajo se hizo en dos partes, una en marzo y la otra en abril.

Para esta primera parte de refacción el costo fue de 3 511 408. 50 millones de colones.

A continuación la lista de la primera parte de refacciones, consiste en refaccionar las partes más dañadas para aprovechar la visita del técnico y balancear las masas que se encontraban desajustadas y también para diagnosticar a profundidad el total de refacciones a ocupar.

Tabla 14. Listado de refacción de los pulidores, primera parte.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ INFORME DE REFACCIÓN DE PULIDORES PARA EL PERIODO ABRIL 2016.										
Ce.coste	Descrip.clases coste	Cl.cost	Denom.cuenta contrap	Nºdoc.ref.	Año	Fecha de	Valor/mon.inf	Usuario	Texto cab.docur	Denominación
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002213591	2016	03.04.16	7,497.00	MARIAS	PULIDOR 8	Disco pequeño corte metal 4.5" Metabo
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002217717	2016	03.04.16	609,773.02	MARIAS	PULIDOR 8	CRIBAS COD.261020800(09)85° SAT
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002217742	2016	03.04.16	147,371.00	MARIAS	PULIDOR 8	FAJAS FD19351060 V-BELT (5V X 1
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002346845	2016	03.04.16	188.14	MARIAS	PULIDOR 5	Arandlas planas de 1/2 galvanizadas
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002364217	2016	03.04.16	2,014,220.92	MARIAS	PULIDORES	PIEDRAS NORMALES COD. 2610504
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002364217	2016	03.04.16	402,784.01	MARIAS	PULIDORES	PIEDRA CONICA COD. 261050325 # 3
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002579883	2016	03.04.16	1,320,357.44	MARIAS	PULIDOR DE AG	Rodillo Pulido Satake KB40GT nº 07901
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002579883	2016	03.04.16	387,615.41	MARIAS	PULIDOR DE AG	Tamiz(Cedazo)PulidorSatakeKB40GT C
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Material de empaque	6002579883	2016	03.04.16	43,278.10	MARIAS	PULIDOR DE AG	Rol 2215 k balines doble hilera
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Material de empaque	6002580059	2016	03.04.16	43,278.10	MARIAS	PULIDOR DE AG	Rol 2215 k balines doble hilera
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580059	2016	03.04.16	387,615.41	MARIAS	PULIDOR DE AG	Tamiz(Cedazo)PulidorSatakeKB40GT C
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580059	2016	03.04.16	1,320,357.44	MARIAS	PULIDOR DE AG	Rodillo Pulido Satake KB40GT nº 07901
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580061	2016	03.04.16	1,365.68	MARIAS	PULIDOR DE AG	Silicon rojo alta temp 26BR 285956 Loc
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580061	2016	03.04.16	36,500.43	MARIAS	PULIDOR DE AG	ROLL 6215 zz NTN (Pulidor 05)
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580061	2016	03.04.16	387,615.41	MARIAS	PULIDOR DE AG	Tamiz(Cedazo)PulidorSatakeKB40GT C
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002580061	2016	03.04.16	1,320,357.44	MARIAS	PULIDOR DE AG	Rodillo Pulido Satake KB40GT nº 07901
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002670305	2016	03.04.16	44.29	MARIAS	PULIDOR 8	TORNILLO 1/4 X 1 1/2
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002670305	2016	03.04.16	1,389,826.52	MARIAS	PULIDOR 8	26105606L Cylinder FCWT cousting In
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002670305	2016	03.04.16	667,075.08	MARIAS	PULIDOR 8	261050180 Ring
2170330003	Mantenimiento y equipo Industri	5E+05	Refacciones y otros materi	6002670305	2016	03.04.16	580,672.03	MARIAS	PULIDOR 8	261050160 Feed Roller
TOTAL							11,067,792.87			

Fuente: Encargado de proveeduría

Luego de hacer revisiones profundas y estudios de observación de los pulidores se procede a una segunda parte de la refaccionada de estos equipos.

Tabla 15. Listado de refacción de los pulidores, segunda parte.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ INFORME DE REFACCIONES DE PULIDORES PARA EL PERIODO MARZO 2016.										
Ce.coste	Descrip.clases coste	Cl.cost	Denom.cuenta contr	Nºdoc.ref.	Año	Fecha de	Valor/mon.inf	Usuario	Texto cab.documento	Denominación
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	385,556.93	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	PIEDRA CONICA COD. 261050325 # 30P
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	1,430,298.23	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	PIEDRAS NORMALES COD. 261050415 # 30P
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	4573,155.14	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	Tamiz(Cedazo)PulidorSatakeKB40GT C409021
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	426,064.44	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	Rodillo Pulido Satake KB40GT nº 0790127
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	10,848.00	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	DISCOS MIL HOJAS 4 PULG X 7/8
2170300060	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002615240	2016	30.03.2016	2,856.00	MARIAS	PULIDORES(VISITA TENICO)	Disco pequeño corte metal 4.5" Metabo
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6002837947	2016	30.03.2016	37,409.44	MARIAS	PULIDOR 5 Y 6 SATAKE	Filter 25 micron TFN002030002PulidorKB40
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003037700	2016	30.03.2016	175.16	MARIAS	PULIDOR 08 COVERTOR	TORNILLO ABELL. 3/16 X 1
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003037700	2016	30.03.2016	149.26	MARIAS	PULIDOR 08 COVERTOR	ARANDELA PLANA1/4
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003037700	2016	30.03.2016	121.8	MARIAS	PULIDOR 08 COVERTOR	Arandlas planas 3/16
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003037700	2016	30.03.2016	200.69	MARIAS	PULIDOR 08 COVERTOR	TORNILLO EXG 1/4 X 1
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003196817	2016	30.03.2016	144,904.00	MARIAS	PULIDOR 7	GASA PLASTICA NYLON 8" X 3.6MM BLANCA
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003196817	2016	30.03.2016	152,443.25	MARIAS	PULIDOR 7	CRIBAS COD.261020800(09)85° SATAKE VTA1
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	635.24	MARIAS	PULIDOR 6	TORNILLO EXG 1/2 X 4
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	135.12	MARIAS	PULIDOR 6	Arandlas planas de 1/2 galvanizadas
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	131.48	MARIAS	PULIDOR 6	ARANDELA DE PRESION 1/2"
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	133.48	MARIAS	PULIDOR 6	TORNILLO E X G 5/ 16X 2
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	1499.71	MARIAS	PULIDOR 6	TORNILLO 1/2 X 1 1/2
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	197.19	MARIAS	PULIDOR 6	TORNILLO PRISONER 1/4 x 1
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003317157	2016	30.03.2016	1495.4	MARIAS	PULIDOR 6	TORNILLO 5/16 X 3/4
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003377414	2016	30.03.2016	330,821.54	MARIAS	PULIDORES	Tamiz(Cedazo)PulidorSatakeKB40GT C409021
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003377414	2016	30.03.2016	152,443.25	MARIAS	PULIDORES	CRIBAS COD.261020800(09)85° SATAKE VTA1
2170330003	Mantenimiento y equipo Indus	5E+05	Refacciones y otros ma	6003392634	2016	30.03.2016	2,233.75	MARIAS	PULIDOR 7	Rollo tape Electrico 3M 33+
TOTAL							€ 3,511,408.50			

Fuente: Encargado de proveeduría

Como se muestra en la tabla N°15, segunda parte de refacción de los pulidores, con esto se termina de refaccionar todos y los mismos quedan en condiciones ideales de operación, ya en esta etapa se contó con el mecánico capacitado para dar mantenimiento a los equipos.

En esta segunda parte, el costo se eleva ya que se profundiza en los equipos y se determina qué falta por refaccionar, el costo es de **11, 067, 792. 87** millones de colones.

Para tener estos equipos en buenas condiciones de operación se realizó una inversión total de **14, 579, 201. 37** millones de colones, con esto se espera que los resultados sean mejores en el proceso de optimización.

5.4 Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) final

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis anterior, se ha logrado una mejora en el mantenimiento de estos equipos que son de suma importancia para la organización y el proyecto como tal, dentro del cual se aplican las siguientes etapas.

5.5 Rutina de mantenimiento

Teniendo en cuenta que las acciones tomadas son efectivas se hace un programa de mantenimiento preventivo junto con el jefe de ese departamento . y el mismo se manejará de forma automatizada en el sistema empresarial de datos SAP que maneja la empresa. Este sistema dará un aviso una vez al mes para que uno de los mecánicos haga el preventivo, éste genera un reporte el cual se imprime para que el mecánico y el eléctrico hagan el trabajo respectivo, junto con la rutina de mantenimiento preventivo. Ver formato en anexo N°6

5.6 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Presenta una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite hacer el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de pulido, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general que se distribuye en el tiempo, de esa manera se hace este diagrama abarcando todos los pulidores. Ver el formato en anexo N° 19.

5.7 Mantenimiento preventivo de los pulidores

Para que este mantenimiento sea efectivo se crea un procedimiento el cual tiene la finalidad de apoyar al mecánico, indicando lo que debe hacer para dar un mantenimiento adecuado y oportuno y que tenga los objetivos claros de que se debe cumplir en cada revisión. Además este procedimiento indicará las partes más sensibles de los pulidores.

Cada vez que el mecánico va hacer el preventivo el encargado de mantenimiento le debe imprimir un reporte el cual llenará y devolverá al encargado una vez que haya terminado la revisión. Este reporte también va a servir para ir midiendo la vida útil de las partes más importantes de los equipos y también para hacer pedidos con tiempo planificado de las refacciones que se necesiten para mantenerlas en la bodega antes de que se dé el fallo.

5.8 Cálculo NPR

Después de que se evidenció la falta de repuestos en stock y la falta de mantenimiento de los pulidores, y sabiendo que esto fue solucionado, se hace nueva valoración de las fallas en la situación final y se muestra en la siguiente tabla.


<p style="text-align: center;">DEMASA DIVISIÓN ARROZ</p>  <p style="text-align: center;">ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA) DEL SISTEMA DE PULIDO FINAL</p>									
Componente del servicio	Modo de fallo	Efecto	Acciones Recomendadas	Fecha del objetivo	Acciones tomadas	G	A	D	NPR
Funcionamiento efectivo del sistema de pulido	Piedras esmeril gastadas	Alto grano quebrado/bajo GB	Mantenimiento preventivo de los pulidores / Mantener en Stock un juego de piedras, cada vez que se utilicen inmediatamente hacer un nuevo pedido.	Jun-16	Sí	6	3	1	18
	Cribas lijadoras gastadas	Atascamiento de semolina	Mantenimiento preventivo de los pulidores / Mantener en Stock un juego de piedras, cada vez que se utilicen inmediatamente hacer un nuevo pedido.	Jun-16	Sí	5	3	1	15
	Frenos gastados	Gado de Blancura fuera de los límites	Mantenimiento preventivo de los pulidores / Mantener en Stock un juego de piedras, cada vez que se utilicen inmediatamente hacer un nuevo pedido.	Jun-16	Sí	2	3	1	6
	Estrellas gastadas	Mala distribución del grano en las recámaras	Mantenimiento preventivo de los pulidores / Mantener en Stock un juego de piedras, cada vez que se utilicen inmediatamente hacer un nuevo pedido.	Jun-16	Sí	2	3	1	6

Tabla 16. Cálculo del NPR final.

Muestra gráfica de las causas y su notación de NPR posterior a tomar acciones.

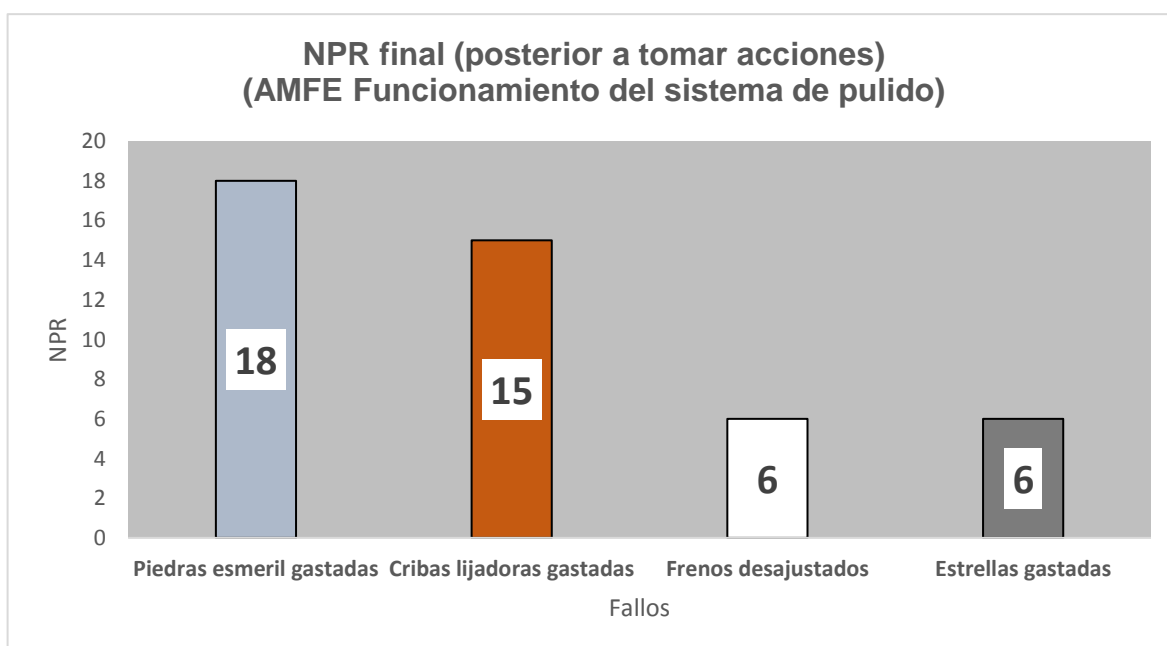


Gráfico 11. NPR Final.

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la gráfica N°11 la notación con los planes establecidos dan con un riesgo muy bajo, quedando como satisfactoria la puesta en marcha del análisis FMEA.

5.9 Optimización de las etapas de trabajo 1, 2 y 3 del sistema pulido, nuevo modelo

Para estas etapas las variables de entrada o independientes que se van a controlar son; la presión y el flujo. Pero en este caso estas se manejarán como constantes debido a que en el proceso son determinantes en las variables de salida que se analizan para valorar la mejora de la propuesta.

Las variables de salida que se analizan son; grado de blancura (**GB**) y el quebrado (**Q**), para ambos casos se toma en cuenta lo que propuso el equipo de mejora, para la blancura del grano se toma la salida final de la etapa tres (Pulidores 5 y 6), y para el quebrado se toma la diferencia entre la entrada y la salida, se analiza la muestra antes de ingresar a la etapa 1 y se analiza la muestra a la salida de la etapa 3.

Considerando que la forma tradicional de operación se hace utilizando dos etapas de pulido y se quiere comparar con el proceso de tres etapas de pulido para ver si se obtienen mejores resultados en el rendimiento de planta. Se plantea que ambos modelos sean equiparados en igualdad de condiciones, es decir, que se utilicen los mismos parámetros de operación para ambos modelos, para esto se desarrolla un estudio de optimización con ANOVA aplicando un diseño experimental de cada pulidor con el fin de que cada uno esté en las mejores condiciones de operación y poder tener un resultado óptimo en las variables de salida (porcentaje de quebrado (Q) y grado de blancura (GB)).

Se desarrolla un diseño factorial con dos factores (Presión y Flujo), que permita hacer un muestreo aleatorio con un punto central, quedando un total de nueve replicas, los parámetros de operación de cada pulidor es considerando el máximo y el mínimo del rendimiento de cada factor y es donde oscila un desempeño adecuado del equipo.

Para el experimento se usará los mismos factores para el pulido de tres etapas (Presión y Flujo), lo que va a cambiar son los parámetros de operación para el sistema de abrasión (**Etapa 1** Pulidor 8 y **Etapa 2** Pulidor 7) y fricción (**Etapa 3** Pulidores 5 y 6). En el caso de los pulidores abrasivos 7 y 8 se usaran los mismos parámetros ya que éstos son iguales marcas (SATAKE VTA10AB-L), para los pulidores por fricción 5 y 6 se usan parámetros diferentes a las etapas 1 y 2, marca (SATAKE KB40G-L).

5.9.1 Experimento factorial Etapa 1 (Pulidor abrasivo # 8)

Los factores que se consideran para este pulidor y sus parámetros en el siguiente cuadro.

Tabla 17. Parámetros de operación del sistema abrasivo.

Factor	Parámetros de operación	
	Rango/Min	Rango/Max
Presión	1	6
Flujo	6	9

Fuente: Elaboración Propia

Diseño factorial que es arrojado por minitap utilizando un punto central es un total de 9 réplicas para ser muestreadas aleatoriamente en el pulidor 8.

Diseño factorial completo

Factores: 2 Diseño de la base: 2, 4
 Corridas: 9 Réplicas: 2
 Bloques: 1 Puntos centrales (total): 1

Todos los términos están libres de estructuras alias.

Hoja de trabajo 1 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Presión	Flujo
1	2	1	1	1	6.0	6.0
2	6	2	1	1	6.0	6.0
3	9	3	0	1	3.5	7.5
4	5	4	1	1	1.0	6.0
5	4	5	1	1	6.0	9.0
6	7	6	1	1	1.0	9.0
7	3	7	1	1	1.0	9.0
8	8	8	1	1	6.0	9.0
9	1	9	1	1	1.0	6.0

Gráfico 12. Diseño factorial completo Pulidor #8.

Fuente: Elaboración Propia.

Es este gráfico N°13 de diagrama de Pareto se puede ver que los dos factores tienen interacción en las variables de salida del experimento, ya que sobre pasan la línea roja con el factor B y AB combinados.

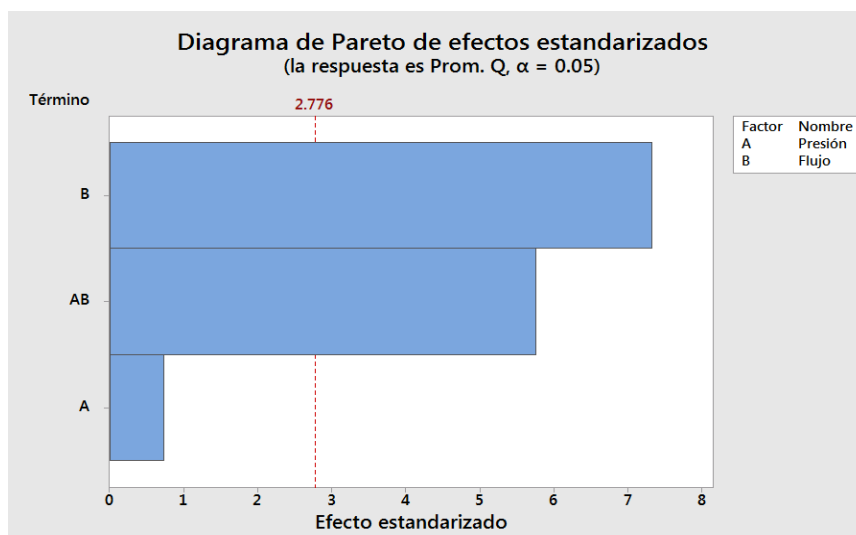


Gráfico 13. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #8

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico N°14 el resultado de optimización de este experimento nos indica que la forma de operación de este pulidor en donde se obtiene el menor porcentaje de **Q** es; **con una presión de 6.0 y un flujo de 9.0**, siendo este el punto máximo de ambos factores, con estos datos queda caracterizado este equipo, ya que la deseabilidad para ambos factores son buenas ya que las salidas el **Q (d=0.95)** y **GB (d=1.00)** donde el resultado entre más cerca o igual que 1 significa que el proceso es confiable y óptimo.

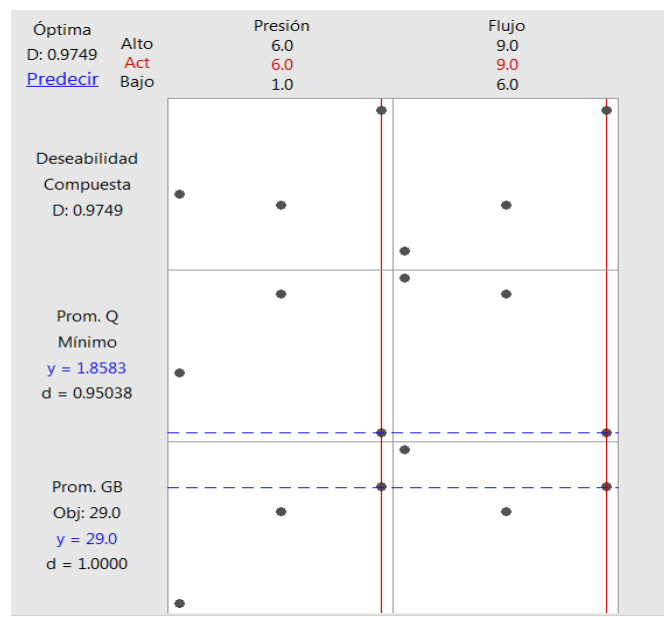


Gráfico 14. Optimización Pulidor #8.

Fuente: Elaboración Propia.

5.9.2 Experimento factorial Etapa 2 (Pulidor abrasivo # 7)

Los factores que se consideran para este pulidor y sus parámetros se muestran en el siguiente cuadro.

Figura 3. Parámetros de operación sistema abrasivo.

Parámetros de operación		
Factor	Rango/Min	Rango/Max
Presión	1	6
Flujo	6	9

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño factorial que es arrojado por minitap utilizando un punto central es un total de 9 réplicas para ser muestreadas aleatoriamente en el pulidor 7.

Diseño factorial completo

Factores: 2 Diseño de la base: 2, 4
 Corridas: 9 Réplicas: 2
 Bloques: 1 Puntos centrales (total): 1

Todos los términos están libres de estructuras alias.

Hoja de trabajo 1 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Presión	Flujo
1	8	1	1	1	6.0	9.0
2	1	2	1	1	1.0	6.0
3	7	3	1	1	1.0	9.0
4	9	4	0	1	3.5	7.5
5	2	5	1	1	6.0	6.0
6	4	6	1	1	6.0	9.0
7	3	7	1	1	1.0	9.0
8	5	8	1	1	1.0	6.0
9	6	9	1	1	6.0	6.0

Gráfico 15. Diseño factorial completo Pulidor #7.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico N°16 de diagrama de Pareto se puede ver que los dos factores tienen interacción en las variables de salida del experimento, ya que sobre pasan la línea roja con el factor B y AB combinados.

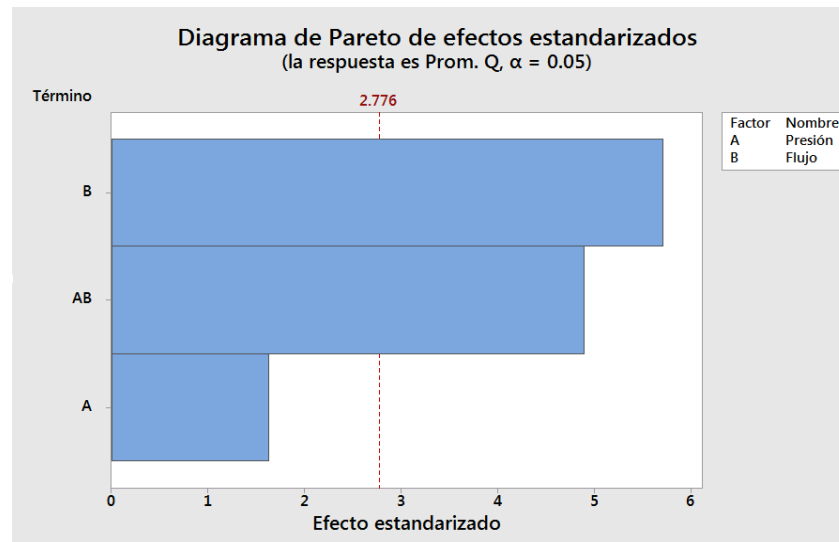


Gráfico 16. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #7.

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°16 el resultado de optimización de este experimento nos indica que la forma de operación de este pulidor en donde se obtiene el menor porcentaje de **Q** es; **con una presión de 6.0 y un flujo de 9.0**, siendo este el punto máximo de ambos factores, con estos datos queda caracterizado este equipo, ya que la deseabilidad para ambos factores son buenas ya que las salidas el **Q (d=1.00)** y **GB (d=1.00)** donde el resultado entre más cerca o igual que 1 significa que el proceso es confiable y óptimo.

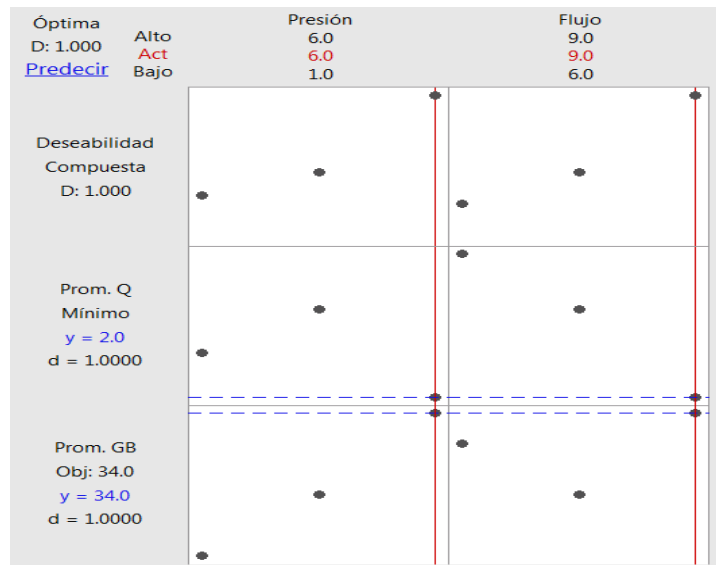


Gráfico 15. Optimización Pulidor #7.
Fuente: Elaboración Propia.

5.9.3 Experimento factorial Etapa 3 (Pulidor fricción # 6)

Los factores que se consideran para este pulidor y sus parámetros en el siguiente cuadro.

Factor	Parámetros de operación	
	Rango/Min	Rango/Max
Presión	1	4
Flujo	2	5

Figura 4. Parámetros de operación pulidor 5.
Fuente: Elaboración Propia.

Diseño factorial que es arrojado por minitap utilizando un punto central es un total de 9 réplicas para ser muestreadas aleatoriamente en el pulidor 6.

Diseño factorial completo

Factores: 2 Diseño de la base: 2, 4
 Corridas: 9 Réplicas: 2
 Bloques: 1 Puntos centrales (total): 1

Todos los términos están libres de estructuras alias.

Hoja de trabajo 1 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Presión	Flujo
1	3	1	1	1	1.0	5.0
2	2	2	1	1	4.0	2.0
3	8	3	1	1	4.0	5.0
4	4	4	1	1	4.0	5.0
5	5	5	1	1	1.0	2.0
6	9	6	0	1	2.5	3.5
7	1	7	1	1	1.0	2.0
8	7	8	1	1	1.0	5.0
9	6	9	1	1	4.0	2.0

Gráfico 16. Diseño factorial completo Pulidor #6.
 Fuente: Elaboración Propia

Es esta gráfica N°17 de diagrama de Pareto se puede ver que los dos factores tienen interacción en las variables de salida del experimento, ya que sobrepasan la línea roja con el factor A, B y AB combinados.

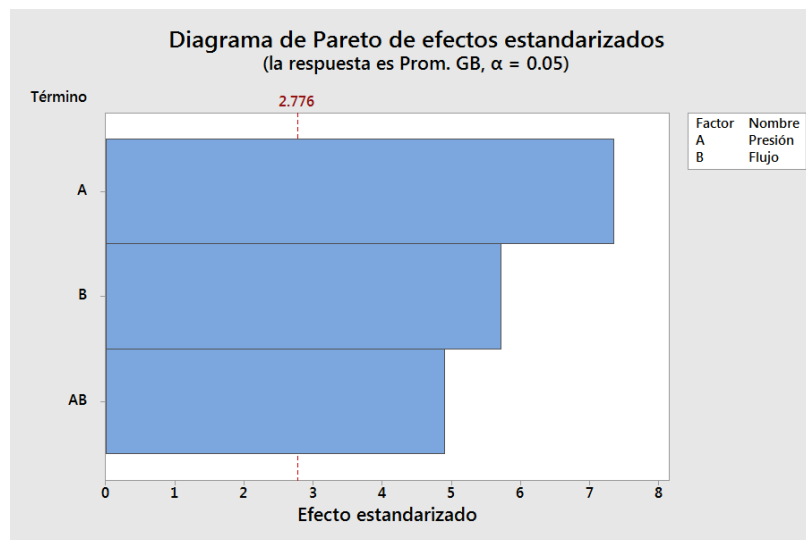


Gráfico 17. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #6.
 Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico N°18 el resultado de optimización de este experimento nos indica que la forma de operación de este pulidor en donde se obtiene el menor porcentaje de **Q** es; **con una presión de 2.5 y un flujo de 3.5**, siendo este el punto medio de ambos factores, con estos datos queda caracterizado este equipo, ya que la deseabilidad para ambos factores **son buenas** por cuanto las salidas del **Q (d=1.00)** y **GB (d=1.00)** dan como resultado muy cerca del 1 significa que el proceso es confiable y óptimo.

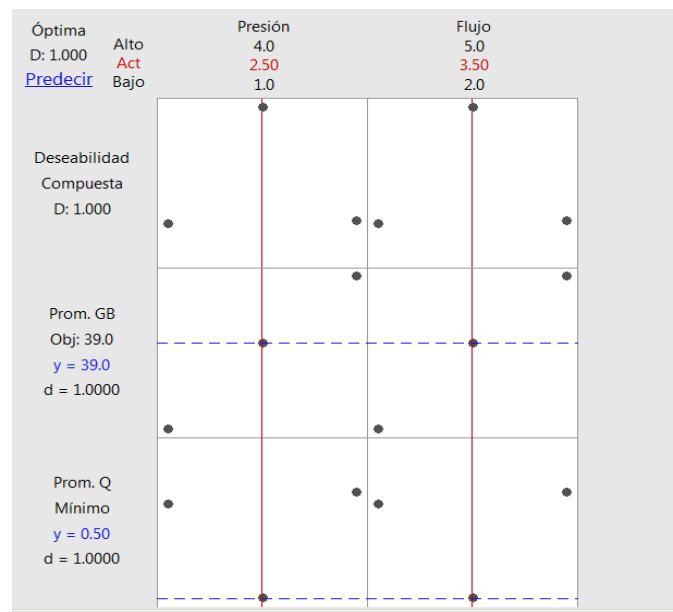


Gráfico 18. Optimización Pulidor #6.

Fuente: Elaboración Propia

5.9.4 Experimento Etapa 3 (Pulidor fricción # 5).

Los factores que se consideran para este pulidor y sus parámetros en el siguiente cuadro.

Factor	Parámetros de operación	
	Rango/Min	Rango/Max
Presión	1	4
Flujo	2	5

Figura 5. Parámetros de operación pulidor 6.

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño factorial que es arrojado por minitap utilizando un punto central es un total de 9 réplicas para ser muestreadas aleatoriamente en el pulidor 6.

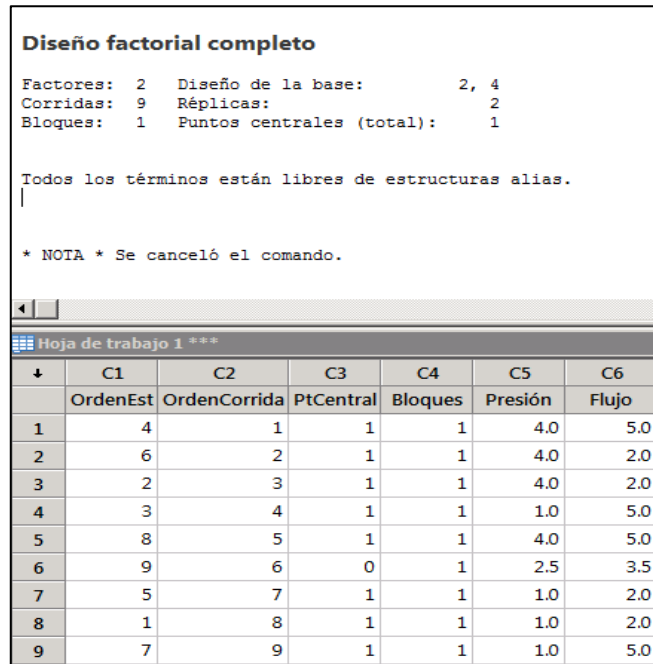


Gráfico 19. Diseño factorial completo Pulidor #5.

Fuente: Elaboración Propia

Es esta gráfica N°20 del diagrama de Pareto se puede ver que los dos factores tienen interacción en las variables de salida del experimento, ya que sobre pasan la línea roja con el factor A y AB combinados.

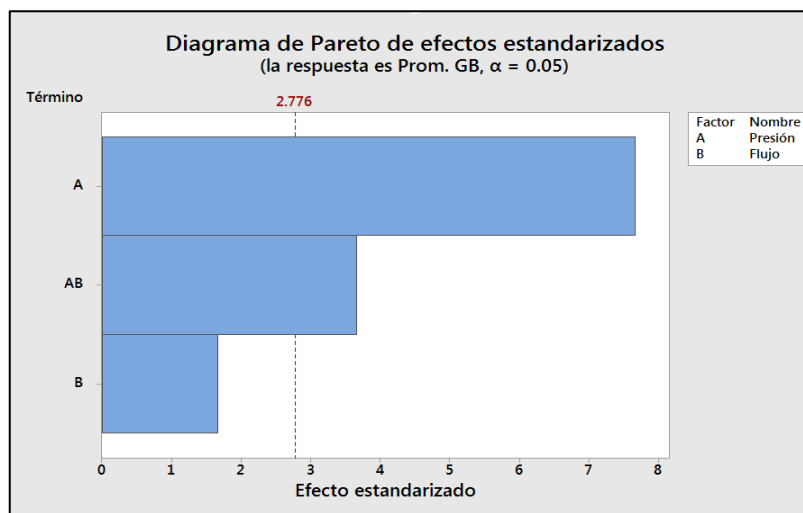


Gráfico 20. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados. Pulidor #5

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico N°21 el resultado de optimización de este experimento nos indica que la forma de operación de este pulidor en donde se obtiene el menor porcentaje de **Q** es; **con una presión de 4.0 y un flujo de 5.0**, siendo este el punto alto de ambos factores, con estos datos queda caracterizado este equipo, ya que la deseabilidad para ambos factores **son buenas** debido a que las salidas del **Q (d=0.9)** y **GB (d=1.0)** dan el resultado más cerca del 1 lo cual significa que el proceso es confiable y óptimo.

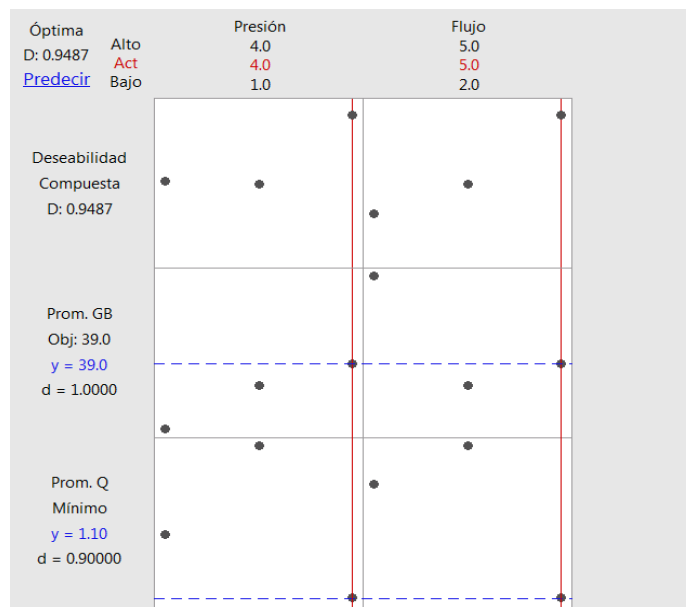


Gráfico 21. Optimización del Pulidor #5.

Fuente: Elaboración Propia

Desarrollado el experimento y de acuerdo con los resultados obtenidos en cada uno de ellos la caracterización de los pulidores se resume en el siguiente cuadro.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ		
CARECTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PULIDO		
PROYECTO DE AUMENTO DEL INDICADOR DE RENDIMIENTO PARA GRANZA NACIONAL		
	PRESIÓN	FLUJO
Etapa 1, pulidor abrasivo (PU-8)	6	9
Etapa 2, pulidor abrasivo (PU-7)	6	9
Etapa 3, pulidor de fricción (PU-6)	2.5	3.5
Etapa 3, pulidor de fricción (PU-5)	4	5

Tabla 18. Estandarización del pulido.

Fuente: Elaboración Propia

Entonces podría decir que los pulidores abrasivos 7 y 8 pueden operar con los mismos parámetros en los factores de presión y flujo. En el caso de los pulidores de fricción tienen parámetros distintos que pueden incidir en las variables de salida lo cual si no se tiene controlado afecta directamente la variable de salida Q.

5.10 Experimento Factorial Modelo de trabajo en tres etapas (Etapa 1 / Pulidor 8), (Etapa 2 / Pulidor 7) y Etapa 3 / Pulidores 5 y 6)

Con el sistema de pulido ajustado, refaccionado y optimizado se analiza la variación que existe en el proceso para determinar cómo es el comportamiento del mismo, se toma en consideración las variables de salida el grado de blancura **GB** y el quebrado **Q** durante cada turno, para cada una de estas variables se les analiza el sigma para determinar la estabilidad de los datos en este modelo. Se decide trabajar en estas dos variables debido al impacto que tienen en el rendimiento.

5.10.1 Sigma del grado de blancura (GB) en tres etapas

Para registrar los datos se determina un formato (CONTROL DEL PROCESO DE PULIDO Fap-010) ver anex0, se declara en el sistema documental de DEMASA para que el formulario esté a disponibilidad a los operarios, de esta forma se podrán registrar los datos durante el turno y si se les acaba el formato pueden ingresar a la intranet y buscar el documento e imprimir, se establece realizar tres análisis durante el turno de ocho horas debido a que el operario tiene que hacer análisis y tomar muestras de todos los equipos, mediante un estudio de observación se determina que el tiempo disponible del operario es justo para la toma de tres muestras en el turno.

Las muestras para obtener el GB se analizan en un equipo de medición de blancura del grano (MEDIDOR DE BLANCURA), marca Zaccaria, ver Figura en anexos.

Los datos recolectados corresponden al mes de abril y estos se agrupan por semana, de modo que cada mes tendrá su semana respectiva de acuerdo con el calendario, estas irán de la semana 14 a la semana 17. Para el caso del sigma entre más datos se obtengan mejor y más certero es el resultado, se pone a ensayo con el modelo de trabajo usando tres etapas de pulido con los siguientes resultados.

De acuerdo con la refacción, ajuste y optimización se considera para este escenario del sigma del grado de blancura **GB** manejar los límites ya establecidos para dicho análisis, límite superior **42** y límite inferior **37**.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRADO DE BLANCURA				
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016				
FECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
31-Mar	40.60	39.90	40.50	39.00
	40.20	39.70	39.90	39.40
	40.50	40.40	40.20	40.00
	40.20	38.40	40.30	38.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ
SIGMA DEL GRADO DE BLANCURA
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016

FECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
	42.40	39.20	39.70	38.80
01-Abr	40.00	39.70	40.20	40.10
	40.80	40.10	40.10	39.20
	41.00	38.70	38.70	38.00
	40.00	39.40	39.00	38.60
02-Abr	37.50	41.00	39.30	39.00
	40.30	38.20	39.90	38.70
	39.30	40.60	38.70	40.70
	40.80	40.70	38.40	38.40
	40.50	38.90	42.40	39.20
	42.60	39.50	38.70	39.10
03-Abr	40.00	38.80	40.50	39.50
	40.80	39.80	40.70	40.70
	40.50	38.80	40.40	39.50
	39.10	39.70	38.80	41.80
04-Abr	40.20	38.80	39.40	38.90
	40.80	39.00	39.00	40.20
	40.70	39.00	39.10	39.70
05-Abr	40.20	38.50	38.60	38.70
	40.80	39.00	38.80	38.60
	39.00	40.00	38.50	38.70
06-Abr	41.00	39.70	39.00	39.40
	39.50	38.90	39.00	39.10
	40.50	38.70	40.20	38.60
	40.90	40.20	40.70	39.50
Máximo	42.60	41.00	42.40	41.80
Mínimo	37.50	38.20	38.40	38.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRADO DE BLANCURA				
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016				
FECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
Rango	5.10	2.80	4.00	3.80
Promedio	40.37	39.42	39.61	39.28
Desviación	0.95	0.74	0.92	0.84
Límite superior	42.0	42.0	42.0	42.0
Límite inferior	37.0	37.0	37.0	37.0
Estadístico superior (respecto Lim. Sup.)	1.71	3.49	2.60	3.23
Estadístico inferior (respecto Lim. Inf.)	3.53	3.28	2.84	2.71
Producto por arriba del límite superior	4.37%	0.02%	0.47%	0.06%
Producto por debajo del límite inferior	0.02%	0.05%	0.23%	0.34%
CP Inferior	0.87	1.13	0.91	0.99
CPK superior	0.57	1.16	0.87	1.08
CPK inferior	1.18	1.09	0.95	0.90
CPK general	0.57	1.09	0.87	0.90
Rendimiento promedio	95.61%	99.92%	99.30%	99.60%
DPU (defectos por unidad gr)	0.04	0.00	0.01	0.00
DPMO (defectos por millón de	44.86	0.76	7.00	4.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRADO DE BLANCURA				
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016				
FECHA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
	14	15	16	17
oportunidades TM)				
Rendimiento	94.5%			
Nivel Sigma	3.1			

Tabla 19. Sigma del grado de blancura abril 2016.

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N°19 el cálculo del sigma del GB los datos correspondientes al mes de abril con un rendimiento de 94.5% y un nivel sigma de 3.1, considerándose en un nivel aceptable para seguir con el análisis.

5.10.2 Sigma del grano quebrado (Q) en tres etapas

Para este análisis se considera tomar datos con la misma frecuencia de muestreo que se usó en el grado de blancura, pero en este caso se toma una muestra a la entrada de la etapa 1 y otra muestra a la salida de la etapa 3, se saca la diferencia de Q para determinar el porcentaje que quiebra el proceso. Según el criterio de experto y el criterio técnico, con la refaccionada de los pulidores y los ajustes en cada etapa no debe quebrar más de 2 puntos, es decir que entre el dato de entrada y el dato de salida no debe sumar más de 6 puntos de quebrado. Bajo este escenario se considera como límite superior 6 y como límite inferior 1, el rango de quebrado debe mantenerse en este sentido para ver que los datos sean congruentes con el criterio experto y técnico.

**SIGMA DEL GRANO QUEBRADO
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016**

FECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
31-Mar	2.33	3.80	3.78	2.33
	2.44	3.68	4.00	2.44
	4.50	3.26	3.00	3.45
	2.00	3.00	3.90	2.00
	3.00	3.68	4.45	3.00
01-Abr	2.67	2.67	1.97	2.67
	4.23	4.50	4.00	3.24
	3.17	3.20	2.56	3.17
	3.00	2.90	4.56	3.00
02-Abr	3.00	3.50	3.78	3.00
	3.67	4.50	4.78	3.67
	4.00	4.00	3.68	4.00
	3.00	3.00	3.24	3.00
	3.90	3.90	3.89	3.90
	3.34	3.34	3.67	3.34
03-Abr	4.54	4.67	4.00	1.97
	2.69	2.69	4.00	2.69
	2.56	2.56	4.00	2.56
	2.78	2.78	2.78	2.78
04-Abr	3.78	3.78	2.80	3.00
	3.89	3.89	3.89	3.00
	3.68	3.68	3.68	3.67
05-Abr	3.24	3.24	3.00	4.00
	3.89	3.89	3.89	3.00
	3.67	3.67	3.12	3.90
06-Abr	4.00	4.00	3.90	3.34
	2.89	2.89	2.89	1.97
	2.90	2.90	2.90	2.69

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRANO QUEBRADO				
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016				
FECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
	3.00	3.00	3.50	2.56
Máximo	4.54	4.67	4.78	4.00
Mínimo	2.00	2.56	1.97	1.97
Rango	2.54	2.11	2.81	2.03
Promedio	3.30	3.47	3.57	3.01
Desviación	0.66	0.58	0.64	0.59
Límite superior	6.0	6.0	6.0	6.0
Límite inferior	1.0	1.0	1.0	1.0
Estadístico superior (respecto Lim. Sup.)	4.07	4.36	3.79	5.09
Estadístico inferior (respecto Lim. Inf.)	3.48	4.25	4.02	3.43
Producto por arriba del límite superior	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%
Producto por debajo del límite inferior	0.03%	0.00%	0.00%	0.03%
CP	1.26	1.44	1.30	1.42
CPK superior	1.36	1.45	1.26	1.70
CPK inferior	1.16	1.42	1.34	1.14
CPK general	1.16	1.42	1.26	1.14
Rendimiento promedio	99.97%	100.00%	99.99%	99.97%
DPU (defectos)	0.00	0.00	0.00	0.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRANO QUEBRADO				
DEL 31 DE MARZO AL 27 DE ABRIL 2016				
FECHA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
	14	15	16	17
por unidad gr)				
DPMO (defectos por millón de oportunidades TM)	0.28	0.02	0.10	0.31
índice de calidad	99.93%			
Nivel Sigma	4.7			

Tabla 20. Sigma del grano quebrado abril 2016.

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla N°20 con los datos analizados el rendimiento para el Q es de 99.93% y un nivel sigma de 4.7, con esto se evidencia que los resultados son confiables a largo plazo.

5.10.3 Rendimiento de planta en tres etapas

Bajo el modelo de trabajo en tres etapas y para el mes de abril 2016 que se trabaja bajo este sistema se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 21. Indicadores abril 2016.

Al 28 de abril 2016

Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación
Laboratorio	99.4	41.0	108.0	15.6	19.9	95.0
Molino	96.0	39.5	110.2	15.6	16.6	95.0

Fuente: Elaboración Propia

2.2

0.0

-3.3

0.0

Esta tabla 21 tipo semáforo se obtiene del balance de producción que maneja el jefe de planta, para generar estos indicadores día con día se debe ingresar las producciones traspasadas al BPT y el total del consumo de granza en sacos de 73.6 kg, el rendimiento y los demás datos se van monitoreando cada día y al final del mes arroja el dato con que se cierra. Si los datos son iguales al laboratorio o mejores según las condiciones el cuadro se mantiene en verde.

Se nota que cada uno de estos rubros se mantiene en verde lo cual refleja que todos los datos se mantienen o superan el indicador, el rendimiento de la planta está 2.2 libras sobre el laboratorio el cual significa que con la materia prima procesada se obtuvo mayor rendimiento por lo tanto se ocupó procesar menos materia prima para lograr el pedido del mes, obedeciendo esto en un ahorro al consumo de granza. El quebrado está 3.3 puntos por debajo que el laboratorio y esto ayuda en el índice de pilada **IP** que suma al rendimiento en obtener mayor cantidad de granos enteros que son aprovechables en las marcas y que se venden a un mejor precio que el grano quebrado, y que el grado de blancura se mantiene dentro de los valores permisibles el cual significa que no se obtuvo más semolina de lo establecido ayudando en peso al grano entero.

A continuación el detalle de la obtención del rendimiento para el modelo de tres etapas de trabajo para el mes de abril 2016.

La fórmula para obtener el rendimiento es:

Total de masa blanca (qq) / Total de granza procesada (Sacos de 73.6kg) * 100.

Datos para el mes de abril 2016.

Total de masa blanca **43065.04** qq / Total de granza procesada **39067.05**
s/c

$$\text{Rendimiento} = \frac{43065.04 \text{ quintales}}{39067.05 \text{ sacos}}$$

$$\text{Rendimiento} = 110.2\%$$

5.10.4 Cálculo de ahorro para el mes de abril 2016 (Tres Etapas de Pulido)

Con base en los datos obtenidos del balance de producción para el día de cierre del mes de abril, se calcula cuanto es el ahorro que se logra al trabajar el molino bajo la modalidad de tres etapas de pulido.

Estos datos se ingresan en la hoja de cálculo de Excel donde cada uno tiene su incidencia el aporte de ahorro de granza a consumo. Para este mes en cuestión el ahorro por este rendimiento es de 173.06 TM, con un costo de \$499 la tonelada métrica, el precio de la tonelada lo pone el gobierno que anda alrededor de los 20,000 colones por saco de 73.6 kg dependiendo del total de inventario.

Para hacer el cálculo con los indicadores obtenidos anteriormente se hace un archivo de Excel donde al ingresar cada uno de estos indicadores automáticamente se va generando un cálculo del ahorro en toneladas métricas y también de un beneficio en dólares.

Tabla 22. Cálculo del ahorro abril 2016.

Calculo de Ahorro								
MES	Consumo Sacos 73,6 kg	Consumo TM	Rendimiento Granza a Proceso S/Laboratorio	Rendimiento Granza a Proceso por Balance	Diferencia	Quebrado Granza a Proceso S/Laboratorio	Quebrado Granza a Proceso por balance	Diferencia
Abril	39067.1	2875.3	107.8	110.2	2.5	19.8	16.2	-3.7
I Semestre	230627.9	16974.2	108.2	108.5	0.2	20.5	20.1	-0.5
Mejora					2.2			
-3.2								
Mes	Producción Total	Entero Total	Quebrado Total	Entero Reprocesos	Quebrado Reprocesos	Entero Granza	Quebrado Granza	
Abril	46108.92	36837.31	8655.01	765.33	1661.02	36071.98	6993.99	
Total	46108.92	36837.31	8655.01	765.33	1661.02	36071.98	6993.99	
Rendimiento Referencia			108.01					
Quebrado Referencia			19.37					
Consumo Referencia			41418.35					
Consumo Referencia TM			3048.39					
						Párametros	Laboratorio	Molino
						Grado Pulido	97.5	93.8
						Blancura	40.7	39.8
Subproducto	Porcentaje	Costo/TM	Costo/TM \$	TM	Costo Subproductos			
Cascarilla	22%	¢10,847	19.98	38.9	\$776.7			
Semolina	9.35%	¢87,880	161.84	16.2	\$2,618.6			
Miga	2.79%	¢119,345	219.79	4.8	\$1,062.4			
Total					\$4,457.7			
Precio Granza		\$499.00						
Beneficio TM		173.06						
Beneficio \$		\$86,354.6						
Costo Subproductos		\$4,457.7						
BENEFICIO NETO MENSUAL								
\$81,897.0								
Encargado Administrativo Arroceras								

Fuente: Elaboración

Con este resultado se obtiene un ahorro de **\$86, 354. 6** para el mes de abril bajo la operación del modelo en tres etapas. Cabe mencionar que a esto se le debe restar los subproductos simulando que se hubiera procesado estas 173.06 TM y se dejara de percibir esa venta de subproducto que son; cascarilla, semolina y miga, el cual es un total de **\$4457.7**, al restar esto se obtiene un beneficio neto de **\$81, 897.0** Esto nos indica que la empresa dejó de comprar esta cantidad de granza para lograr cumplir con el volumen de ventas del mes y se ha ahorrado este total de dólares..

5.11 Modelo de trabajo en dos etapas (Etapa 1 / Pulidor 8) y (Etapa 3 / Pulidores 5 y 6)

Con el sistema de pulido ajustado, refaccionado y optimizado se analiza la variación que existe en el proceso para determinar cómo es el comportamiento del mismo, se toma en consideración las variables de salida el grado de

blancura **GB** y el quebrado **Q** durante cada turno, para cada una de estas variables se les analiza el sigma para determinar la estabilidad de los datos en este modelo. Se decide trabajar en estas dos variables debido al impacto que tienen en el rendimiento.

5.11.1 Sigma del grado de blancura (GB) en dos etapas

Para determinar el sigma del GB en dos etapas se maneja el mismo modelos de muestreo que se usó en el de tres etapas, y estos datos son recolectados para el mes de mayo 2016, obteniendo los siguientes resultados.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DE GRADO DE BLANCURA				
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016				
FECHA	SEMAN A 18	SEMAN A 19	SEMAN A 20	SEMAN A 21
28-Abr	39.70	39.00	38.90	38.50
	40.20	39.40	38.70	39.30
	40.10	40.00	38.60	38.60
	40.00	39.00	38.50	39.10
	38.90	38.80	38.80	38.60
29-Abr	40.10	40.10	38.40	39.00
	40.20	39.20	37.80	39.60
	39.70	38.00	38.60	38.30
	39.50	38.60	38.50	39.30
01-May	39.70	39.00	40.00	38.60
	39.90	38.70	38.40	38.00
	40.00	40.70	37.80	38.90
	40.70	38.40	37.00	39.30
	39.70	40.10	38.80	39.90
	39.90	39.20	39.30	40.60
02-May	39.30	38.00	38.80	40.30
	40.00	38.60	39.20	38.70
	39.70	39.00	39.90	38.00
	39.90	38.70	37.50	39.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ
SIGMA DE GRADO DE BLANCURA
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016

FECHA	SEMAN	SEMAN	SEMAN	SEMAN
	A 18	A 19	A 20	A 21
03-May	40.70	39.00	39.90	40.40
	39.00	38.40	39.80	38.80
	39.90	38.90	38.70	39.40
	39.50	39.90	38.70	39.00
	38.80	39.60	39.00	39.10
	40.80	39.90	39.10	38.60
04-May	39.90	39.00	39.20	38.80
	39.30	39.90	39.80	38.50
	39.50	39.00	38.70	39.00
	39.30	38.70	38.80	39.00
Máximo	40.80	40.70	40.00	40.60
Mínimo	38.80	38.00	37.00	38.00
Rango	2.00	2.70	3.00	2.60
Promedio	39.79	39.13	38.80	39.04
Desviación	0.49	0.66	0.71	0.64
Límite superior	42.0	42.0	42.0	42.0
Límite inferior	37.0	37.0	37.0	37.0
Estadístico superior (respecto Lim. Sup.)	4.48	4.35	4.51	4.60
Estadístico inferior (respecto Lim. Inf.)	5.66	3.23	2.53	3.17
Producto por arriba del límite superior	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Producto por debajo del límite inferior	0.00%	0.06%	0.56%	0.08%
CP	1.69	1.26	1.17	1.30
CPK superior	1.49	1.45	1.50	1.53
CPK inferior	1.89	1.08	0.84	1.06
CPK general	1.49	1.08	0.84	1.06
Rendimiento promedio	100.00 %	99.94%	99.44%	99.92%
DPU (defectos por unidad gr)	0.00	0.00	0.01	0.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DE GRADO DE BLANCURA				
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016				
FECHA	SEMAN A 18	SEMAN A 19	SEMAN A 20	SEMAN A 21
DPMO (defectos por millón de oportunidades TM)	0.00	0.63	5.65	0.76
Índice de calidad	99.3%			
Nivel Sigma	4.0			

Tabla 23. Sigma del grado de blancura del grano.

Fuente: Elaboración

Como se observa en la tabla N°23 de cálculo del sigma del GB los datos correspondientes al mes de mayo con un rendimiento de 99.3% y un nivel sigma de 4.0, considerándose en un nivel aceptable para seguir con el análisis y que para esta variable el indicador se encuentra dentro de los valores permisibles.

5.11.2 Sigma del grano quebrado (Q) en dos etapas

Para este análisis se considera tomar datos con la misma frecuencia de muestreo que se usó en el grado de blancura, pero en este caso se toma una muestra a la entrada de la etapa 1 y otra muestra a la salida de la etapa 3, se saca la diferencia de Q para determinar el porcentaje que quiebra el proceso de molino. Según el criterio de experto y el criterio técnico, con la refaccionada de los pulidores y los ajustes en cada etapa no debe quebrar más de 2 puntos, es decir, que entre el dato de entrada y el dato de salida no debe sumar más de 6 puntos de quebrado. Bajo este escenario se considera como límite superior 6 y como límite inferior 1, el rango de quebrado debe mantenerse en este sentido para ver que los datos sean congruentes con el criterio experto y técnico.

DEMASA DIVISIÓN ARROZ
SIGMA DEL GRANO QUEBRADO
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016

FECHA	SEMA	SEMA	SEMA	SEMA
	NA 14	NA 15	NA 16	NA 17
31-Mar	7.00	6.00	5.50	8.00
	4.68	8.60	6.00	8.60
	4.00	6.00	9.30	7.00
	6.00	5.00	9.00	9.00
	6.00	5.67	9.40	7.00
01-Abr	5.50	5.23	5.50	9.00
	5.79	7.00	6.60	9.00
	5.90	6.19	6.00	7.00
	6.00	7.00	9.00	7.00
02-Abr	8.60	8.00	7.00	8.00
	6.00	5.56	6.50	8.90
	9.00	9.00	9.50	7.00
	6.00	7.00	8.90	7.00
	6.00	6.00	6.00	7.00
	5.50	5.50	6.00	9.20
03-Abr	6.00	6.70	9.30	9.00
	5.00	6.82	8.00	6.00
	4.60	5.70	9.50	6.00
	8.90	5.50	7.00	8.00
04-Abr	5.67	6.00	7.00	6.00
	7.12	9.00	9.95	6.80
	6.10	5.46	7.00	5.67
05-Abr	5.54	6.00	7.00	6.00
	6.15	6.00	9.00	8.20
	8.20	7.78	6.00	6.00
06-Abr	5.89	6.00	7.00	6.00
	6.00	7.00	7.80	6.00
	5.79	5.56	7.00	9.00

DEMASA DIVISIÓN ARROZ
SIGMA DEL GRANO QUEBRADO
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016

FECHA	SEMA NA 14	SEMA NA 15	SEMA NA 16	SEMA NA 17
	9.00	6.00	6.00	6.00
Máximo	9.00	9.00	9.95	9.20
Mínimo	4.00	5.00	5.50	5.67
Rango	5.00	4.00	4.45	3.53
Promedio	6.27	6.46	7.51	7.36
Desviación	1.31	1.10	1.44	1.22
Límite superior	6.0	6.0	6.0	6.0
Límite inferior	1.0	1.0	1.0	1.0
Estadístico superior (respecto Lim. Sup.)	(0.21)	(0.42)	(1.05)	(1.11)
Estadístico inferior (respecto Lim. Inf.)	4.04	4.95	4.51	5.22
Producto por arriba del límite superior	58.29 %	66.10 %	85.23 %	86.75 %
Producto por debajo del límite inferior	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CP	0.64	0.76	0.58	0.68
CPK superior	(0.07)	(0.14)	(0.35)	(0.37)
CPK inferior	1.35	1.65	1.50	1.74
CPK general	(0.07)	(0.14)	(0.35)	(0.37)
Rendimiento promedio	41.71 %	33.90 %	14.77 %	13.25 %
DPU (defectos por unidad gr)	0.87	1.08	1.91	2.02
DPMO (defectos por millón de oportunidades TM)	874.54	1,081.6 5	1,912.6 7	2,020.8 3
índice de calidad	0.28%			

DEMASA DIVISIÓN ARROZ				
SIGMA DEL GRANO QUEBRADO				
DEL 28 DE ABRIL AL 27 DE MAYO 2016				
FECHA	SEMA NA 14	SEMA NA 15	SEMA NA 16	SEMA NA 17
Nivel Sigma	0.22			

Tabla 24. Sigma del grano quebrado mayo 2016.

Fuente: Elaboración

Como lo evidencia la tabla N°24, los datos no se logran mantener dentro de un rango aceptable, para este caso en su mayoría están por fuera de lo que se establece como límites máximos.

5.11.3 Rendimiento de planta en dos etapas

Bajo el modelo de trabajo en dos etapas y para el mes de mayo 2016 que se trabaja bajo este sistema, se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 25. Indicadores mayo 2016.

Al 27 de mayo 2016

Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación
Laboratorio	99.4	41.0	106.9	15.7	17.2	95.0
Molino	96.0	39.0	105.3	15.8	20.1	96.0
Diferencia	-3.4	-2.0	-1.6	0.1	2.9	1.0

Fuente: Elaboración Propia

Estos datos del mes de mayo para llenar la tabla N°24 se obtienen del balance de producción que maneja el jefe de planta, para generar estos indicadores día con día se debe ingresar las producciones y el total del consumo, el rendimiento y los demás datos se van monitoreando cada día y al final del mes arroja el dato.

En el cuadro anterior se evidencia que los rubros más importantes están en rojo, el cual quiere decir que éstos no se mantienen y en cambio están por

debajo de su indicador generando así que no se pueda ahorrar materia prima y bajar los costos de operación.

A continuación el detalle de la obtención del rendimiento para el modelo de dos etapas.

La fórmula para obtener el rendimiento es:

Total de masa blanca (qq) / Total de granza procesada (Sacos de 73.6kg) * 100.

Datos para el mes de mayo 2016.

Total de masa blanca **41224.20** qq / Total de granza procesada **39140.42** s/c

$$\text{Rendimiento} = \frac{41224.20 \text{ quintales}}{39140.42 \text{ sacos}}$$

$$\text{Rendimiento} = 105.3\%$$

5.11.4 Cálculo de ahorro para el mes de mayo 2016 (Dos Etapas de Pulido)

Con base en los datos obtenidos en el balance de producción para el día de cierre del mes de mayo, se calcula cuanto es el ahorro que se logra al trabajar el molino bajo la modalidad de dos etapas de pulido.

Los datos son los obtenidos anteriormente de la tabla tipo semáforo en el resultado de rendimiento de planta para calcular el ahorro. Estos datos se ingresan en la hoja de cálculo de Excel donde cada uno tiene su incidencia en el aporte de ahorro de granza a consumo o bien en un incremento en el costo. Para este mes en cuestión el ahorro por ese rendimiento no aplica ya que se tuvo que consumir de más 66.94 TM para poder salir con el volumen de ventas, con un costo de \$499 la tonelada métrica la empresa pierde \$-32,075.2 por consumir granza que no está presupuestada para este mes.

Bajo este escenario la empresa pierde dinero por cada Tonelada que consume para salir con los pedidos.

Tabla 26. Cálculo del ahorro mayo 2016.

Calculo de Ahorro								
MES	Consumo Sacos 73,6 kg	Consumo TM	Rendimiento Granza a Proceso S/Laboratorio	Rendimiento Granza a Proceso por Balance	Diferencia	Quebrado Granza a Proceso S/Laboratorio	Quebrado Granza a Proceso por balance	Diferencia
Mayo	39140.4	2880.7	106.9	105.3	-1.6	17.2	20.1	2.9
I Semestre	230627.9	16974.2	108.2	108.5	0.2	20.5	20.1	-0.5
Mejora					-1.8			3.4
Mes	Producción Total	Entero Total	Quebrado Total	Entero Reprocesos	Quebrado Reprocesos	Entero Granza	Quebrado Granza	
Mayo	43671.75	35429.30	8242.45	1323.32	1121.68	34105.98	7120.77	
Total	43671.75	35429.30	8242.45	1323.32	1121.68	34105.98	7120.77	
Rendimiento Referencia		107.13						
Quebrado Referencia		16.73						
Consumo Referencia		38230.94						
Consumo Referencia TM		2813.80						
						Párametros	Laboratorio	Molino
						Grado Pulido	100.2	94.0
						Blancura	41.5	38.9
Subproducto	Porcentaje	Costo/TM	Costo/TM \$	TM	Costo Subproductos			
Cascarilla	22%	¢10,847	19.98	-15.0	-\$300.4			
Semolina	9.35%	¢87,880	161.84	-6.3	-\$1,012.9			
Miga	2.79%	¢119,345	219.79	-1.9	-\$410.9			
Total					-\$1,724.2			
Precio Granza		\$504.94						
Beneficio TM		-66.94						
Beneficio \$		-\$33,799.4						
Costo Subproductos		-\$1,724.2						
BENEFICIO NETO MENSUAL						-\$32,075.2		
Encargado Administrativo Arrocería								

Fuente: Elaboración Propia

5.12 Tabla resumen de ambas etapas.

En el siguiente cuadro se resume el comportamiento de ambas etapas y se evidencia que el modelo de trabajo en tres etapas es mejor que el de dos etapas, los resultados se muestran en un cuadro tipo semáforo donde el color verde indica que los indicadores están dentro de los valores permisibles y que para el caso de tres etapas estos superan la expectativa generando un ahorro en el consumo de la materia prima de **\$ 81, 897. 00**, esto significa que el negocio consumió menos materia prima para salir con el pedido del mes. En cambio el cuadro semáforo del modelo de dos etapas muestra que los valores

no se mantienen y en cambio están generando pérdida al negocio por un monto de **\$ -32, 075.2**, ya que necesitó consumir más materia prima para poder salir con el pedido del mes, generando así una pérdida que anteriormente no se consideraba.

Tabla 27. Resumen de ambas etapas de prueba.

Modelo de trabajo en tres etapas. Datos resumen para el mes de abril 2016.							
Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación	Ahorro
Laboratorio	99.4	41.0	108.0	15.6	19.8	95.0	\$ 81,897.00
Molino	96.0	39.5	110.2	15.6	16.2	95.0	
Diferencia	-3.4	-1.5	2.2	0.0	-3.6	0.0	
Modelo de trabajo en dos etapas. Datos resumen para el mes de mayo 2016.							
Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación	Ahorro
Laboratorio	99.4	41.0	106.9	15.7	17.2	95.0	\$(32,075.20)
Molino	96.0	39.0	105.3	16.5	20.1	96.0	
Diferencia	-3.4	-2.0	-1.6	0.8	2.9	1.0	

Fuente: Elaboración Propia

En reunión con el gerente de planta y el encargado administrativo se le presentan los datos de estos dos métodos de trabajo y se llega a la conclusión de que el proyecto genera un ahorro de **\$25,000** mensuales y que para la empresa sería muy bueno, se plantea este número como meta para los siguientes meses del año y que para el año 2017 se vuelva a revisar los datos, solicitan ver la sostenibilidad del efecto en el tiempo consideran necesario hacer una hoja para el cálculo del ahorro y que cada vez que termina el mes se les consulte para ellos dar el precio de la tonelada de granza y precio de los subproductos para el mes en cuestión, la hoja del cálculo debe imprimirse y entregarse a contraloría para ser guardada, ya que el precio está variando de acuerdo con el volumen comprado, además deben respaldar el ahorro en el presupuesto para presentarlo al director todos los meses y así amortiguar los costos variables de operación.

5.13 Diagrama de flujo mejorado

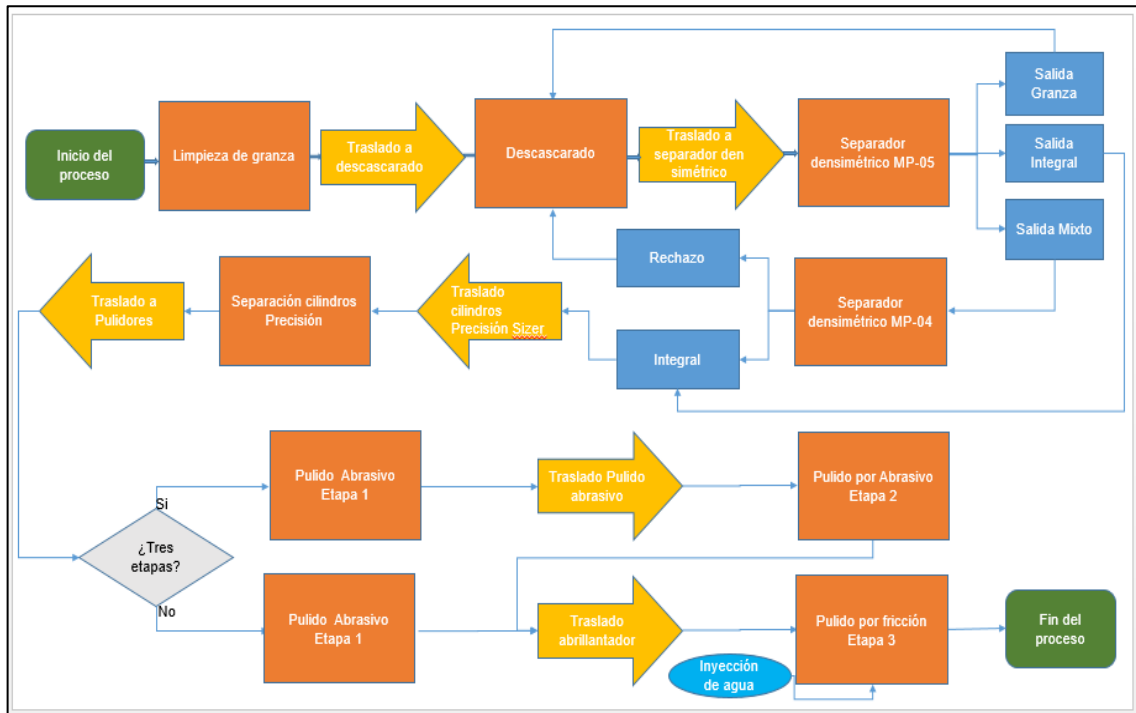


Gráfico 22. Diagrama de flujo mejorado.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico N°22 del diagrama de flujo se evidencia la puesta en marcha del pulidor abrasivo etapa 2, que anteriormente no se utilizaba por tres razones.

- Por ahorrar energía.
- Por qué no se pensaba que ayudara en la reducción de quebrados.
- Por qué no estaba bien refaccionado.

Bajo este diagrama se deja la opción de operar bajo el modelo tres etapas o bien dos etapas, en el caso de que por alguna razón alguno de los pulidores presente alguna falla momentáneamente se escoge el modelo de operación.

5.14 Gráficos de control del modelo en tres etapas, puesto en marcha

A continuación se muestran los datos de las variables GB y Q bajo el modelo de tres etapas para los meses de junio 16, julio 16 y agosto 16. Estos

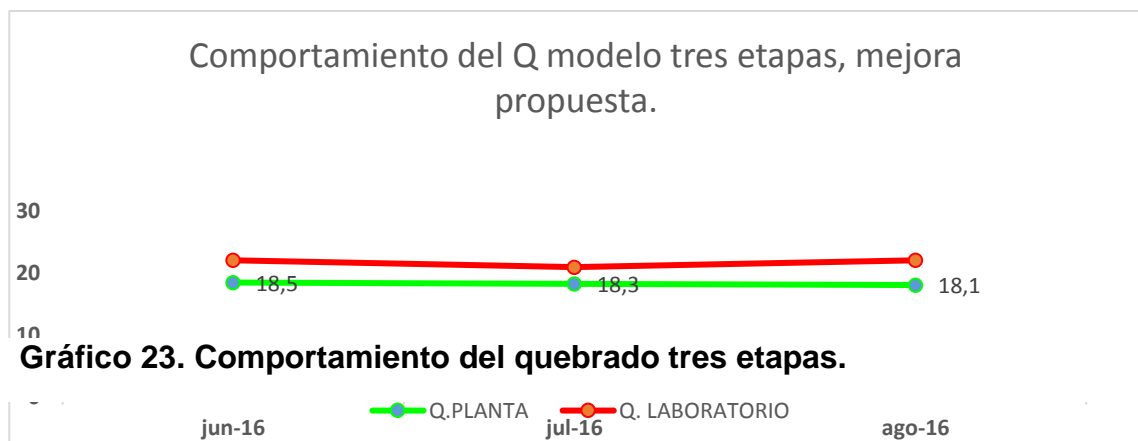
meses son considerados para el proyecto como la puesta en marcha para la mejora propuesta y para cada uno de estos se estableció los mismos indicadores y tablas para los meses de experimento del proyecto.

5.14.1 Control para la variable de quebrado

Tabla 28. Control del quebrado en tres etapas.

DEMASA DIVISIÓNA ARROZ			
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL QUEBRADO EN EL PROCESO DE MOLIENDA			
MESES	Q.PLANTA	Q. LABORATORIO	DIF
Jun-16	18.5	22.1	-3.6
Jul-16	18.3	21	-2.7
Ago-16	18.1	22.1	-4

Fuente: Balance de Producción.



Fuente: Elaboración

Como se puede observar en el gráfico N°28 el proceso logra mantener el quebrado por debajo de la referencia, lo cual indica que el proceso quiebra menos que lo que muestra el laboratorio, por lo tanto se está obteniendo mayor cantidad de granos enteros por cada 100 granos procesados, es decir, en promedio el laboratorio nos indica que para estos meses de cada 100 granos procesados la planta debe obtener **78.26** granos de entero, y **21.74** granos quebrados, pero al analizar los datos de planta nos dice que la misma obtuvo **81.7** granos enteros y **18.3** granos quebrados. Por lo tanto en promedio la diferencia de Q para estos meses es de **3.43%**, esto quiere decir que es

3.43% más de entero y que esto incrementa el rendimiento y o hace que se ocupe menos arroz para llenar cada bolsa de este cereal, en la cantidad de toneladas que se procesa al mes esto se convierte en ahorro directo de consumo de la materia prima.

5.14.2 Control para la variable de GB

Tabla 29. Control del grado de blancura en tres etapas.

DEMASA DIVISIÓNA ARROZ			
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL GRADO DE BLANCURA EN EL PROCESO DE MOLIENDA			
MESES	GB.PLANTA	GB. LABORATORIO	DIF
Jun-16	38.9	40.5	-1.6
Jul-16	39	40	-1
Ago-16	39	40	-1

Fuente: Balance de Producción.

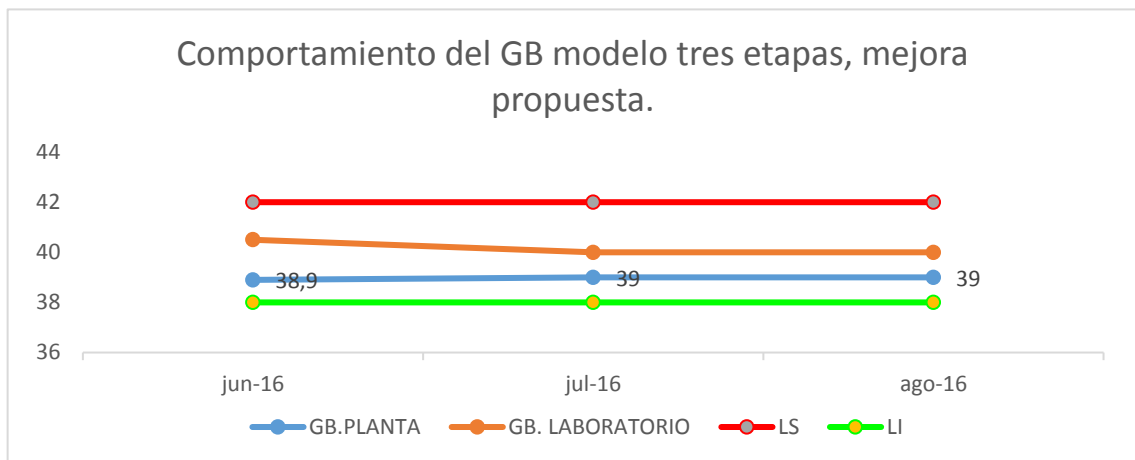


Gráfico 24. Comportamiento del GB en tres etapas.

Fuente: Elaboración

En análisis del gráficoN°24 se muestra que el proceso para estos meses se mantiene controlado el GB dentro de sus límites permisibles, pero lo bueno acá es que el GB de planta se mantiene en la línea de los resultados de la optimización, donde este proceso nos indicó que el GB donde se obtiene mejores resultados es 39. Hay que considerar que el mes de mayo no

aparecen datos ya que ese mes se tomó para analizar el modelo de dos etapas, por lo tanto no se toma para mostrar los gráficos de control.

5.15 Flujos de ahorros del proyecto indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demasa

5.15.1 Mes de junio 2016

Tabla 30. Indicadores del mes de junio 2016.

Modelo de trabajo en tres etapas. Datos resumen para el mes de junio 2016.							
Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación	Ahorro
Laboratorio	99.4	40.8	108.4	16.2	22.6	95.0	\$ 87,781.50
Molino	96.5	39.5	110.1	14.1	18.5	96.0	
Diferencia	-2.9	-1.3	1.7	-2.1	-4.1	1.0	

Fuente: Balance de producción.

5.15.2 Mes de julio 2016

Tabla 31. Indicadores del mes de julio 2016.

Modelo de trabajo en tres etapas. Datos resumen para el mes de julio 2016.							
Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación	Ahorro
Laboratorio	99.4	41.0	108.8	17.1	22.8	95.0	\$ 76,724.30
Molino	96.0	39.0	109.1	15.0	18.3	96.0	
Diferencia	-3.4	-2.0	0.3	-2.1	-4.5	1.0	

Fuente: Balance de Producción.

5.15.3 Mes de agosto 2016

Tabla 32. Indicadores del mes de agosto 2016.

Modelo de trabajo en tres etapas. Datos resumen para el mes de agosto 2016.							
Departamento	Grado de Pulido	Blancura	Rendimiento	Semolina	Quebrado	Dosificación	Ahorro
Laboratorio	99.4	41.0	108.5	16.2	21.1	95.0	\$ 99,613.80
Molino	96.0	39.0	110.0	14.5	18.0	97.0	
Diferencia	-3.4	-2.0	1.5	-1.8	-3.1	2.0	

Fuente: Balance de Producción.

5.15.4 Indicadores de rendimiento modelos tres etapas.

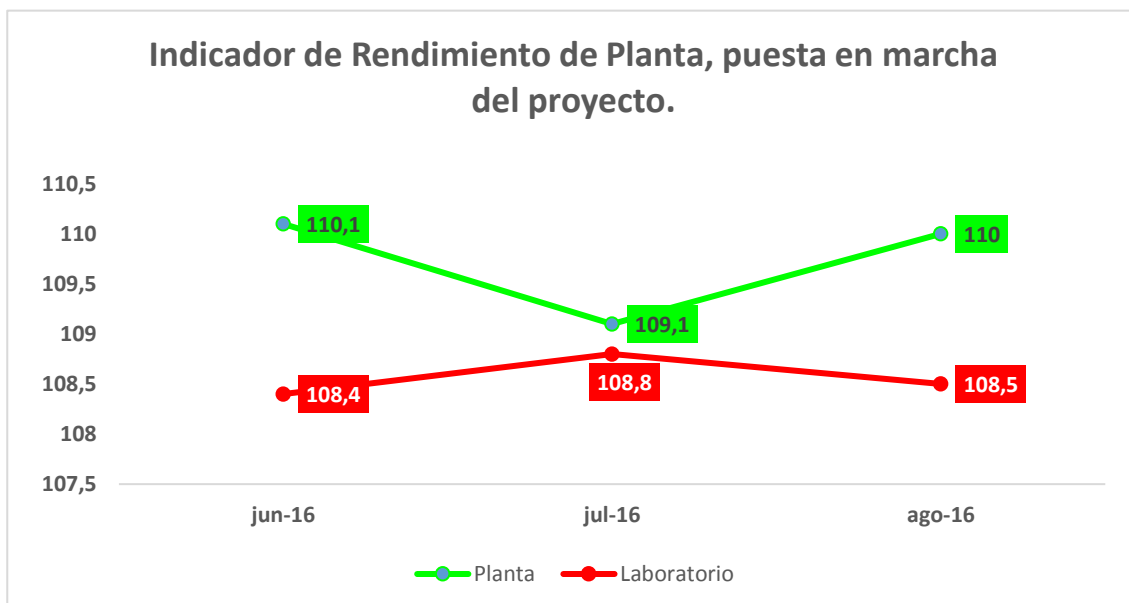


Gráfico 25. Rendimiento de puesta en marcha del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en el gráfico N°25 el indicador supera la referencia que muestra el laboratorio, lo cual permite que el ahorro impacte considerablemente en el cálculo de cada mes.

5.15.5 Seguimiento del proyecto aumento del indicador de rendimiento de planta para granza nacional

Tabla de seguimiento de los flujos de ahorros del proyecto desde que se inicia plan piloto hasta la puesta en marcha.

Tabla 33. Seguimiento de flujos de ahorros.

Mes	Precio TM Granza	Ahorro en TM	Costo Subproductos	Beneficio	Meta	Observaciones
May-16	\$504.94	-66.94	-\$1,724.22	-\$32,075.16	\$25,000.00	Pulidores bien reparados, dos etapas
Jun-16	\$488.20	189.82	\$4,889.56	\$87,781.51	\$25,000.00	Pulidores bien reparados, tres etapas
Jul-16	\$497.00	162.81	\$4,193.85	\$76,724.26	\$25,000.00	Pulidores bien reparados, tres etapas
Ago-16	\$496.00	211.84	\$5,456.60	\$99,613.82	\$25,000.00	Pulidores bien reparados, tres etapas
Promedio	\$497.03	\$134.12	\$3,454.69	\$62,788.28	\$25,000.00	
TOTAL	\$2,485.14	\$670.59	\$17,273.47	\$313,941.39	\$125,000.00	

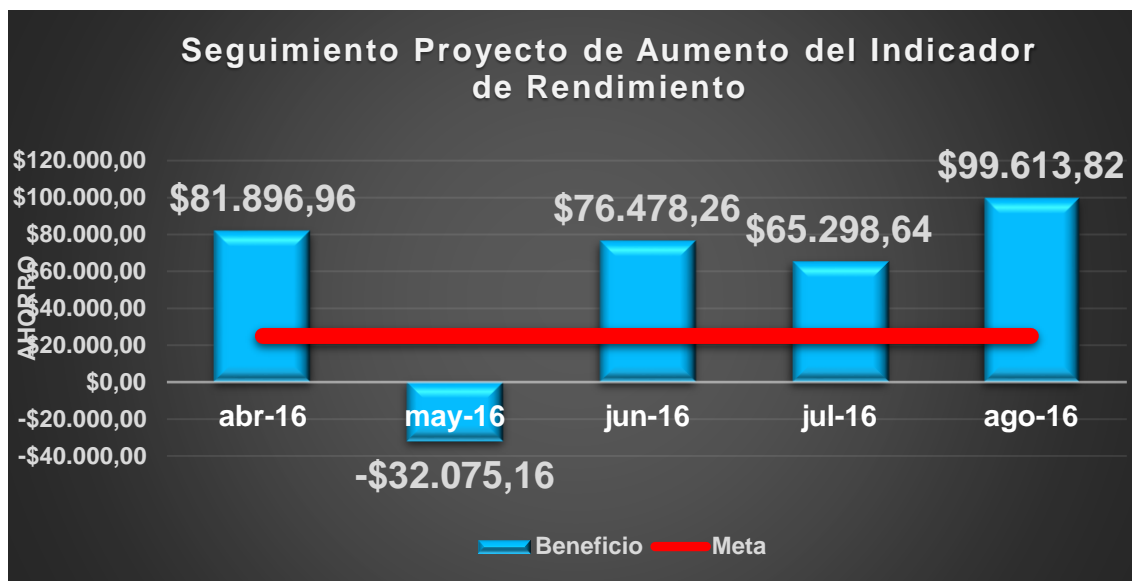


Gráfico 26. Seguimiento al proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en el gráfico N°27, abril y mayo corresponde a los meses donde estaba el plan piloto de comparación de los dos modelos de trabajo, a partir del mes de junio se inicia con la puesta en marcha del modelo de trabajo en tres etapas, el cual viendo el gráfico N°27 se muestra que el proyecto sigue con un beneficio en ahorro que supera la meta propuesta por la gerencia de planta y el encargado administrativo, dejando como evidencia que el proyecto es exitoso y se logra mantener bajo este modelo de trabajo.

5.16 Análisis financiero del proyecto

La inversión inicial en colones es de: ₡ **14, 579,201.37**, pero se pasa a dólares ya que el ahorro del proyecto es medido en dólares, tomando el dólar con un valor de \$ 550. La inversión inicial en dólares es de **\$ 26, 507. 64**

Se considera que este proyecto va a generar un costo de mantenimiento preventivo y correctivo de \$ 2,000 al mes, esto se tomó de los datos que

maneja el jefe de mantenimiento durante el tiempo que se estuvo con el proyecto para los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto del presente año, cada mes fue medido el tiempo de mano de obra y repuestos consumibles que se utilizó , estos datos se toman de la orden de trabajo que hace el operario de molino y que se entrega al área de mantenimiento para que hagan el trabajo. En esta boleta queda registrado el tiempo y refacciones cambiadas. También se le debe sumar que se pone a funcionar un pulidor más que anteriormente no se ponía a trabajar ya que se usaba dos etapas de trabajo, entonces no se requería del uso, esto representa un costo de \$ 3, 160. 32 que se aplica al consumo de energía de la planta, en la siguiente tabla se ve el cálculo del costo de poner en marcha un motor adicional, costo mensual.

5.16.1 Tabla de cálculo del consumo del motor del Pulidor Abrasivo #7

Cálculo del consumo energético y contable del pulidor 7 que se pone a funcionar en modelo						
Motor (HP)	Consumo Kw/h	Consumo Kw/día	Consumo Kw/mes	Costo kw/h	Costo total al mes colones	Costo total al mes dólares
75	55.9275	1062.6225	23377.695	₡ 73.00	₡ 1,706,571.74	\$ 3,160.32

Tabla 34. Cálculo del consumo de electricidad pulidor #7

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo definida la inversión inicial, más los egresos que son la mano de obra y el costo de consumo de electricidad por mes se puede hacer un análisis del beneficio del proyecto, se enumera a continuación los egresos:

- ✓ Inversión Inicial: de **\$ 26, 507. 64**
- ✓ Mano de obra más repuestos consumibles por mes: **\$ 2, 000**
- ✓ Costo del consumo de electricidad un motor de 75 hp por mes: **\$ 3, 160. 32**

Para efectos de los ingresos se toma un promedio de los meses de junio, julio y agosto (**\$ 88, 039, 86**) para poder sacar el flujo neto de efectivo mensual y sacar el VAN para un período de 12 meses que corresponde de septiembre 2016 a septiembre 2017. Se analiza la viabilidad del beneficio para este período a futuro y traerlo al presente utilizando una tasa de interés del 10%.

Tabla de cálculo del VAN

Tabla 35. Cálculo del VAN.

DEAMSA DIVISIÓN ARROZ			
ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO AUMENTO DEL INDICADOR DERENDIMIENTO DE PLANTA			
CÁLCULO PARA EL PERIO DE SEPTIEMBRE 2016 A SEPTIEMBRE 2017.			
Inversión			
Inicial	\$	26,507.64	
Flujo de ingresos promedio		Flujo de egresos	
	A		B
MES	VALOR	MES	VALOR
Sept-16	\$88,039.86	Sept-16	\$5,160.32
Oct-16	\$88,039.86	Oct-16	\$5,160.32
Nov-16	\$88,039.86	Nov-16	\$5,160.32
Dic-16	\$88,039.86	Dic-16	\$5,160.32
Ene-17	\$88,039.86	Ene-17	\$5,160.32
Feb-17	\$88,039.86	Feb-17	\$5,160.32
Mar-17	\$88,039.86	Mar-17	\$5,160.32
Abr-17	\$88,039.86	Abr-17	\$5,160.32
May-17	\$88,039.86	May-17	\$5,160.32
Jun-17	\$88,039.86	Jun-17	\$5,160.32
Jul-17	\$88,039.86	Jul-17	\$5,160.32
Fuente: Elaboración		Ago-17	\$5,160.32
Sept-17	\$88,039.86	Sept-17	\$5,160.32
		Flujo de ahorro neto de efectivo	
	C	VAN	
MES	VALOR	\$ (26,507.64)	
Sept-16	\$82,879.55	Sept-16	\$82,879.55
Oct-16	\$82,879.55	Oct-16	\$82,879.55
Nov-16	\$82,879.55	Nov-16	\$82,879.55
Dic-16	\$82,879.55	Dic-16	\$82,879.55
Ene-17	\$82,879.55	Ene-17	\$82,879.55
Feb-17	\$82,879.55	Feb-17	\$82,879.55
Mar-17	\$82,879.55	Mar-17	\$82,879.55
Abr-17	\$82,879.55	Abr-17	\$82,879.55
May-17	\$82,879.55	May-17	\$82,879.55
Jun-17	\$82,879.55	Jun-17	\$82,879.55
Jul-17	\$82,879.55	Jul-17	\$82,879.55
Ago-17	\$82,879.55	Ago-17	\$82,879.55
Sept-17	\$82,879.55	Sept-17	\$82,879.55
		VAN \$ 615,230.58	

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la tabla de cálculo N°35, la VAN con un valor mayor a cero (\$ 615, 230. 58), el cual nos dice que el proyecto para los próximos doce meses es rentable y va a generar un margen de beneficio alto. De esta forma el proyecto permite mantener los equipos bien refaccionados y que se pueda mantener repuestos suficientes en Stock para asegurar la correcta operación del sistema en el tiempo.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este capítulo se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de este proyecto, con la intención de dar continuidad al proyecto; así como mostrar los beneficios obtenidos.

6.1 Conclusiones.

De acuerdo con lo desarrollado en este proyecto se concluye lo siguiente:

- El objetivo principal de este proyecto es incrementar el indicador de rendimiento de planta en Demasa División Arroz, que genere un ahorro de la materia prima y obtenga un beneficio en los costos variables y fijos, alcanzando así un proceso más eficiente y efectivo.
- Se puede afirmar que se cumplió satisfactoriamente este proceso, ya que se obtuvo un ahorro en planta que supera la meta propuesta por la dirección del negocio, (ahorrer \$25 000 al mes). Este supuesto se dio al empezar con la puesta en marcha de este trabajo investigativo en los meses de junio, julio, agosto del presente año; demostrando satisfactoriamente resultados de mayor índole (\$80 000 de ahorro en promedio de los tres meses mencionados anteriormente).
- Se determinó por medio del diagnóstico que el proceso donde se puede controlar el indicador de rendimiento (RP) es en el pulimiento del grano, ya que es la etapa del proceso donde el grano es transformado en masa blanca para su uso final, por tanto se debe ser eficiente y eficaz en el manejo.
- Se demostró que los métodos de trabajo no se desarrollaban eficientemente, ya que el método de trabajo en tres etapas es superior que el tradicional (Dos etapas). Debido a que el método anteriormente mencionado generó, que se superara la meta propuesta por la jefatura de planta.

- La propuesta desarrollada en este proyecto investigativo fue modelo de trabajo en tres etapas (Explicado y desarrollado en los capítulos IV y V). Tomando como punto de partida que esta industria trabajaba con método tradicional (dos etapas de trabajo) y sus resultados históricos no eran lo más eficientes para la empresa.
- Se impartirán capacitaciones para que trabajen con el proceso caracterizado con el fin mantener la misma línea de operación en los equipos que se utilizó en la mejora propuesta.

6.2 Recomendaciones.

Este proyecto se distinguió por ser un gran paradigma en planta, ya que a lo largo de los tiempos los procesos industriales de arroz han explotado al máximo su materia prima y cada vez el margen de utilidad que se logra es menor. Tanto dentro como fuera de la planta se trata de aprovechar el producto y subproducto al máximo, así como la mejora continua en el proceso, por esto y otras razones el tema en cuestión dio hincapié para que se debatiera la propuesta del autor a una mejora en un proceso anteriormente ya determinado. Por ende las recomendaciones son las siguientes:

- Que el líder del proceso en la planta lleve seminarios de molinería de arroz para que entienda conceptos básicos del procesamiento de este grano y su utilización a nivel micro.
- Implementar la normativa HACCP que regula aspectos de inocuidad y calidad en procesos alimenticios, lo cual debe ser abordado en futuros proyectos a corto plazo.
- Brindar capacitaciones a los operadores con los fabricantes de los equipos, esto para que adquieran los conocimientos necesarios en el desarrollo de sus labores.

- Hacer una comprobación factorial de optimización para el procesamiento de la granza importada, aunque se procesa poco podría ayudar a sumar en el indicador.
- La elaboración de una lista de chequeo para los operadores, principalmente para contar con un procedimiento escrito, de las actividades que debe realizar el operador del Área de Molino de DEMASA División de Arroz, durante la puesta en marcha y durante el funcionamiento del sistema de pulido. Ver anexo N°20.
- Visitas del técnico al menos dos veces al año para verificar la correcta funcionalidad de los equipos.
- El operario debe dar seguimiento al sistema de pulido día con día por medio del formato de control de la operación que se implementó. Ver anexo N°7
- Seguir la línea del proceso marcada en el nuevo diagrama de flujo, donde se incorpora el pulidor #8 al diagrama.
- Sistematizar el sistema de pulido, de forma que se opere desde la computadora, se pida la presión y el flujo de acuerdo con la caracterización que se hizo y se ajuste automáticamente sin que sea el operario que intervenga cada cierto tiempo.
- Colocar un sistema de separación de piedras y tornillos antes del sistema de pulido, ya que un objeto de estos podría perfectamente dañar las piedras y cribas.
- Colocar inyectores de aire al edificio de producción ya que la temperatura interna ronda los 38 grados.
- Colocar sistema de succión de polvo en los equipos que más generan de este contaminante para evitar la acumulación en el interior de la planta.

Bibliografía

Bibliografía

Acuña, J. 2002. *Control de Calidad "Un enfoque integral y estadístico"*.

Cartago, Costa Rica : Tecnológica de Costa Rica, 2002.

Arbós, Lluís Cuatrecasas. 2010. *Lean management es la gestión competitiva por excelencia. Implantación progresiva en 7 etapas.* Barcelona : Profit Editorial, 2010.

Arrollo, Nelson, Rivera, Luis y Lucke, Rudolf. 2013. Instituto de Investigación en Ciencias Económicas. *Comercialización y Valoración del Arroz.* [En línea] 24 de Abril de 2013. [Citado el: 27 de Febrero de 2016.] <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/estudios/2013/arroz/informe.pdf>.

Barrantes, R. 1999. *Investigación un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo.* San Jose, Costa Rica : Euned, 1999.

Berenson, M. & Levine, D. 1996. *Estadística básica en Administración "Conceptos y aplicaciones"*. Naucalpan de Juárez, México : Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 1996.

Capacitación: respuesta urgente ante la globalización. **Kanahuati, Gerardo. 2013.** México : s.n., 2013, Forbes.

Cruelles Ruiz, José Agustín. 2010. *La teoría de la medición del despilfarro.* España : Reverté-Aguilar, S.L., 2010.

De Rus, G. 2008. *Análisis coste-beneficio " Evaluación económica de políticas y proyectos de inversión"*. Barcelona, España : Ariel, S.A., 2008.

Dominguez, J.A. 1995. *Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.* Madrid, España : Mc Graw Hill Interamericana, 1995.

Drucker, Peter F. 1999. *Managing oneself.* s.l. : Harvard Business, 1999.

Frievalds, Benjamin W. Nievel & Andris. 2005. *Métodos, estándares y diseño del trabajo.* México : Alfa-Omega, 2005.

Gaither, N & Frazier, N. 2000. *Administración de producción y operaciones.* D.F, México : International Thomson Editores, S.A., 2000.

Gaither, N. & Frazier, G. 2000. *Administración de producción y operaciones.* México : International Thomson, 2000.

Gutiérrez, Pulido Humberto. 2010. *Calidad Total y Productividad.* Mexico : MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 2010.

Heizer, J. & Render, B. 2001. *Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas.* Núñez de Balboa, Madrid : Pearsib Educación, S.A., 2001.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2006. *Metodología de la investigación.* México : McGraw-Hill, 2006.

Herrera Acosta, Roberto José y Fontalvo Herrera , Tomás José. 2011. *Seis Sigma: Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones.* 2011.

Hillier, F. & Lieberman, G. 1997. *Introducción a la investigación de operaciones.* México : Mc Graw Hill, 1997.

Kanawaty, G & OIT. 1996. *Introducción al estudio del trabajo.* Suiza, Ginebra : Organización Internacional del Trabajo, 1996.

Kerlinger, F.N & Howar, B.L. 2001. *Investigación del comportamiento. 4.* México : McGraw-Hill, 2001.

- Kuhn, Thomas. 1971.** *La estructura de las revoluciones científicas.* México D.F. : Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Montgomery, Douglas C. 2004.** *Control estadístico de la calidad.* México : Limusa S.A., 2004.
- Nievel, Benjamin W y Freivalds, Andris. 2009.** *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo.* México : McGraw Hill, 2009.
- Niño, Álvaro Castillo. 2007.** *Molinería de Arroz Tomo II.* Bogotá, Colombia : s.n., 2007.
- Reglamento Interno del Mecanismo para la valoración del arroz en Granza.*
CONARROZ. 2007. San José : s.n., 2007.
- Sapag Ch, N. 2007.** *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación.* México : Pearson Educación de México, S.A., 2007.
- Sierra, R. 1994.** *Técnicas de investigación social.* 9. Madrid : Editorial Paraninfo, S.A., 1994.
- Sipper, D & Bulfin, R. 1998.** *Planeación y control de la producción.* México : Mc Graw Hill, 1998.
- Spiegel, M.R. & Stephens, L.J. 2001.** *Estadística.* México : McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A., 2001.
- Tovar, Arturo. 2007.** *CPIMC: Un modelo de administración por procesos.* México D.F. : Panorama Editorial, 2007.
- Vaughn, Richard C. 1988.** *Introducción a la ingeniería industrial.* Barcelona : Editorial Reverté, S.A., 1988.
- Zaccarria. 2015.** Zaccarria. *Zaccarria.* [En línea] 25 de 05 de 2015.

Glosario

I

(IP)

Índice de pilada, aumento de granos enteros en el proceso., **29**

(RP)

Rendimiento de planta, total de masa blanca obtenida de la transformación de la materia prima, **29**

A

Abrasivo

Sistema de pulimiento por medio de piedras esmeril., **27**

F

Fricción

Sistema de pulido por medio del roce de grano con grano., **27**

G

GB

Grado de Blancura, resultante de la presión que se le agrega al pulimiento del grano., **49**

Q

Q

Quebrado, resultado del pulimiento del grano., **49**

S

semolina

Afrecho resultante del pulido, endospermo del grano integral.. Véase

T

tazas de pulido

Repartir los porcentajes de grados de blancura en cada etapa de pulido., **27**

Anexos

Anexo N°1. La declaración jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Andrés Esquivel Chavarría, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603270969 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demasa División Arroz", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los seis días del mes de octubre del año dos mil dieciséis.



Firma del estudiante

Cédula 603270969

Anexo N°2. Carta del tutor

Departamento de Registro
Carrera: Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Andrés Esquivel Chavarría, cédula de identidad 6-0327-0969, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado número **"Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demasa para el período agosto del 2016"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	16
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		92

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Nombre Jacqueline Brenes Granados
Cédula identidad 701380274
Carné Colegio Profesional IPI-27267

Anexo N°3. Carta del lector

CARTA DE LECTOR

Heredia, 17 de enero del 2017

Universidad Hispanoamericana
Sede HEREDIA
Carrera Ingeniería Industrial

Estimados señores:

He recibido el proyecto que el estudiante **ANDRES ESQUIVEL CHAVARRIA**, cédula de identidad: **6-0327-0968**, presentó a la universidad en su momento, con la finalidad de dar mi criterio profesional como LECTOR. He procedido a realizar la revisión respectiva del trabajo de investigación denominado "Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional para la empresa Demusa para agosto de 2016" el cual el citado estudiante elaboró con el objetivo de obtener su grado de LICENCIATURA en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma



Nombre **ING. SERGIO GONZALEZ DUARTE**

Cédula **8-0064-0872**

Anexo N°4. Carta del filólogo

San José, 17 de enero del 2017.

Ingeniero:
Germán Rudín Vargas
Director de Carrera
Facultad de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante ANDRÉS ESQUIVEL CHAVARRÍA, cédula número 06-0327-0969, ha presentado para revisión de estilo su Proyecto de Graduación denominado: **"AUMENTO DEL INDICADOR DE RENDIMIENTO EN PLANTA EN EL PROCESAMIENTO DE ARROZ DE ORIGEN NACIONAL PARA LA EMPRESA DEMASA EN AGOSTO DE 2016"**

Se ha revisado y corregido aspectos referentes a la estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación, vicios de estilo y dicción que se trasladan al escrito. Se ha incorporado las correcciones al presente documento.

Por tanto, hago constar que se encuentra listo para ser presentado a La Universidad Hispanoamericana, como Proyecto de graduación y optar así por el grado académico de **LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

Atentamente,



Lidia Zamora Jiménez
Filóloga Universidad de Costa Rica
Colegio de Licenciados y Profesores
Carné N° 7399

Anexo N°5. Portada y carátula del cd de tesis

Trabajo Final de Graduación Universidad Hispanoamericana

Facultad: Ingeniería

Escuela: Ingeniería Industrial.

Grado Académico: Licenciatura.

Título: Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de origen nacional.

Autor (a) (es) (as): Andrés Esquivel Chavarría

Tutor (a) (es) (as): Jacqueline Brenes Granados.

Lector (a) (es) (as): Ing. Sergio Gonzalez Duarte



Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Industrial
Tesis para optar por el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Industrial



Título
Aumento del indicador de rendimiento en planta en el procesamiento de arroz de Origen nacional.

Autor
Andrés Esquivel Chavarría

Tutor
Jacqueline Brenes Granados

SAN JOSÉ, COSTA RICA
2017

Anexo N°6. Reporte SAP del mantenimiento preventivo de los pulidores

Orden: 893102 Del: 15.06.2016 al: 15.06.2016

Usuario: ETS-MD-PUEA
Descripción: PULIDOS
Equipo:

NUM	TAREA	Procedimiento	Reparar	Realizado	Tiempo
001	SOLO RUTINA VISUAL		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Comentarios: *se realizo lo solicitado y se encuentra todo normal en el momento de su revisión.*
UL

Realizo: *Juan Carlos Gonzalez*

Anexo N°6. Formato de rutina mantenimiento preventivo de los pulidores

Demasa
División Arroz
Departamento de Mantenimiento
Rutina Mantenimiento Preventivo PULIDORES

Responsable: LUIS CHAVES Mes: Abril 2016

N°	Equipo	M	E	Observaciones
3	2170-MO-PU08			
	Revisión de partes desgastables (rotor, cuchillas de esmeril, cribas, segmentos de esmeril, camisa de entrada, reten superior, sombrero y tornillo alimentador. Repare, alinee, o cambie de ser necesario.	X		
	d- Revisión de toda la transmisión (fajas, poleas, roles, muñoneras)	X		
	c- Revisión de la tubería de succión, verifique que no hallan fugas. Repare de ser necesario.	X		
	d- Colocar el etiquetado y candado		X	
	e- Revisión de la temperatura del motor		X	
	f- Abrir panel eléctrico, limpiar polvo o cualquier otra cosa en el panel y volver a cerrarlo.		X	
	g- Limpieza externa del motor		X	
	h- Revisar motor cables, enchufes, conectores y tapa de caja de conexión.		X	
	i- Revisar y anotar consumo de cada uno de los motores		X	
	k- Verifique si hay cables y conexiones sueltos o rotos y repare de ser necesario.		X	

→ Mecánico

→ Eléctrico

Revisado por: *Luis Chaves*

Supervisa por mantenimiento: _____

Anexo N°9. Equipo de medición del grado de blancura.



Anexo N°11. Cálculo de ahorro mes de julio 2016.

Calculo de Ahorro								
MES	Consumo Sacos 73,6 kg	Consumo TM	Rendimiento Granza a Proceso S/Laboratorio	Rendimiento Granza a Proceso por Balance	Diferencia	Quebrado Granza a Proceso S/Laboratorio	Quebrado Granza a Proceso por balance	Diferencia
Julio	39763.0	2926.6	108.8	109.1	0.3	22.8	18.3	-4.5
I Semestre 15	117789.8	8669.3	107.7	108.6	0.9	20.5	20.1	-0.4
Mejora					-0.5			-4.1
Mes	Producción Total	Entero Total	Quebrado Total	Entero Reprocesos	Quebrado Reprocesos	Entero Granza	Quebrado Granza	
Julio	46586.73	36971.17	9615.56	1533.74	1665.25	35437.43	7950.31	
Total	46586.73	36971.17	9615.56	1533.74	1665.25	35437.43	7950.31	
Rendimiento Referencia		109.66				Parámetros	Laboratorio	Molino
Quebrado Referencia		22.40				Grado Pulido	96.7	91.0
Consumo Referencia		41645.69				Blancura	40.5	38.9
Consumo Referencia TM		3065.12						
Subproducto	Porcentaje	Costo/TM	Costo/TM \$	TM	Costo Subproductos			
Cascarilla	22%	\$10,847	19.98	31.1	\$621.9			
Semolina	9.35%	\$87,880	161.84	13.0	\$2,096.7			
Miga	2.79%	\$119,345	219.79	3.9	\$850.6			
Total					\$3,569.3			
Precio Granza		\$497.00			<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; background-color: #f4a460; margin-bottom: 5px;">BENEFICIO NETO MENSUAL</div> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; background-color: white; font-size: 24px; font-weight: bold; margin-top: 5px;">\$65,298.6</div>			
Beneficio TM		138.57						
Beneficio \$		\$68,868.0						
Costo Subproductos		\$3,569.3						
Encargado Administrativo Arrocera								

Anexo N°12. Cálculo de ahorro mes de agosto 2016.

Calculo de Ahorro								
MES	Consumo Sacos 73,6 kg	Consumo TM	Rendimiento Granza a Proceso S/Laboratorio	Rendimiento Granza a Proceso por Balance	Diferencia	Quebrado Granza a Proceso S/Laboratorio	Quebrado Granza a Proceso por balance	Diferencia
Agosto	39553.4	2911.1	108.5	110.0	1.5	21.1	18.1	-3.1
I Semestre 15	238978.3	17588.8	108.2	108.6	0.5	20.5	20.1	-0.4
				Mejora	1.1			-2.7
Mes	Producción Total	Entero Total	Quebrado Total	Entero Reprocesos	Quebrado Reprocesos	Entero Granza	Quebrado Granza	
Agosto	48198.89	39101.00	9097.89	3440.69	1240.83	36660.31	7857.06	
Total	48198.89	39101.00	9097.89	3440.69	1240.83	36660.31	7857.06	
Rendimiento Referencia		108.95				Párametros	Laboratorio	Molino
Quebrado Referencia		20.70				Grado Pulido	94.0	91.0
Consumo Referencia		42431.57				Blancura	40.0	39.0
Consumo Referencia TM		3122.96						
Subproducto	Porcentaje	Costo/TM	Costo/TM \$	TM	Costo Subproductos			
Cascarilla	22%	¢10,847	19.98	47.6	\$950.8			
Semolina	9.35%	¢87,880	161.84	19.8	\$3,205.4			
Miga	2.79%	¢119,345	219.79	5.9	\$1,300.4			
Total						\$5,456.6		
Precio Granza		\$496.00				BENEFICIO NETO MENSUAL		
Beneficio TM		211.84				\$99,613.8		
Beneficio \$		\$105,070.4						
Costo Subproductos		\$5,456.6						
Encargado Administrativo Arrocera								

Anexo N°13. Base de datos de seguimiento del proyecto.

MES	Consumo Sacos 73,6 kg	Consumo TM	Semolina Laboratorio	Semolina Planta	Diferencia	Rendimiento Granza a Proceso S/Laboratorio	Rendimiento Granza a Proceso por Balance	Diferencia	Quebrado Granza a Proceso S/Laboratorio	Quebrado Granza a Proceso por balance	Diferencia
ABRIL	39067.1	2875.3	16.61	14.60	-2.01	107.78	110.24	2.46	19.84	16.17	-3.67
MAYO	39140.4	2880.7	15.70	16.50	0.80	106.90	105.30	-1.60	17.20	20.10	2.90
JUNIO	39582.3	2913.3	16.20	14.10	-2.10	108.40	110.10	1.70	22.60	18.50	-4.10
JULIO	39763.0	2926.6	17.10	14.97	-2.13	108.80	109.12	0.32	22.80	18.32	-4.48
AGOSTO	39553.4	2911.1	16.20	14.45	-1.75	108.50	110.02	1.52	21.10	18.05	-3.05
SEPTIEMBRE											
OCTUBRE											
NOVIEMBRE											
DICIEMBRE											
TOTAL	197106.2	14507.0	16.36	14.92	-1.44	108.08	108.96	0.88	20.72	18.23	-2.49
II trimestre 2015	117789.8	8669.3	16.17	15.06	-1.11	107.70	108.55	0.86	19.89	18.26	-1.63
III Trimestre 2015	79316.35	5837.7	16.65	14.71	-1.94	108.65	109.57	0.92	21.95	18.19	-3.77
IV Trimestre 2015	0.00	0.0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
I Semestre	117789.81	8669.3	16.17	15.06	-1.11	107.70	108.55	0.86	19.89	18.26	-1.63

Anexo N° 20. Procedimiento del mantenimiento de los pulidores.

DEMASA	
División Arroz	
Departamento de Mantenimiento	
Procedimientos para Mantenimiento PULIDORES	
<u>PULIDORES</u>	
<u>PROCEDIMIENTO</u>	
<u>Mecánico</u>	
a-	Revisión de partes desgastables (rotor, cuchillas de esmeril, cribas, segmentos de esmeril, camisa de entrada, reten superior, sobrete y tornillo alimentador. Repare, alinie, o cambie de ser necesario.
b-	Revisión de toda la transmisión (fajas, poleas, roles, muñoneras)
c-	Revisión de la tubería de succión, verifique que no hallan fugas. Repare de ser necesario.
<u>Eléctrico</u>	
a-	Colocar el etiquetado y candadiado
b-	Revisión de la temperatura del motor. Abrir panel electrico, limpiar polvo o cualquier otra cosa en el panel y volver a
c-	cerrarlo.
d-	Limpieza externa del motor.
e-	Revisar motor cables, enchufes, conectores y tapa de caja de conexión.
f-	Revisar y anotar consumo de cada uno de los motores.
g-	Verifique si hay cables y conexiones sueltos o rotos y repare de ser necesario.
<u>Materiales</u>	
	Caja de herramientas
	Amperímetro
	Pistola para medir temperatura
	Estetoscopio
	Tacómetro
<u>Responsables</u>	
	Mecánicos
	Eléctricos
Instructivos Mantenimiento	Pag:8

Anexo N°21. Listas de chequeo de operarios del molino.

Lista de Chequeo
Operadores de Molino

Hora	Actividad	Realizado
06:00am	Eliminar cualquier fuente de contaminación en el proceso.	
06:15am	Coordinar con el supervisor el volumen de pilado	
06:30am	Revisar que los pulidores esten funcionando correctamente	
07:00am	Ajustar frenos, presión y regular flujos	
07:30am	Desayuno	
08:00am	Muestreo y análisis de los pulidores	
08:30am	Registrar los datos en la computadora del molino para ver el indicador	
09:30am	Revisar el funcionamiento de los pulidores	
10:00am	Parar por hora de máxima demanda	
12:30pm	Arranque de equipos	
01:00pm	Muestreo y análisis de los pulidores	
01:30pm	Registrar los datos en la computadora del molino para ver el indicador	
02:00pm	Registrar y firmar los reportes de operación	

