

ESTRUCTURACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO APLICABLE A LA INDUSTRIA DE MOLINERIA DE ARROZ EN EL
DPTO. DEL TOLIMA, MOLINO DICORP

JUAN CAMILO GORDILLO VELEZ

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
IBAGUÉ

ESTRUCTURACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO APLICABLE A LA INDUSTRIA DE MOLINERIA DE ARROZ EN EL
DPTO. DEL TOLIMA, MOLINO DICORP

JUAN CAMILO GORDILLO VELEZ

Asistencia de investigación presentada para optar al título de
Ingeniero Mecánico

JUAN CARLOS RICO BERMUDEZ

Investigador principal: Ing. Mecánico
Aspirante a Magister en gestión industrial UNIBAGUÉ

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
IBAGUÉ

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	12
1. Objetivos.....	14
1.1. General	14
1.2. Específicos.....	14
2. Marco Referencial.....	15
2.1. Generalidades del Mantenimiento	15
2.2. Gestión del mantenimiento	16
2.2.1. Importancia de la gestión del mantenimiento.....	17
2.2.2. TPM Y RCM.	18
2.2.3. Niveles de mantenimiento.	19
2.3. Ciclo de gestión del mantenimiento	20
2.3.1. Fase 1: Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.....	21
2.3.2. Fase 2: Jerarquización de equipos.	22
2.3.3. Fase 3: Análisis de los puntos débiles en equipos de alto impacto.	24
2.3.4. Fase 4: Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios.	26

2.3.5. Fase 5: programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.	27
2.3.6. Fase 6: evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.	27
2.3.7. Fase 7: análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos.	28
2.3.8. Fase 8: implantación del proceso de mejora continua y adopción de tecnologías.	29
2.4. Generalidades del arroz.....	29
2.4.1. Historia del arroz en Colombia.	30
3. Ámbito de estudio.....	32
3.1. La empresa y su entorno	32
3.2. Localización	33
3.3. Misión.....	34
3.4. Visión	34
3.5. Diagrama de flujo del proceso productivo.....	35
3.6. Descripción general del sistema productivo de arroz blanco.....	36
3.6.1. Pesaje de báscula.	36
3.6.2. Muestreo y laboratorio de calidad.	36
3.6.3. Recibo.	37
3.6.4. Secado de arroz.....	39

3.6.5. Almacenaje de arroz.	40
3.6.6. Trilla.....	41
3.6.7. Empaquetado	50
3.7. Situación actual del mantenimiento en el molino Dicorp	51
3.7.1. Organización.	51
3.7.2. Planeación y Programación	51
3.7.3. Costos	56
3.7.4. Medición y control de indicadores	57
3.7.5. Sistema de información.....	59
3.8. Diagnostico del mantenimiento en el molino Dicorp	60
4. Propuesta del ciclo de gestión del mantenimiento preventivo basada en análisis de criticidad, análisis de puntos débiles en equipos críticos e indicadores de confiabilidad y mantenibilidad	64
4.1. Fase 1: Objetivos, estrategias y responsabilidades del mantenimiento de Dicorp.....	65
4.1.1. Objetivos	66
4.1.2. Estrategias	67
4.1.3. Responsabilidades	68
4.2. Fase 2: Jerarquización de los equipos del molino Dicorp.....	69
4.2.1. Listados de equipos.	69

4.2.2.	Codificación de equipos.	74
4.2.3.	Análisis de criticidad.	77
4.3.	Fase 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto del Molino Dicorp	84
4.3.1.	Etapas del proceso FMEA.	85
4.3.2.	Etapas del proceso RCA.	90
4.4.	Fase 4: Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios.	91
4.4.1.	Mantenimiento basado en confiabilidad.	91
4.4.2.	Mantenimiento productivo total (TPM).	106
4.4.3.	Mantenimiento basado en condición.	110
4.5.	Fase 5: Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.	111
4.6.	Fase 6: Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento en la empresa	112
4.7.	Fase 7: Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos	114
5.	Adopción de tecnologías de diagnóstico y mejoras continuas del mantenimiento para el molino Dicorp.	117
5.1.	Análisis de necesidades del cliente.	117
5.1.1.	Gestión de Activos (Assets Management).	118

5.1.2. Gestión de Lubricación (Lubrication Management).....	121
5.1.3. Presentación de resultados de los Análisis de la Gestión de Activos y Lubricación.	122
5.1.4. ERP Improvement Opportunities Analysis	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
ANEXOS	138

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Plano actualizado Molino Dicorp Espinal	32
Figura 2 Imagen Satélite Molino Dicorp Espinal	33
Figura 3 Diagrama de Flujo del proceso productivo	35
Figura 4. Recibo.....	37
Figura 5. Prelimpieza	38
Figura 6. Secado de arroz.....	39
Figura 7. Almacenaje de arroz	40
Figura 8. Prelimpieza	42
Figura 9. Descascarado	43
Figura 10. Separación de cascarilla.....	44
Figura 11. Separación integral y paddy	45
Figura 12. Limpieza.....	46
Figura 13. Pulimento	47
Figura 14. Clasificación por tamaño.....	48
Figura 15. Empaquetado.....	50
Figura 16 Organigrama de la empresa	51
Figura 17 Promedio de presupuesto molino-Dicorp 2010-2016	56
Figura 18 Ciclo de gestión del mantenimiento	64
Figura 19 Fases y herramientas de soporte	65
Figura 20 Ejemplo de estrategia general del mantenimiento.....	67
Figura 21 Listado de equipos actual en el Molino Dicorp	69

Figura 22 Niveles de estructura arbórea en una planta de producción	70
Figura 23 Codificación de equipos.....	75
Figura 24 Mantenimiento basado en la planificación	109
Figura 25 Alcance del análisis de necesidades del cliente	117
Figura 26 Modelo de optimización de eficiencia de activos	119
Figura 27 Resumen de la matriz de madurez	120
Figura 28 Gráfico de Desviación de la Gestión de Mantenimiento	123
Figura 29 xx	123
Figura 30 Nivel de Excelencia en Mantenimiento - SAP PM	127
Figura 31 Prácticas Desafortunadas en el Módulo de Objetos Técnicos	129
Figura 32 Nivel Comparativo para Gestión de SAP PM	130

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Propuestas de gestión del mantenimiento	17
Tabla 2. Mantenimiento preventivo Molino-Espinal Dicorp	52
Tabla 3. Mantenimiento correctivo Molino-Espinal Dicorp.	55
Tabla 4. Diagnóstico del mantenimiento actual en el Molino Dicorp.....	60
Tabla 5. Objetivos del molino Dicorp	66
Tabla 6 Responsabilidades del personal de mantenimiento.....	68
Tabla 7. Propuesta del Listado de equipos en el molino Dicorp	70
Tabla 8. Clasificación por áreas	75
Tabla 9. Clasificación por equipo	76
Tabla 10. Niveles de importancia o criticidad.....	78
Tabla 11. Nivel de criticidad por impacto ambiental.....	79
Tabla 12. Nivel de criticidad por Impacto a la seguridad	79
Tabla 13. Nivel de criticidad por Impacto Operacional.....	80
Tabla 14. Nivel de Criticidad por impacto a la Calidad	81
Tabla 15. Nivel de Criticidad por Impacto al Mantenimiento.....	81
Tabla 16. Nivel de Criticidad según la Flexibilidad Operacional	82
Tabla 17. Nivel de criticidad según la frecuencia de fallas	83
Tabla 18. Matriz de criticidad	83
Tabla 19. Severidad	87
Tabla 20. Detectabilidad	88
Tabla 21. Probabilidad	88

Tabla 22. RPN..... 89

Tabla 23. Indicador de control y evaluación para el plan de capacitación
propuesto 114

INTRODUCCIÓN

Arroz Diana Corporación es una organización 100% colombiana, cuenta con más de 50 años de experiencia en el sector agroindustrial, líder en el segmento de alimentos a través de la producción, comercialización y distribución de 5 grandes marcas: Diana, Carolina, Ricapalma, Gustosita y Glacial; dentro de las cuales se encuentran distribuidos más de 20 productos.

Una maquinaria confiable en el proceso de producción del arroz, y la calidad de sus condiciones hará que los clientes incrementen su confiabilidad en el producto, siendo la confianza un requerimiento de los clientes para acceder a los productos. Actualmente en la empresa las actividades de mantenimiento que se desarrollan están distribuidas 70% correctivas y un 30% en preventivas.

Se propone desarrollar la estructuración de un modelo de gestión del mantenimiento preventivo aplicable a la industria de molinería de arroz en el departamento del Tolima, Dicorp S.A.S, se busca generar mejores resultados operativos permitiendo eficiencia en la planeación y programación de las actividades de la gestión de mantenimiento general de activos, lo cual propiciara una estandarización de procedimientos que guarden correspondencia con instructivos de clase mundial, y las teorías modernas de gestión del mantenimiento.

Para el cumplimiento de la propuesta anterior se adopta el ciclo de gestión del mantenimiento propuesto por Adolfo Crespo, el cual orienta la base de información de la empresa a un análisis de criticidad, siendo un factor de competitividad cuya

importancia en el ámbito empresarial crece día a día, por lo que es necesario entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento en una organización, mostrando a detalle el proceso de desarrollo del objetivo y cada una de las etapas propuestas.

1. Objetivos

1.1. General

- Estructuración de un modelo de gestión del mantenimiento preventivo aplicable a la industria de molinería de arroz en el departamento del Tolima, molino Dicorp S.A.S.

1.2. Específicos

- Efectuar un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento en la planta del molino de arroz Dicorp que tenga en cuenta aspectos como: organización, costos, planeación, programación, medición y control e indicadores.
- Elaborar una propuesta del ciclo de gestión del mantenimiento preventivo basada en análisis de criticidad, análisis de puntos débiles en equipos críticos e indicadores de confiabilidad y mantenibilidad.
- Determinar necesidades de capacitación y entrenamiento que respondan a las demandas del mantenimiento.
- Realizar una propuestas de implementación de tecnologías aplicables al proceso productivo del molino.

2. Marco Referencial

2.1. Generalidades del Mantenimiento

El mantenimiento está definido, según la norma europea de terminología reciente como la combinación de acciones técnicas, administrativas y de gestión a lo largo del ciclo de vida de un equipo, las cuales están encaminadas a conservarlo en un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida, durante el mayor tiempo posible (García, 2003; Crespo, 2014). Entendiendo por función requerida aquella que debe prestar para cumplir con sus fines de creación (Crespo, 2014). Al momento de ejercer dicho mantenimiento sobre un equipo es de vital importancia conocer el estado en que él se encuentra desarrollando se función.

Los procesos de mantenimiento a lo largo de la historia han evolucionado de diversas maneras; empezando el recorrido desde finales del siglo XIX los operarios eran los encargados de elaborar las reparaciones de las maquinarias, no obstante esto empezó a cambiar desde que las maquinas empezaron a ser más complejas, así fue como empezaron a surgir los primeros departamentos de mantenimiento, quienes se enfocaban en tareas correctivas (García, 2003).

Después de la segunda guerra Mundial, aparece el concepto de fiabilidad, lo que hace que el objetivo del mantenimiento cambie su curso, no solo se buscaba corregir las fallas de los equipos analizados, buscaban prevenirlas (García, 2003). Creando de esta manera nuevas tareas para los departamentos de mantenimiento, personal capacitado para analizar que fallas se puede prevenir evitando así posibles daños en la maquinaria; generando un aumento de costes del mantenimiento, por lo

cual en los años 80 se considera la idea de volver a los inicios del desarrollo del mantenimiento, en los que los mismos operarios se encargaban de ejercerlo (García, 2003).

2.2. Gestión del mantenimiento

La norma EN 13306 (2001) define la gestión del mantenimiento como aquellas actividades de la gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Lo cual es realizado por medio de planificación, control y supervisión del mantenimiento, apoyándose en mejorar todos los métodos de la organización, incluidos los económicos (Azüero & Acosta, 2002; Crespo, 2014).

El conocimiento y manejo de los objetivos del mantenimiento enfocados en los mismos objetivos planteados por la organización, son de vital importancia para definir la gestión del mantenimiento (Crespo, 2014). Se debe tener en cuenta que así como se cambia el enfoque empresarial, pueden variar así mismo los objetivos del mantenimiento, lo que genera en ocasiones no lograr el conocimiento con exactitud de la función en el futuro (Crespo, 2014).

Sin embargo, los cambios en los objetivos no solo varían de los fines empresariales, muchas veces estos dependen del cambio en la criticidad de los equipos o de las labores del mantenimiento. (Crespo, 2014). Para evitar estos cambios e incertidumbres es preciso que los gestores del mantenimiento lleguen a alinear sus actividades dentro de la gestión a los niveles empresariales, es decir estratégico, táctico y operativo; al igual que a los objetivos del mantenimiento (Crespo, 2014).

“Para el desarrollo y la elaboración del modelo que se presenta se han considerado numerosas propuestas que, ordenadas cronológicamente en el tiempo, son las mostradas en la tabla (Viveros, et al., 2013)”.

Tabla 1. Propuestas de gestión del mantenimiento

Año	Autores
1990	Pintelon, L. & van Wassenhove
1997	Riis, J., Luxhoj, J. & Thorsteinsson
1998	Wireman, T.
2000	Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon Campbell, J.
2001	Hassanain, M.A., Froese, T.M. & Vanier, D.J.
2001	Campbell, J. D. & Jardine, A.K.S.
2002	Tsang, A.
2002	Waeyenbergh, G. & Pintelon, L.
2003	Murthy, D. N. P., Atrens, A & Eccleston, J.A.
2004	Cholasuke, C., Bhardwa, R. & Antony, J.
2005	Abudayyeh, O., Khan, T., Yehia, S. & Randolph, D.
2006	Pramod, V. R., Devadasan, S.R., Muthu, S., Jagathyraj, V.P. & Dhaksina Moorthy, G.
2006	Kelly, A.
2007	Tam, A., Price, J. & Beveridge, A.
2007	Söderholm, P., Holmgren, M. & Klefsjö, B.
2007	Crespo Marquez A.
2010	López, M., Gómez, J.F., González, V., Crespo A.

Nota: Tomada de Viveros, et al., (2013).

2.2.1. Importancia de la gestión del mantenimiento.

La importancia de la gestión del mantenimiento, según el licenciado Santiago García, se puede observar en los siguientes 4 “porque” (2003):

- I. Porque la competencia obliga a rebajar costes, lo cual hace necesaria la prioridad de optimizar los materiales consumidos como de la

mano de obra. Se debe tener en cuenta que para lograr dicha optimización se debe clarificar las características de la planta para implementar el modelo de organización que este mas acople; priorizando los equipos críticos reconociendo que la disponibilidad del equipo no puede superar el nivel e interferir en el plan de producción.

II. Porque existen multitud de técnicas las cuales son necesarias de analizar, identificando las mejoras que traería consigo su implementación en la planta, así mismo del estudio del proceso de desarrollo de la misma. TPM (*Total Productive Maintenance*, Mantenimiento productivo total), RCM (*Reliability Centered Maintenance*, Mantenimiento centrado en fiabilidad), Sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), entre otras diversas técnicas de mantenimiento predictivo, como análisis vibracional, termografías, etc.

III. Porque los departamentos necesitan estrategias, después de plantear los objetivos de la dirección, se necesitan lineamientos para poder cumplirlos.

IV. Porque la calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia.

2.2.2. TPM Y RCM.

El RCM como gestión del mantenimiento se basa en estudiar los equipos, analizar los fallos y aplicar tecnologías de detección, siendo su

filosofía básicamente tecnológica; después de los años 80 se desarrolla el TPM, en el que las tareas de los operarios de mantenimiento pasan hacer realizadas por los operarios de producción con el fin de reducir los costes, tareas como limpieza, lubricación, ajustes o pequeñas reparaciones, por lo que tiene como filosofía impulsar el trabajo humano y no el de la tecnología (García, 2003).

Actualmente ambas filosofías de mantenimiento conviven en las empresas; estas técnicas son usadas en algunas empresas como complementarias, en otras prefieren imponer una sobre otra. No obstante, existen empresas en las que ninguna de las dos filosofías del mantenimiento triunfan, creyendo que están fundamentadas teóricamente bien, aunque no son aplicables (García, 2003).

2.2.3. Niveles de mantenimiento.

Los niveles de mantenimiento se pueden definir como un conjunto de acciones para lograr un nivel de intervención dado (Ej. Sustitución de componentes, Gran intervención (overhaul), revisión general, engrase,...). Estos, son desarrollados por personal y localización diferente para cada caso, ya que se necesita de especialidad en el personal que se encarga de cada nivel. (Crespo, 2014).

Un ejemplo dado por Crespo (2014), en *Gestión del mantenimiento* representa los niveles de mantenimiento hipotéticos en una empresa multinacional:

- **Nivel 1** (Gestión Autónoma) – Limpieza, Inspección Lubricación – Reparaciones sencillas / sustituciones – Cambios de formato y ajustes
- **Nivel 2** (Mantenimiento Correctivo) – Diagnóstico de averías – Remoción de etiquetas (anomalías) – Reparación de averías
- **Nivel 3** (Mantenimiento Preventivo) – Mantenimiento Preventivo – Mantenimiento Predictivo – Grandes intervenciones (overhauls) – Formación Técnica y Estandarización
- **Nivel 4** (Prevención del Mantenimiento) – Nuevas máquinas / componentes – Mejoras – Early Equipment management – Nuevas técnicas / sistemas
- **Nivel 5** (Mantenimiento Contratado – Grandes averías y paradas) – Intervenciones externas – Intervenciones de proveedores

2.3. Ciclo de gestión del mantenimiento

Este ciclo marca el curso de aquellas acciones que se realizan para la gestión adecuada del mantenimiento. Es un ciclo sin fin y posee la idea de la mejora

continua de la empresa mediante la utilización de tecnologías y metodologías nuevas (Crespo, 2014).

Dentro de este ciclo existen herramientas de soporte que ayudan a facilitar las actividades de la gestión de mantenimiento. Existen los mandos integral, que ayudan al establecimiento de estrategias del mantenimiento y de los indicadores que son claves en la gestión. De igual forma existen técnicas de Análisis de criticidad para jerarquizar activos y fijar nuestras prioridades de gestión (Crespo, 2014).

2.3.1. Fase 1: Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.

El paso previo de cualquier actividad es la evaluación de situación existente en Integración de herramientas y habilitantes al sistema informático (ERP, Softwares de MTTO, Software de gestión de MTTO), dicho análisis se realiza cuando la planta ya disponga de un método definido de gestión o que nos disponga de ningún método (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, Crespo, 2013).

La evaluación debe considerar aspectos del mantenimiento de equipos que registren información, como la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, indicadores de tiempo medio entre fallas (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTTR), recursos financieros asignados al mantenimiento, impacto económico entre otros (Viveros *et al.*, 2013).

La definición de los objetivos que persigue la empresa son necesarios para desempeñar de manera correcta la gestión del mantenimiento, con una estrategia definida a estos, determinando responsabilidades del personal implicado a nivel operacional y gerencial (Viveros *et al.*, 2013).

2.3.2. Fase 2: Jerarquización de equipos.

Esta es la fase que permite conocer los activos sobre los cuales se debe centrar la atención de la gestión del mantenimiento, enfocándose principalmente en aquellos que la mejorar pueda generarle más valor a la organización. Proporcionando así la eficacia de la gestión del mantenimiento fijando las prioridades de actuación sobre nuestro sistema físico. Se pueden encontrar tanto métodos cualitativos como cuantitativos para llevar acabo la jerarquización (Crespo, 2014).

Dentro de la empresa no todos los equipos poseen la misma importancia, por esta razón los recursos destinados para mantener los equipos se deben enfatizar en los de mayor importancia, dejando un pequeña porción de los recursos a los equipos que influyen en menor manera a la eficiencia empresarial (García, 2003). El análisis de criticidad consiste en jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el objetivo de lograr mayor facilidad en la toma de decisiones para el destino de los recursos (García, 2003; Crespo, 2014).

En *La organización y gestión integral del mantenimiento* se definen los siguientes niveles de importancia para los equipos (García, 2003):

-Equipos críticos: Aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.

-Equipos importantes: Aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero son consecuencias asumibles.

-Equipos prescindibles: Aquellos con incidencia escasa en los resultados.

Los pasos a seguir durante un análisis de criticidad, según Crespo (2014) son:

- Definir un alcance y propósito para el análisis
- Establecer criterios de importancia
- Seleccionar o desarrollar un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas.

Según Santiago García (2003) los criterios que se pueden usar para clasificar cada uno de los equipos de una empresa según su nivel de criticidad son fundamentalmente cuatro aspectos: producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

2.3.3. Fase 3: Análisis de los puntos débiles en equipos de alto impacto.

Los puntos débiles de los equipos críticos de una empresa, en muchas ocasiones se solventan eliminando errores en los procedimientos del trabajo efectuado; para esto existe la investigación de las llamadas “causas latentes” en cuanto al falla que permitirá dar solución a estos problemas.

Este tipo de análisis, conocido como Análisis Causa Raíz, (ACR) posee varias ventajas, según Adolfo Crespo, en Gestión del mantenimiento, las define como (2014):

- Reducción del número de incidentes, fallos y desperdicios
- Reducción de gastos y de la producción diferida, asociada a fallos
- Mejora de la fiabilidad, la seguridad y la protección medioambiental
- Mejora de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos

Esta metodología es utilizada para la identificación de las causas raíces que pueden originar algunos fallos dentro de los procesos de producción; estos métodos permiten identificar el origen de dicho fallo (Crespo, 2003).

Algunos métodos que se llevan a cabo:

- Análisis de fallos repetitivos de equipos o procesos críticos.
- Análisis de errores humanos, en el proceso de diseño y aplicación de procedimientos y de supervisión.
- Análisis de deficiencias organizacionales y programáticas.

Según Adolfo Crespo, en *Gestión del mantenimiento*, para implementar esta metodología, lo correcto es seguir una serie de etapas:

- Definir de forma clara el problema a evaluar.
- Desarrollar el proceso de análisis: desarrollar hipótesis y verificarlas con hechos y definir las posibles causas raíces.
- Definir soluciones a partir de las causas encontradas.
- Implantar las soluciones y auditar el desempeño de estas soluciones.

La metodología ACR no tiene como fin buscar la solución al fallo, simplemente identificarlo y analizarlos antes de elaborar las posibles medidas correctivas. Este análisis del problema se puede llevar a cabo siguiendo los pasos descritos por Adolfo Crespo:

1. Listar los síntomas del problema
2. Analizar los síntomas
3. Identificar posibles causas

4. Formular teorías
5. Probar teorías
6. Identificar Causas raíces (físicas-latentes)
7. Evaluar alternativas
8. Diseñar controles
9. Implantar
10. Verificar desempeño

2.3.4. Fase 4: Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios.

Se distinguen dos partes fundamentales:

- Información recopilada de los equipos para analizar, se establecen las funciones y posibles fallas del equipo, posteriormente lo que sucede luego de la falla, y como último paso el análisis causa raíz, para e esta forma con base a los resultados obtenidos de los pasos anteriores, realizar una evaluación de las consecuencias de cada falla en las escalas: Operacional, Seguridad, Medio ambiente y Costo (Viveros *et al.*, 2013).
- La decisión para establecer tareas de prevención para consecuencias de los modos de falla, elaborando una la tarea de mantenimiento por cada causa raíz, así mismo como la frecuencia con que se va a llevar a cabo, el responsable de ejecutarla y el riesgo de aplicar el plan de mantenimiento (Viveros *et al.*, 2013).

2.3.5. Fase 5: programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.

Durante el desarrollo de esta etapa se elabora una programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, para lo cual se deberá analizar necesidades de producción en la escala temporal y el coste de oportunidad para el negocio durante la ejecución de las tareas (Viveros *et al.*, 2013).

Dicha programación de actividades de mantenimiento pretende optimizar recursos tanto humanos como materiales, y minimizar el impacto en la producción. La programación del mantenimiento debe efectuarse a corto (< 1 año), medio (1-5 años) y largo plazo (> 5 años) (Viveros *et al.*, 2013).

2.3.6. Fase 6: evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.

Durante esta etapa se deben evaluar las actividades de mantenimiento diseñadas para cumplir con los objetivos de la planta. Esta evaluación permite controlar y optimizar los diseños del plan de mantenimiento mejorando eficacia y eficiencia (Viveros *et al.*, 2013).

Se debe diseñar un sistema de información el cual recoja y procese datos precisos que puedan satisfacer las necesidades de los objetivos

básicos de la gestión de mantenimiento, que son el aumento de la eficacia y la disminución de costos (Viveros *et al.*, 2013).

Estos datos serán analizados con la certeza de ser fiables, la hoja de diseño ser tal que los operarios la encuentren sencilla y estándar para obtener datos útiles (Viveros *et al.*, 2013).

2.3.7. Fase 7: análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos.

“La gran cantidad de variables que se deben manejar a la hora de estimar los costos reales de un activo a lo largo de su vida útil, generan un escenario de alta incertidumbre (Viveros *et al.*, 2013).”

Por lo general el costo total del sistema de producción no es visible, lo referente a costos asociados con: la operación, el mantenimiento, las pruebas de instalación, la formación del personal, entre otros (Viveros *et al.*, 2013).

Las funciones aplicables en cada una de sus fases determinan el costo de vida y permite calcular el costo de estas funciones y aplicar los costos que sean adecuados (Viveros *et al.*, 2013). El análisis de costo de ciclo de vida como resultado la determinación de un activo durante su vida útil (Viveros *et al.*, 2013).

2.3.8. Fase 8: implantación del proceso de mejora continua y adopción de tecnologías.

“Los activos son diseñados para hacer cosas, la gente hace que estas cosas sucedan (Crespo, 2014)”.

Se necesita un soporte técnico fortalecido por el aspecto humano. Fiabilidad y motivación, entrenamiento, equipos naturales de trabajo, comunicación para tener un mantenimiento exitoso (Crespo, 2014).

Según Adolfo Crespo existen aspectos a fortalecer y muchas técnicas para hacerlo así como los siguientes puntos de vista desde los que trabajar (2014):

- Operador
- Mantenedor
- Planificador
- Especialista
- Facilitador
- Ingeniero de proceso

2.4. Generalidades del arroz

Es considerada una de las plantas más antiguas, desde la literatura china se hace mención de él, 3 mil años A.C, por su valor sagrado, como adicional el estudio del arroz ha determinado su valor al desarrollo humano; es un cereal, destinado a la

alimentación humana, cuyo cultivo se da en zonas húmedas, posee numerosas virtudes para la salud, siendo el que más se consume en el mundo junto al trigo (Ministerio de agricultura y desarrollo rural [MiniAgricultura], 2013; Sativa, 2003):

- Es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano.
- Es de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio.

El cultivo de arroz es un proceso productivo que requiere de trabajo, tierra y agua; por la situación social, ambiental y económica que se experimenta en el último siglo, ni Asia ni África dan garantías para producir la totalidad de la demanda mundial de arroz, contando casi 7,000 millones de personas en el mundo (Sativa, 2003).

2.4.1. Historia del arroz en Colombia.

No ha sido posible establecer mediante estudios históricos de donde llegó el arroz a América, actualmente el arroz en Colombia es uno de los cultivos que posee ciclo corto y uno de los más importantes (Castillo, 2009; MiniAgricultura, 2013). El arroz paddy verde (arroz con cascarilla) es el sembrado en el país, el resultado de su proceso de producción es el arroz blanco. Colombia cuenta con dos sistemas de producción diferenciados: mecanizado y tradicional o manual (MiniAgricultura, 2013).

Se data que en los años 1580 existían cultivos de arroz en el valle del Magdalena, más exactamente en Mariquita, Tolima. Otras zonas arroceras de importancia histórica en Colombia son los llanos, en donde inició la siembra a escala

comercial en 1908; el primer molino de arroz fue instalado en 1914, en Bogotá, el cual inicio con capacidad para 24 horas de trabajo produciendo 4 mil 800 kilos (MiniAgricultura, 2013).

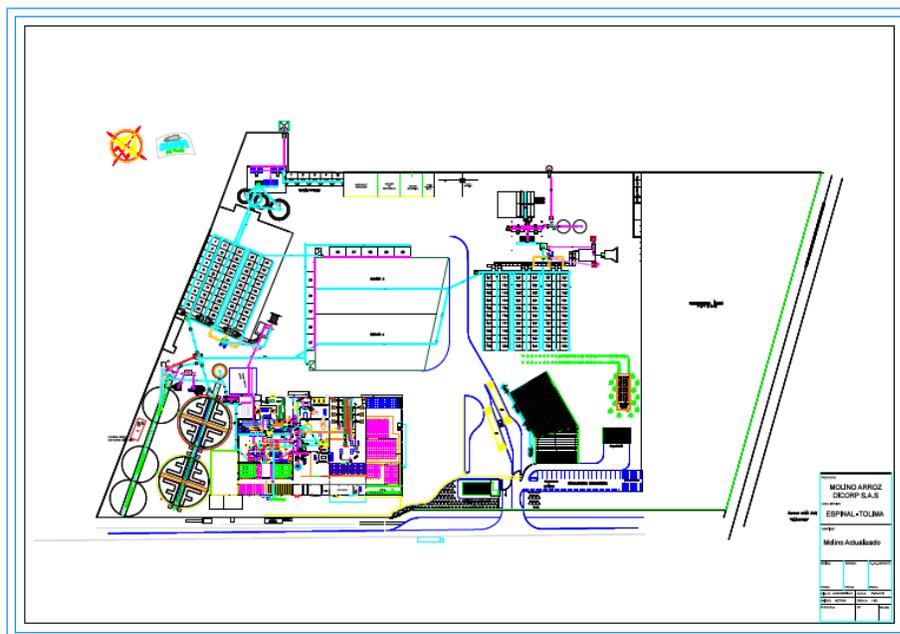
Los cultivos de arroz se fueron intensificando, en algunos departamento más que en otros; en 1984 un gran avance para la industria arrocera del país se vivió en Villavicencio con la inauguración de FEDEARROZ (MiniAgricultura, 2013). Entre 1994 y 2004, se ha vivido una producción en el país ascendente (MiniAgricultura, 2005).

En Colombia predominan dos grandes categorías en el cultivo del arroz: el mecanizado, en el cual se emplea de maquinaria para el proceso productivo del cultivo, y el manual o chuzo, en el cual solo basta de la mano de obra para su producción (MiniAgricultura, 2013). Actualmente en la zona industrial del cultivo existen 10 molinos líderes los cuales están encargados de casi el 60% de producción total; contando con tecnologías avanzadas en comparación con otras naciones (MiniAgricultura 2005).

3. Ámbito de estudio

3.1. La empresa y su entorno

Figura 1 Plano actualizado Molino Dicorp Espinal



Nota: Tomada de Dicorp (2016).

Diana Corporación es una organización 100% colombiana, cuenta con más de 50 años de experiencia en el sector agroindustrial, líder en el segmento de alimentos a través de la producción, comercialización y distribución de 5 grandes marcas: Diana, Carolina, Ricapalma, Gustosita y Glacial; dentro de las cuales se encuentran distribuidos más de 20 productos (Diana Corporación S.A.S [Dicorp], 2016).

3.2. Localización

Figura 2 Imagen Satélite Molino Dicorp Espinal



Nota: Tomada de Google Earth

Diana Corporación S.A.S cuenta con ocho plantas de producción distribuidas en diferentes ciudades del país, una sede administrativa y diferentes centros de distribución y almacenamiento (8 bodegas) (Dicorp, 2016).

El presente informe es basado en los diferentes procesos productivos que se llevan a cabo en la planta de producción “Molino- Espinal”; ubicado en el kilómetro 1 vía Doima, en el departamento del Tolima.

3.3. Misión

En Dicorp alimentamos el bienestar de la familia colombiana, ofreciendo un portafolio de marcas confiables, reconocidas, innovadoras y disponibles a nivel nacional. Lo logramos promoviendo el desarrollo de nuestros empleados, el interés de nuestros accionistas y contribuyendo a la sociedad y al país donde vivimos (Dicorp, 2016).

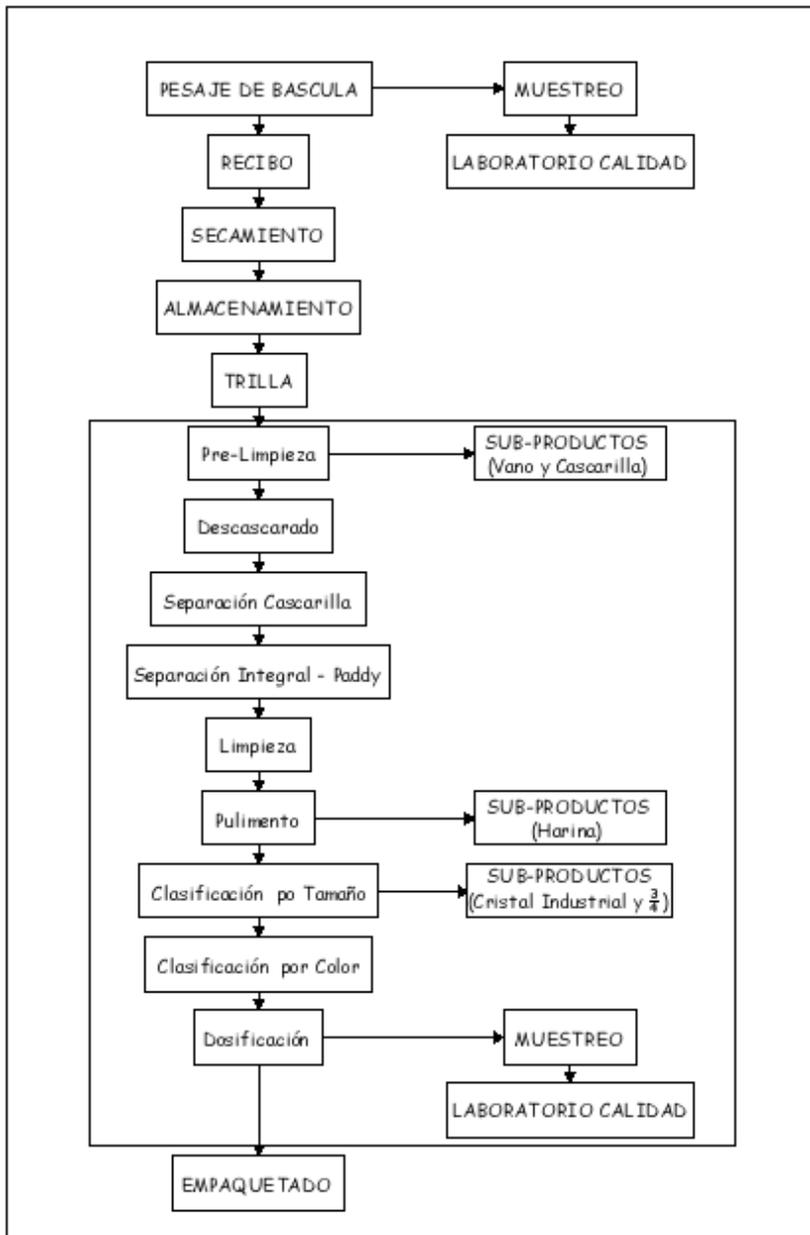
3.4. Visión

En el 2016, Dicorp se convertirá en una corporación de consumo masivo altamente competitiva en el mercado alimenticio mediante:

1. Marcas reconocidas, confiables e innovadoras.
2. Talento sobresaliente y comprometido.
3. Distribución con calidad y cobertura.

3.5. Diagrama de flujo del proceso productivo

Figura 3 Diagrama de Flujo del proceso productivo



Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.6. Descripción general del sistema productivo de arroz blanco

El proceso productivo dentro del molino de arroz Diana, localizado en el espinal, empieza por la selección de los mejores granos de arroz de la cosecha, los cuales cumplen los estándares de calidad pre establecidos; para seguir con el primero de los pasos dentro del sistema de producción, el proceso de secado seguido de la limpieza y el proceso de trilla, luego se pasa al proceso de polichado y por último el empaquetado, cada uno de estos procesos son especificados a continuación.

3.6.1. Pesaje de báscula.

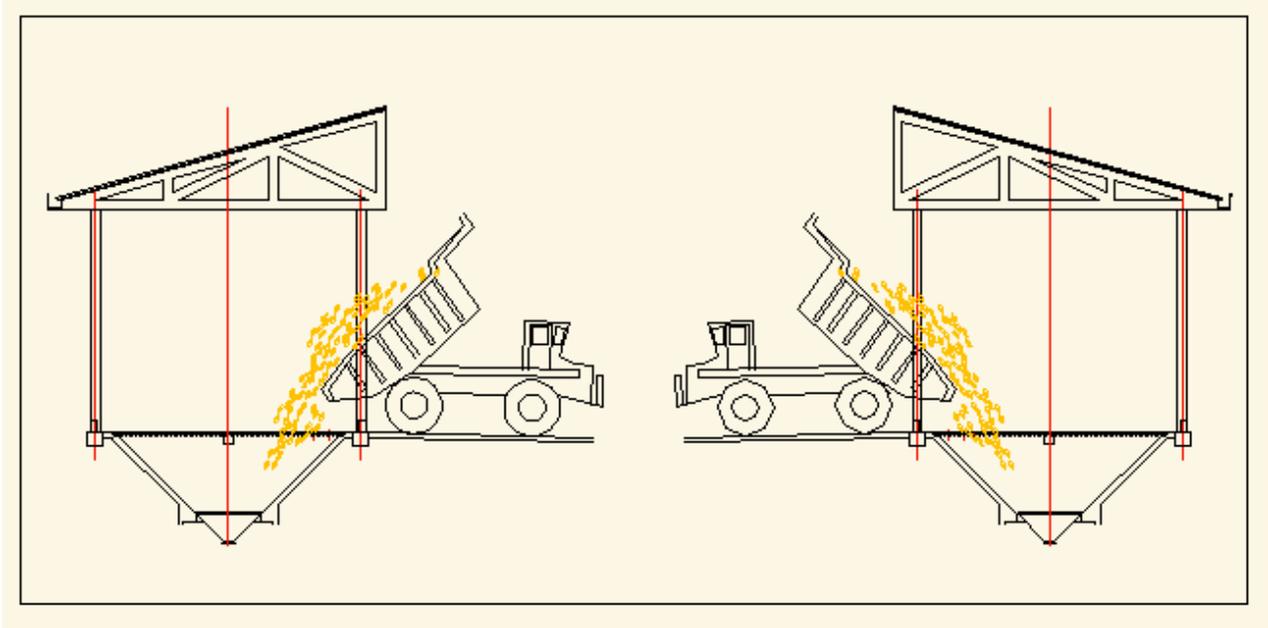
Esta es la primera zona donde llega el arroz Paddy. Por medio de una báscula camionera se pesa la cantidad de arroz que ingresa al molino. Estas basculas cuentan con una capacidad de 80 toneladas, de las cuales existen dos, una entrada y una en la culminación del proceso (Dicorp, 2016).

3.6.2. Muestreo y laboratorio de calidad.

Posteriormente al pesaje en la báscula, dentro de la misma se realizan diferentes muestras del arroz, las cuales son llevadas al laboratorio de calidad con el propósito de determinar el porcentaje de humedad relativa, impurezas y cantidad de grano partido; los resultados obtenidos en el laboratorio de calidad ayudan a determinar el precio del arroz paddy que se esté recibiendo (Dicorp, 2016).

3.6.3. Recibo.

Figura 4. Recibo

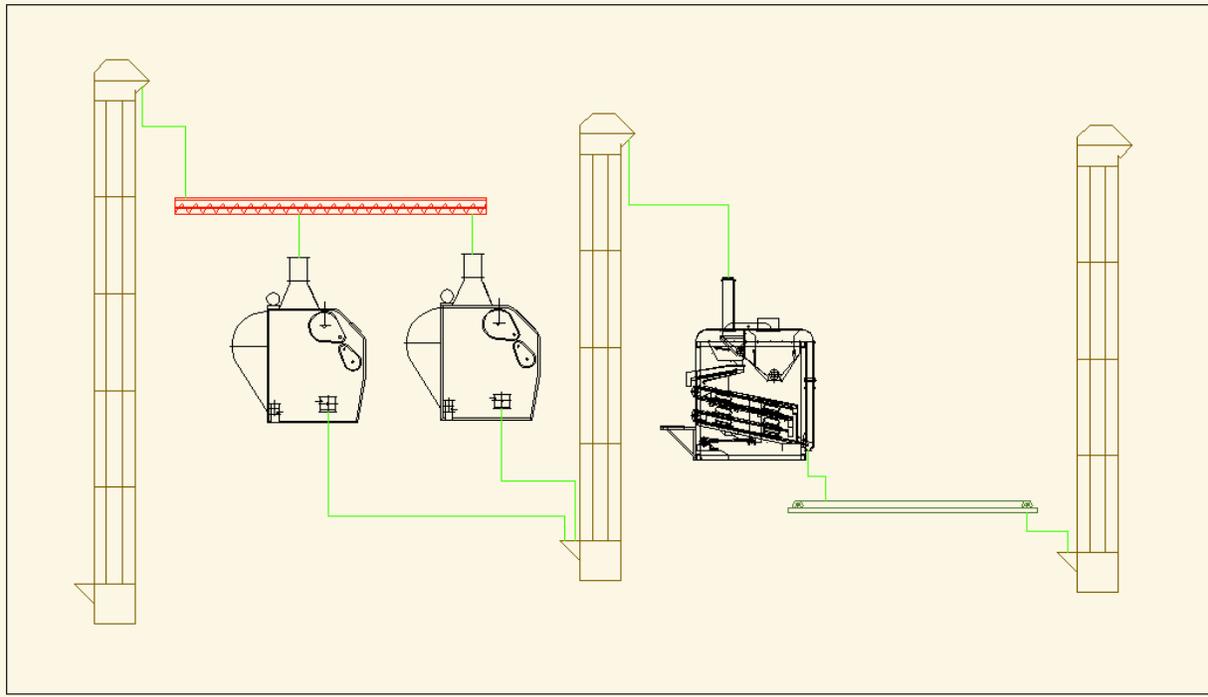


Nota: Fuente propia.

Cuando se determina la calidad del arroz paddy, este es llevado unas tolvas subterráneas, que dan paso a la banda transportadora de arroz paddy para enviar las toneladas recibas al elevador (Dicorp, 2016).

3.6.3.1. *Prelimpieza.*

Figura 5. Prelimpieza



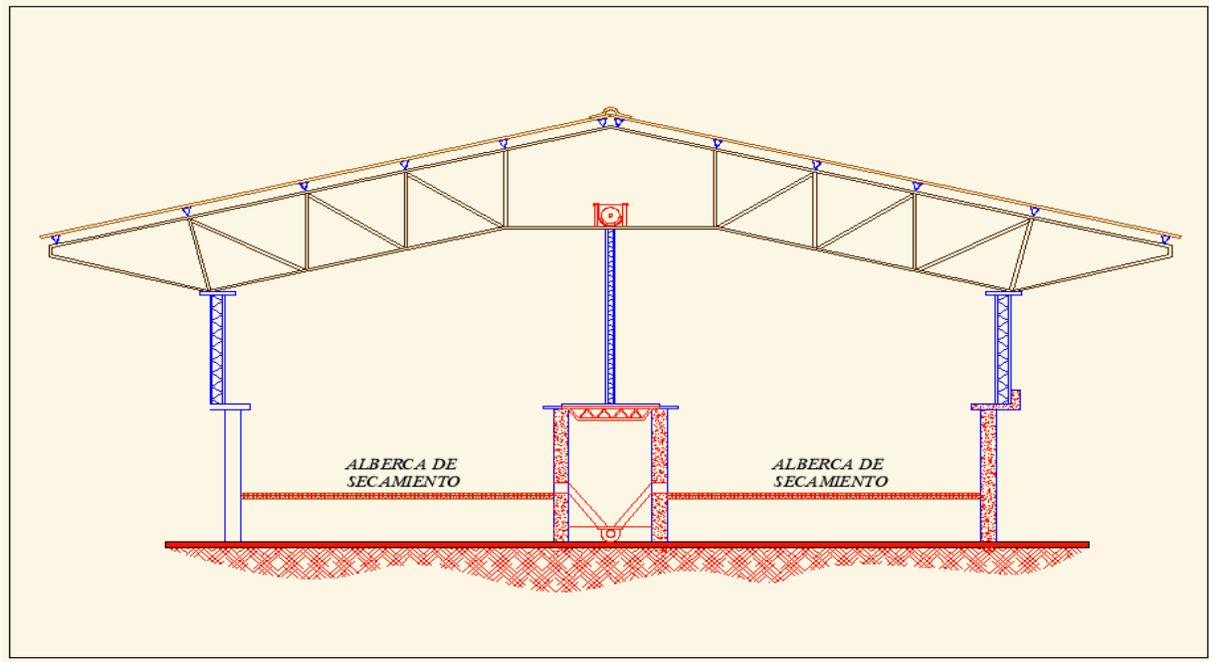
Nota: Fuente propia.

La pre-limpieza del arroz es llevada a cabo en dos subprocesos diferentes; primero el arroz pasa por 4 máquinas *Scalpert C-13*, las cuales están encargadas de retirar las impurezas de mayor tamaño, tales como ramas o tallos, estas se retiran por diferencia de densidad (Dicorp, 2016).

El elevador transporta como segundo paso a las limpiadoras *C-24*, en las cuales se retiran las impurezas de menor tamaño que no fueron retiradas en la pre-limpieza anterior, lo cual es llevado a cabo por medio de una zaranda (Dicorp, 2016).

3.6.4. Secado de arroz.

Figura 6. Secado de arroz



Nota: Fuente propia.

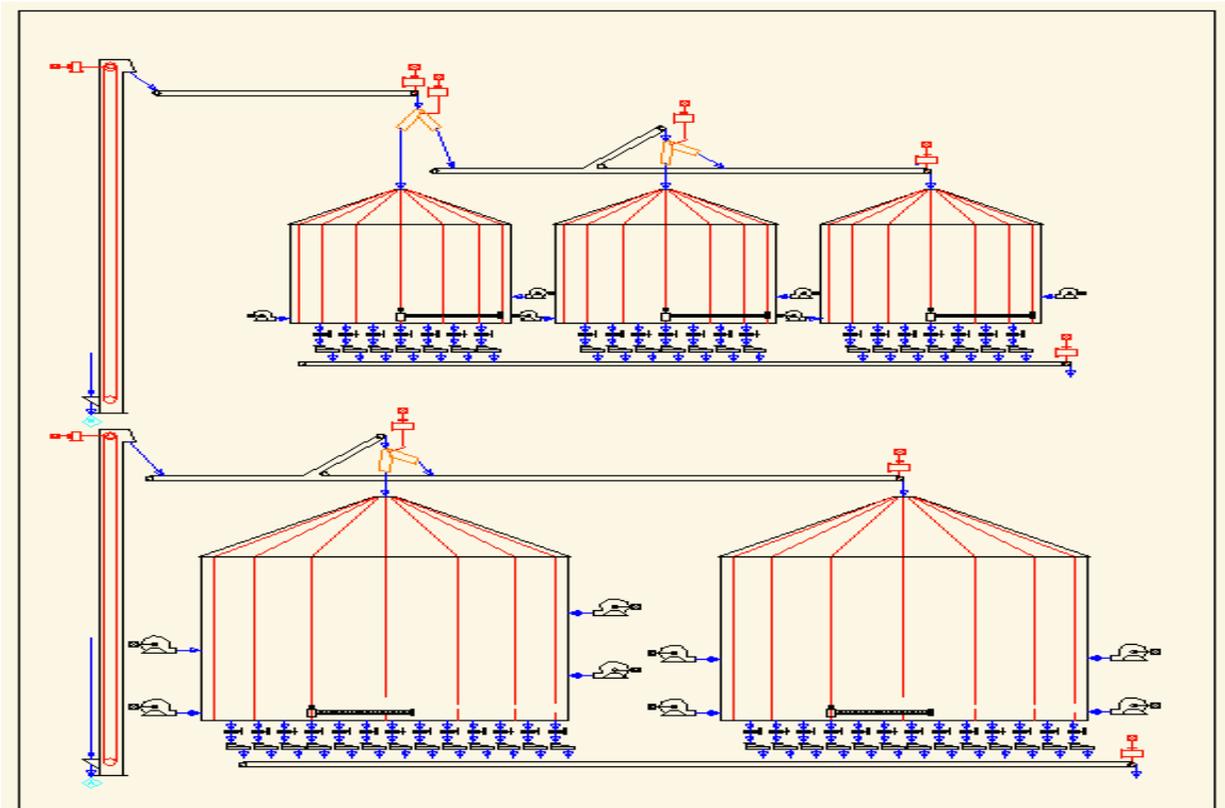
Según Álvaro Castillo Niño, director de Ediagro Ltda, el proceso de secado del arroz va en función de cumplir con objetivos como reducir a la mínima cantidad los granos quebrados (producidos por el mismo proceso de secamiento), reduciendo costos y al mismo tiempo humedad en el producto (2007). La característica física del grano depende de las condiciones climáticas del terreno de siembra, y así mismo el proceso suele ser más o menos complicado (Castillo, 2007).

En el molino de arroz Diana se ejecuta este proceso por secadoras de alberca, al momento de culminar la prelimpieza del grano este pasa a

las albercas de secamiento inclinadas, mencionadas anteriormente, las cuales utilizan pisos de malla perforada, que forjan aire a través de capas de grano, el aire es suministrado por un horno ciclónico y un horno de mampostería, los cuales para su funcionamiento requieren de cascarilla como combustible (Dicorp, 2016).

3.6.5. Almacenaje de arroz.

Figura 7. Almacenaje de arroz



Nota: Fuente propia.

Una vez el arroz es secado, debe ser almacenado, en el molino se cuenta con dos tipos de almacenamiento: silos verticales y bodegas (Dicorp, 2016).

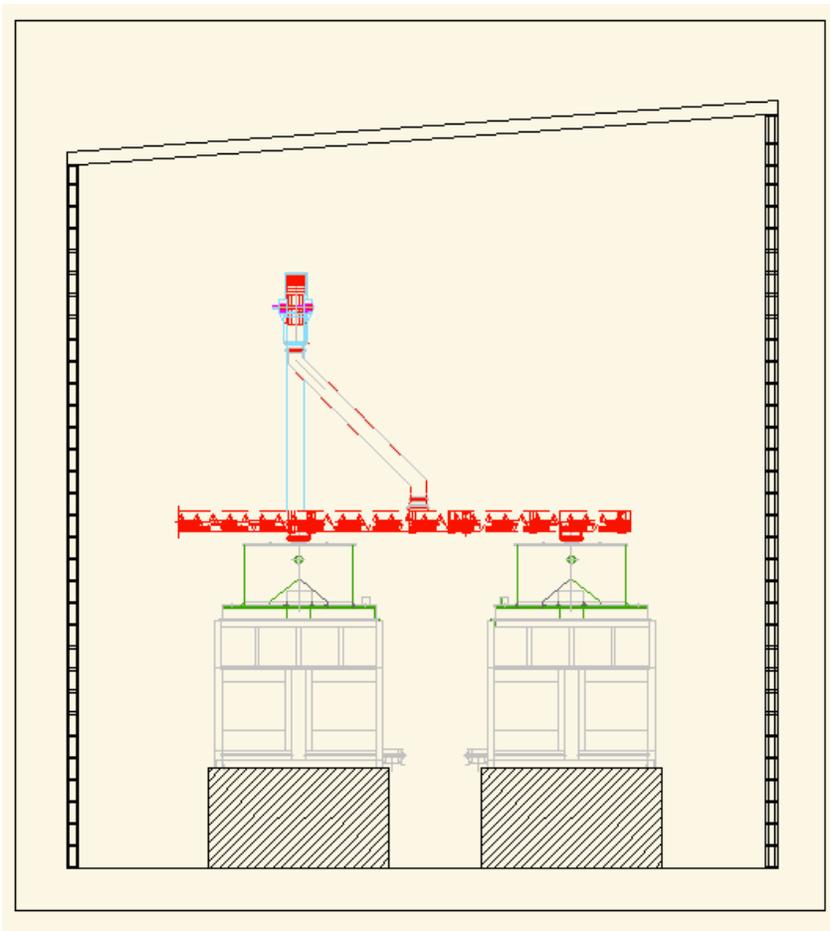
Según Álvaro Castillo, las condiciones que se deben tener en cuenta para tener un buen almacenamiento del grano de arroz seco son: temperatura, humedad, desarrollo de hongos y bacterias, presencia de insectos, movimiento interno de humedad (2007). La zona de almacenamiento esta propensa a desarrollos óptimos de esporas de hongos, quienes son responsables de la mayor parte del deterioro de los granos almacenados (Castillo, 2007).

3.6.6. Trilla.

La trilla es el proceso por el cual el arroz paddy se transforma en arroz blanco, este proceso dentro del molino se divide a su vez en varios subprocesos, que son detallados a continuación.

3.6.6.1. *Prelimpieza.*

Figura 8. Prelimpieza

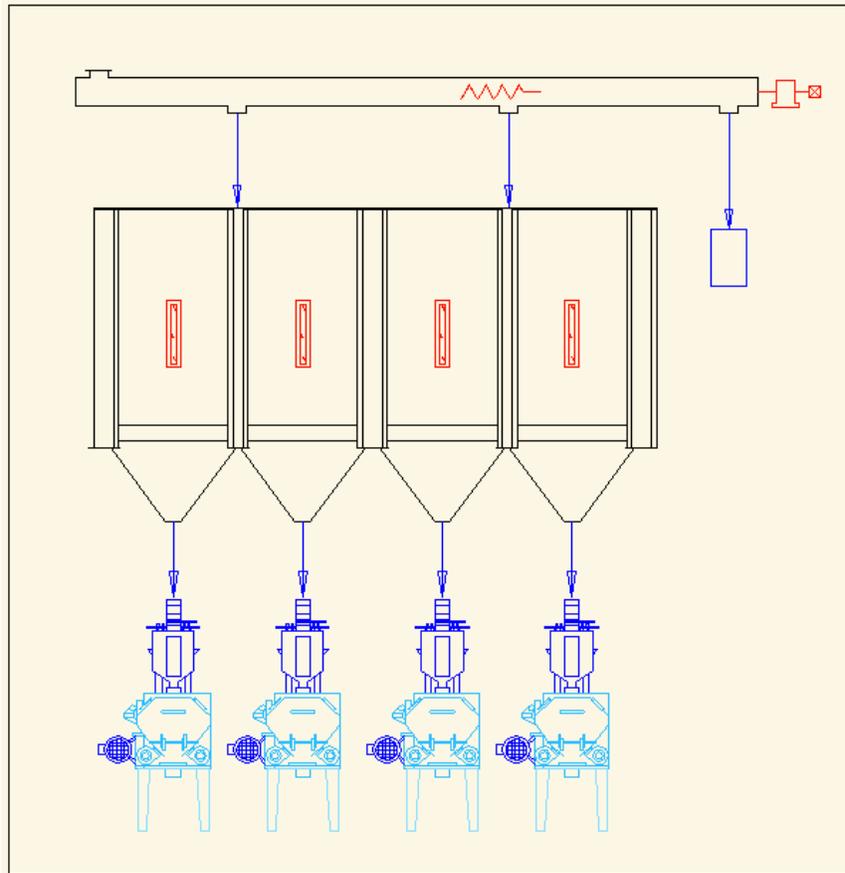


Nota: Fuente propia.

Una vez el arroz sale de almacenamiento se transporta a las limpiadoras C-24, durante este proceso se busca remover impurezas recibas en el grano de arroz, como semillas y materiales extraños (Dicorp, 2016). Este proceso debe asegurar que el paddy llegue al proceso de descascarado libre de impurezas y/o materiales ferrosos (Castillo, 2007).

3.6.6.2. Descascarado.

Figura 9. Descascarado

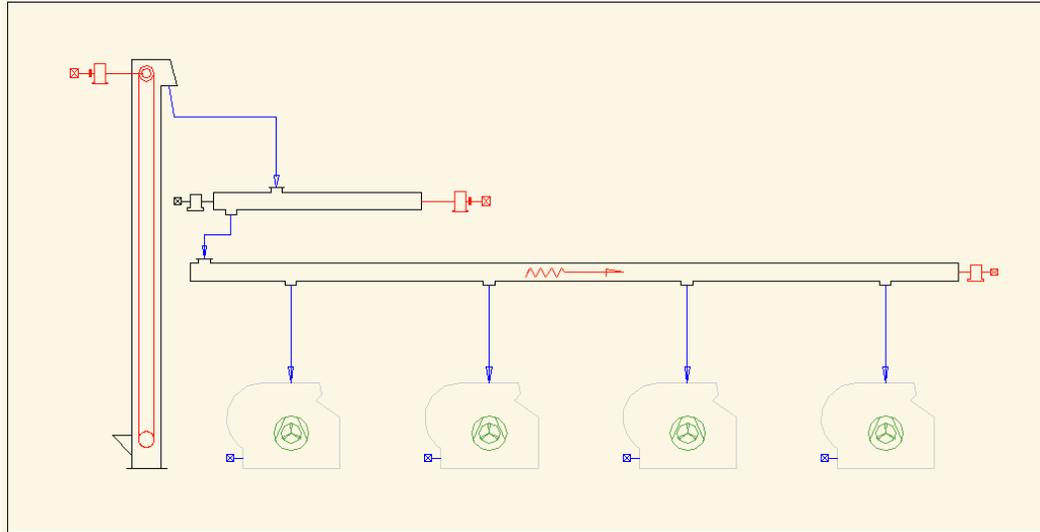


Nota: Fuente propia.

El arroz paddy es separado de su cascara en un equipo llamado *descascarador*, este proceso se realiza por la combinación de tres efectos: presión de los rodillos, efecto de la velocidad diferencial de los mismos e impacto contra la platina puesta debajo de la descarga de los rodillos (Castillo, 2007).

3.6.6.3. Separación de cascarilla.

Figura 10. Separación de cascarilla

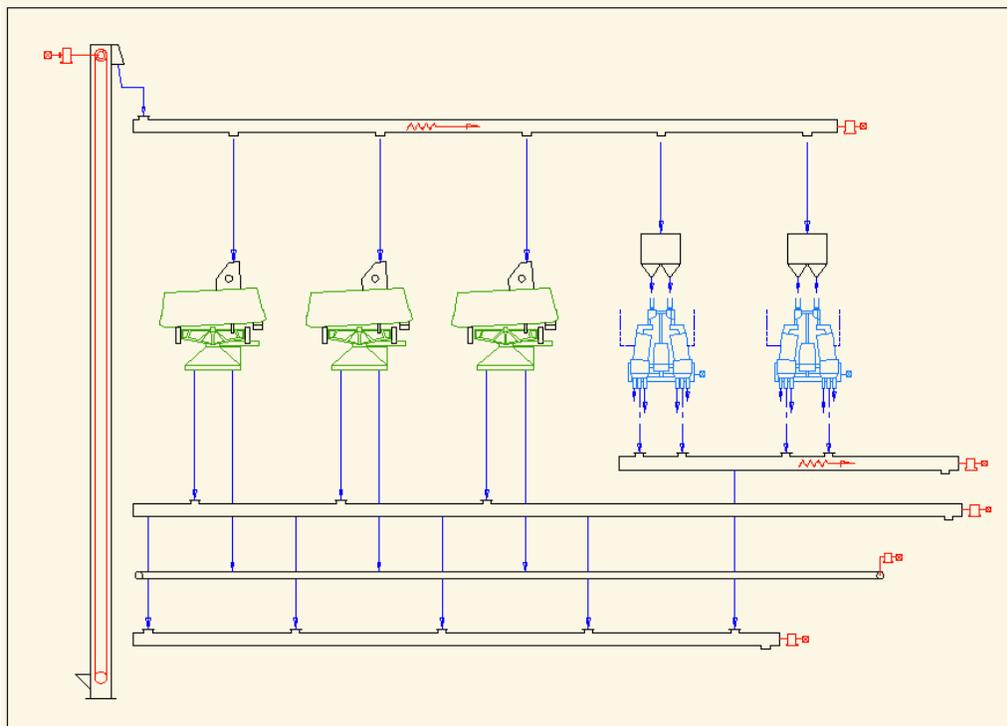


Nota: Fuente propia.

La separación de cascarilla es realizada por maquinas *Aventadoras*, las cuales cumplen con la función de separar la cascarilla del flujo de grano descascarado (Castillo, 2007). Estas máquinas realizan la separación por medio del control de corrientes de aire, permitiendo que por densidad entre la cascarilla y el arroz integral se genere la separación (Dicorp, 2016).

3.6.6.4. Separación integral y paddy.

Figura 11. Separación integral y paddy

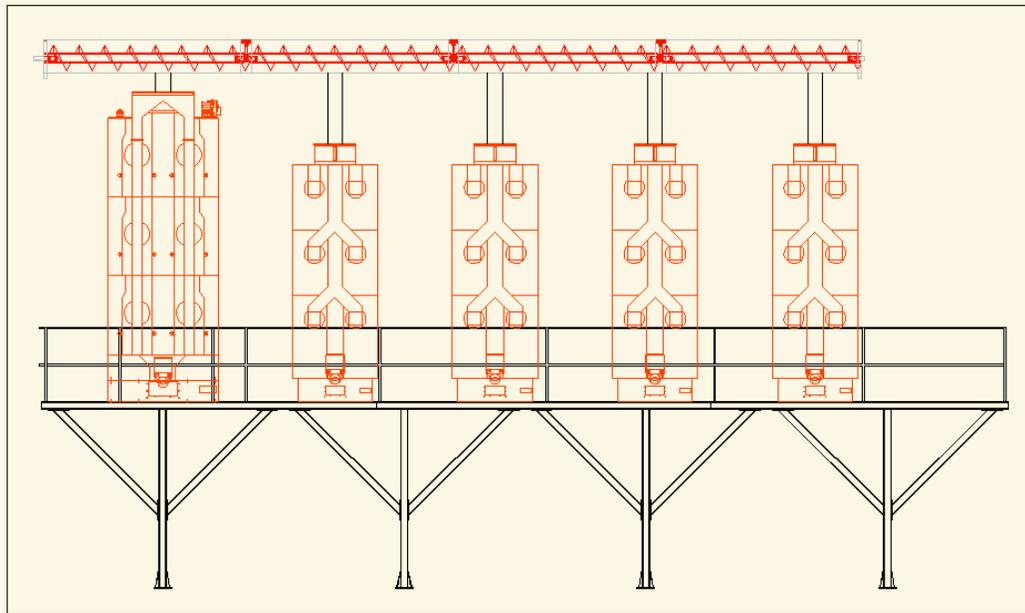


Nota: Fuente propia.

Este proceso se lleva a cabo en *mesas den simétricas* las cuales en base a las diferencias de densidad de los productos selecciona el arroz integral y el paddy (Dicorp, 2016).

3.6.6.5. Limpieza.

Figura 12. Limpieza

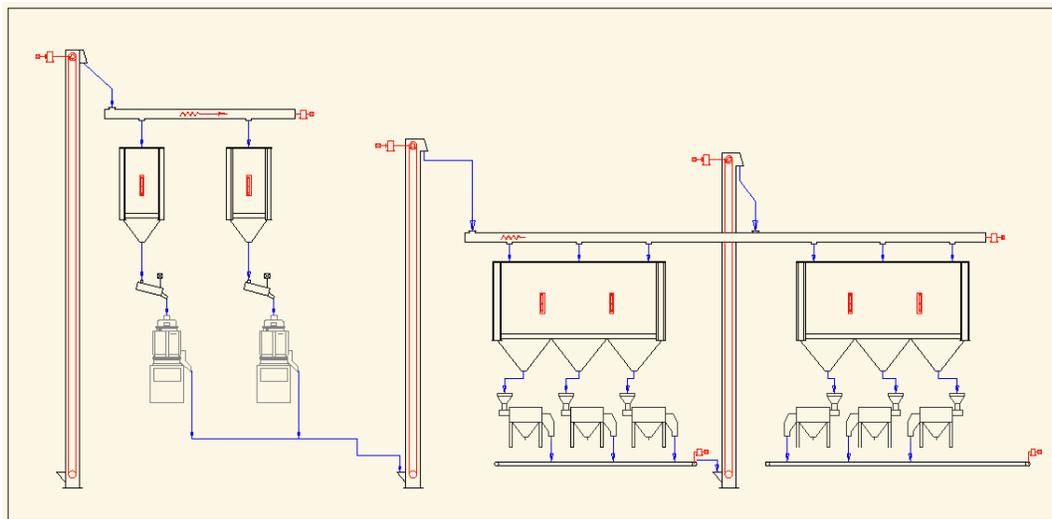


Nota: Fuente propia.

La limpieza se realiza por medio de *cilindros de precisión* que están adecuados para separar el arroz paddy que provienen de las *mesas den simétricas*, dejándolos libre del inmaduro, piedras y demás impurezas (Dicorp, 2016).

3.6.6.6. Pulimento.

Figura 13. Pulimento



Nota: Fuente propia.

Este proceso consiste en separar del arroz integral las últimas capas que conserva, de esta manera conseguir el arroz blanco que es empaquetado. Es llevado a cabo por máquinas llamadas *Pulidor vertical VTA* y *Polichador KB-40* (Dicorp, 2016).

3.6.6.6.1. Blanqueado.

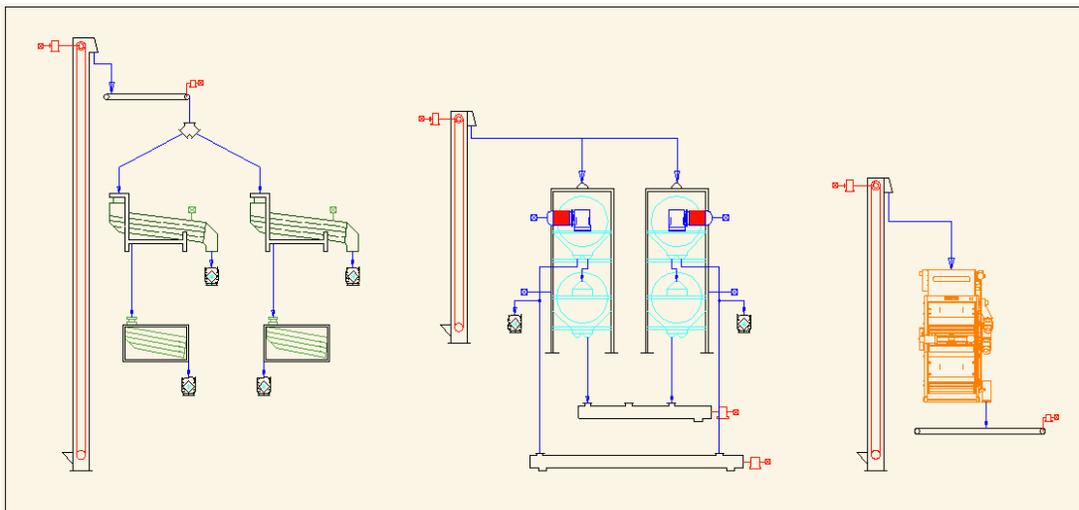
En este paso se remueven del grano de arroz el pericarpio o salvado; en el blanqueado se busca poder aplicar acciones fuertes; para separar las capas blandas, es decir el salvado, sin la necesidad de aplicar mucho esfuerzo y dañar el endospermo, realizado por abrasión con *pulidores VTA* (Castillo, 2007).

3.6.6.6.2. Polichado.

Este proceso se realiza en una máquina llamada *polichador KB-40*, la cual por medio de aspersion de agua y aire comprimido, realiza su función con un sistema de rotación y pantallas que al producirse el contacto genera brillo y mejora la apariencia del arroz, este proceso es realizado por fricción (Dicorp, 2016).

3.6.6.7. Clasificación por tamaño.

Figura 14. Clasificación por tamaño



Nota: Fuente propia.

3.6.6.7.1. Desgranzado.

Durante este proceso se busca separar los subproductos del arroz blanco a través de una máquina llamada *desgranzadora*, la cual separa el arroz de un subproducto que se llama granza, que

ocasionalmente es usado para concentrados, ejecutándolo a través de *zarandas*, con mallas de tamaño pequeño (Dicorp, 2016).

3.6.6.7.2. *Procesos de rectificación.*

En este proceso se separa el arroz entero del arroz $\frac{3}{4}$. Se realiza a través de *zarandas* con mallas de tamaño mediano que permita pasar el grano $\frac{3}{4}$ (Dicorp, 2016).

3.6.6.7.3. *Clasificación alveolar.*

Mediante este proceso se busca separar la recocha (mezcla de arroz de diversos tamaños) por medio de *alveolos*.

3.6.6.7.4. *Clasificación electrónica o por color.*

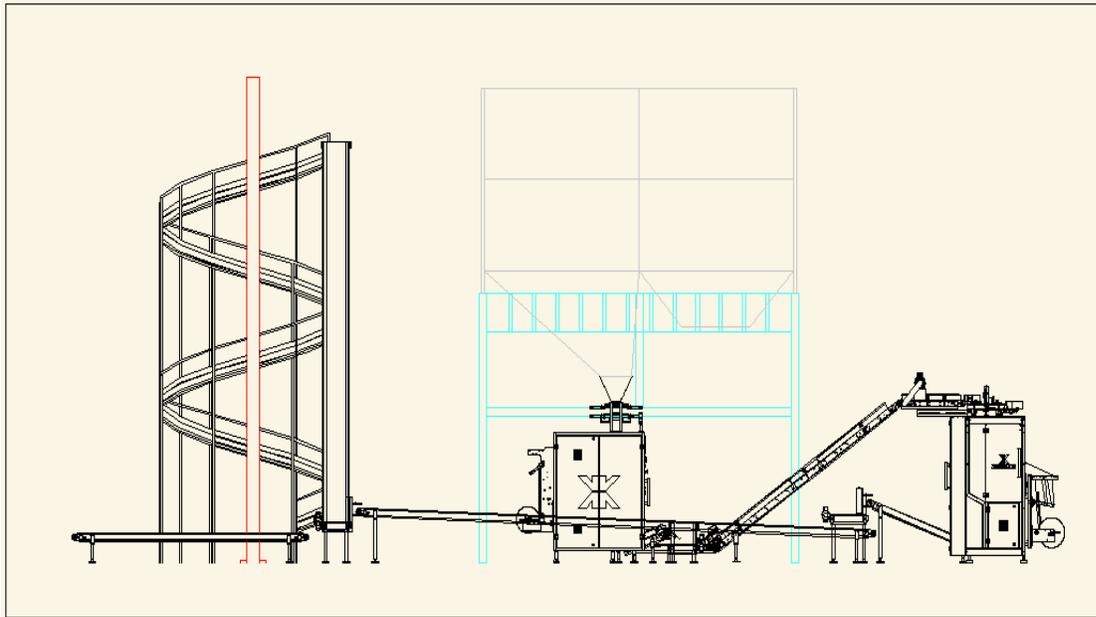
Durante esta etapa se puede separar los granos rojos, los granos con daños por calor o por insectos, algunas semillas extrañas, grano yesado y panza blanca (Castillo,2007). En el molino este proceso se realiza mediante *clasificadoras electrónicas*.

3.6.6.7.5. *Dosificación.*

La separación de grano entero y grano $\frac{3}{4}$, permite empezar una mezcla controlada mediante *dosificadores de pesaje continuo*, las cuales depositan las cantidades exactas para cumplir con la calidad de cada marca de arroz, así mismo si es necesario o no inyectar vitaminas dependiendo de la referencia (Dicorp, 2016).

3.6.7. Empaquetado

Figura 15. Empaquetado



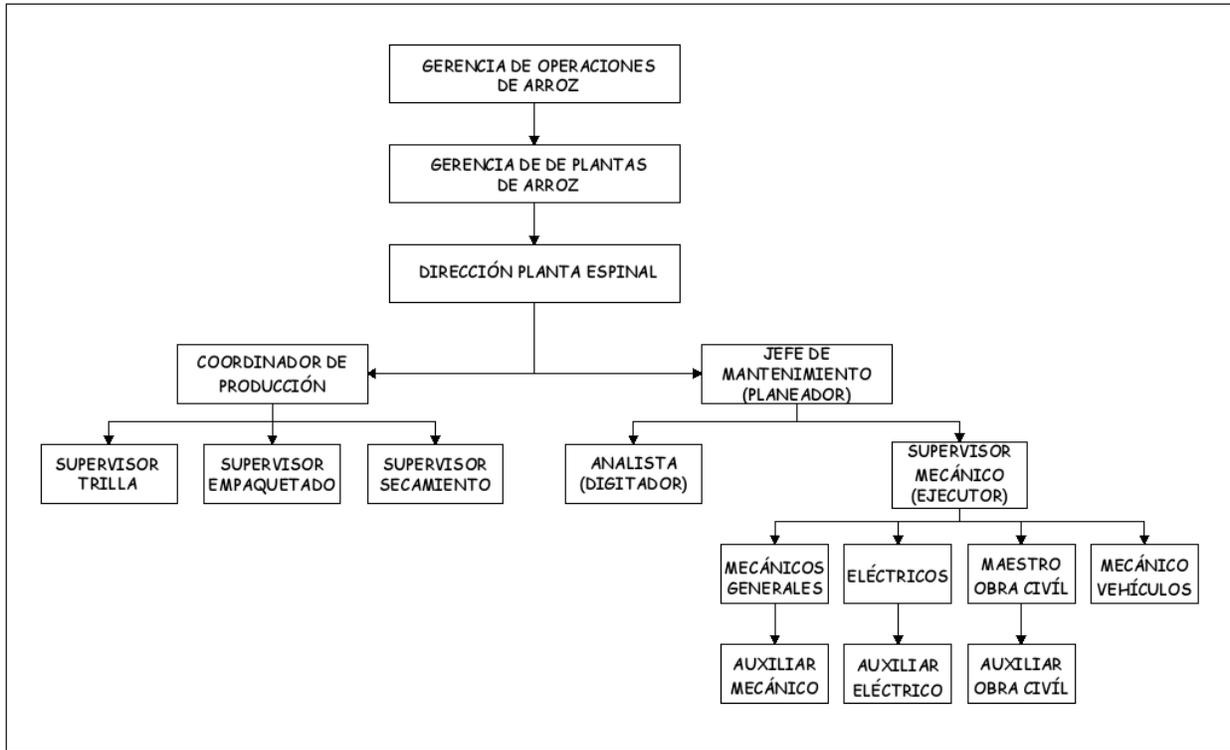
Nota: Fuente propia.

Este es el último proceso al que se somete el arroz blanco, antes de salir al mercado; una vez el arroz blanco es clasificado se transporta a la zona de empaquetado donde se divide en empaques de: 1 libra, 1 kilogramo, 5 kilogramos, 10 kilogramos y 1 arroba (Dicorp, 2016).

3.7. Situación actual del mantenimiento en el molino Dicorp

3.7.1. Organización.

Figura 16 Organigrama de la empresa



Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.7.2. Planeación y Programación

Mediante el mantenimiento se busca asegurar y restablecer el funcionamiento de los equipos en todos los procesos productivos de arroz de Diana Corporación S.A.S [Dicorp], a través de su intervención programada previniendo

posibles fallos o restaurar el estado de operación de los equipos que presentan fallo. El procedimiento inicia con la planeación anual del mantenimiento o recepción del aviso de avería de toda la maquinaria industrial, equipos de apoyo, equipos de transporte propios, instalaciones productivas y edificios ubicados en las plantas de producción de arroz de propiedad de Dicorp S.A.S y termina con la ejecución de las órdenes de mantenimiento según programación y la entrega del equipo funcionando.

En los siguientes subcapítulos se describen los procesos y subprocesos que se llevan a cabo dentro de la corporación para ejecutar el mantenimiento de los equipos; el mantenimiento se divide en preventivo, especificado en la Tabla 1, y correctivo en la Tabla 2, mostradas a continuación.

3.7.2.1. Mantenimiento preventivo.

Tabla 2. Mantenimiento preventivo Molino-Espinal Dicorp

Responsable	Descripción de actividades
Jefe de Mantenimiento y Supervisor de Mantenimiento	1. Nuevo equipo: Crea la ubicación técnica nueva en SAP mediante la transacción IL01, especificando al máximo sus características técnicas.
Jefe de Mantenimiento y Supervisor de Mantenimiento	2. Elaboración programa de mantenimiento por equipo: Definen anualmente las actividades a realizar con base en las recomendaciones del fabricante, historiales, y puntos de mayor demanda para cada equipo de la planta.
Jefe de mantenimiento y/o líder SAP mantenimiento	3. Ingreso y/o modificación hoja de ruta de equipos: ingrese en SAP, las hojas de ruta de cada máquina a través de la transacción IA05 CREAR INSTRUCCIÓN y IA06 MODIFICAR INSTRUCCION

Jefe de mantenimiento	<p>4. Ingreso de presupuesto y definición de costos: Ingrese la información de las hojas de ruta de cada equipo en el archivo de Presupuesto anual, éste calculará el costo del mantenimiento por equipo, asignando los costos al plan anual de mantenimiento.</p>
	<p>5. Definición de actividades mensuales:</p>
Jefe de mantenimiento	<p>5.1. Con base en el plan anual de mantenimiento, mensualmente asigne las actividades a ejecutar en cada máquina al supervisor de mantenimiento.</p>
Supervisor de mantenimiento	<p>5.2. Verifique el estado actual de las maquinas con base en la programación anual. Identifique qué actividades de las programadas se deben realizar y cuales se pueden posponer con base en el funcionamiento de la máquina o al estado de la misma. Las operaciones de la hoja de ruta deben ser lo más claras posibles para así identificar fácilmente</p>
Supervisor de mantenimiento	<p>5.3. Con base en el resultado de la inspección realizada por el Supervisor, determine cuáles de las actividades propuestas en el plan de mantenimiento se realizarán.</p>
Jefe de mantenimiento	<p>6. Aprobación trabajos a realizar en el mes: Después de revisar las actividades propuestas y definir qué actividades se realizarán en el mes, apruebe en el sistema SAP a través de la transacción IP19, el programa de mantenimiento para el mes.</p>
Jefe de mantenimiento y Director de planta	<p>7. Programación fechas para realización de mantenimientos: Establezcan con el Director de planta la programación para realizar el mantenimiento preventivo del mes. Esta se debe establecer cada mes para trabajos que requieren una parada mayor de planta; e iniciando cada semana, para aquellos trabajos que se pueden realizar durante la operación sin afectar producción.</p>

Jefe de mantenimiento	8. Activación planes de mantenimiento por equipo: Active en el sistema SAP a través de la transacción IP19 el plan de mantenimiento para cada equipo.
Jefe de mantenimiento	9. Verificación existencia de materiales por orden: Verifique en el sistema SAP a través de la transacción IWBK la existencia de los materiales requeridos para las actividades de mantenimiento a realizar.
Jefe de mantenimiento	10. Liberar órdenes de mantenimiento: Libere en el sistema SAP a través de la transacción IW38 las órdenes de mantenimiento, de acuerdo a la programación establecida con el Director de la planta.
Supervisor de mantenimiento	11. Asignación ordenes de mantenimiento: Organice el trabajo en campo y asigne las órdenes de mantenimiento al personal mecánico y eléctrico.
Mecánico y/o eléctrico	12. Ejecución ordenes de mantenimiento: Ejecute las ordenes de mantenimiento de acuerdo al instructivo “ IN-MT-001 Ejecución orden de mantenimiento ”
Jefe de mantenimiento y/o líder SAP mantenimiento	13. Cierre técnico ordenes de mantenimiento: Realice el cierre técnico en el sistema SAP a todas las órdenes de mantenimiento realizadas: <ul style="list-style-type: none"> • Ingrese los datos a la orden de mantenimiento a través de la transacción IW32 • Notifique las horas trabajo del personal a través de la transacción IW41.

Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.7.2.2. Mantenimiento correctivo.

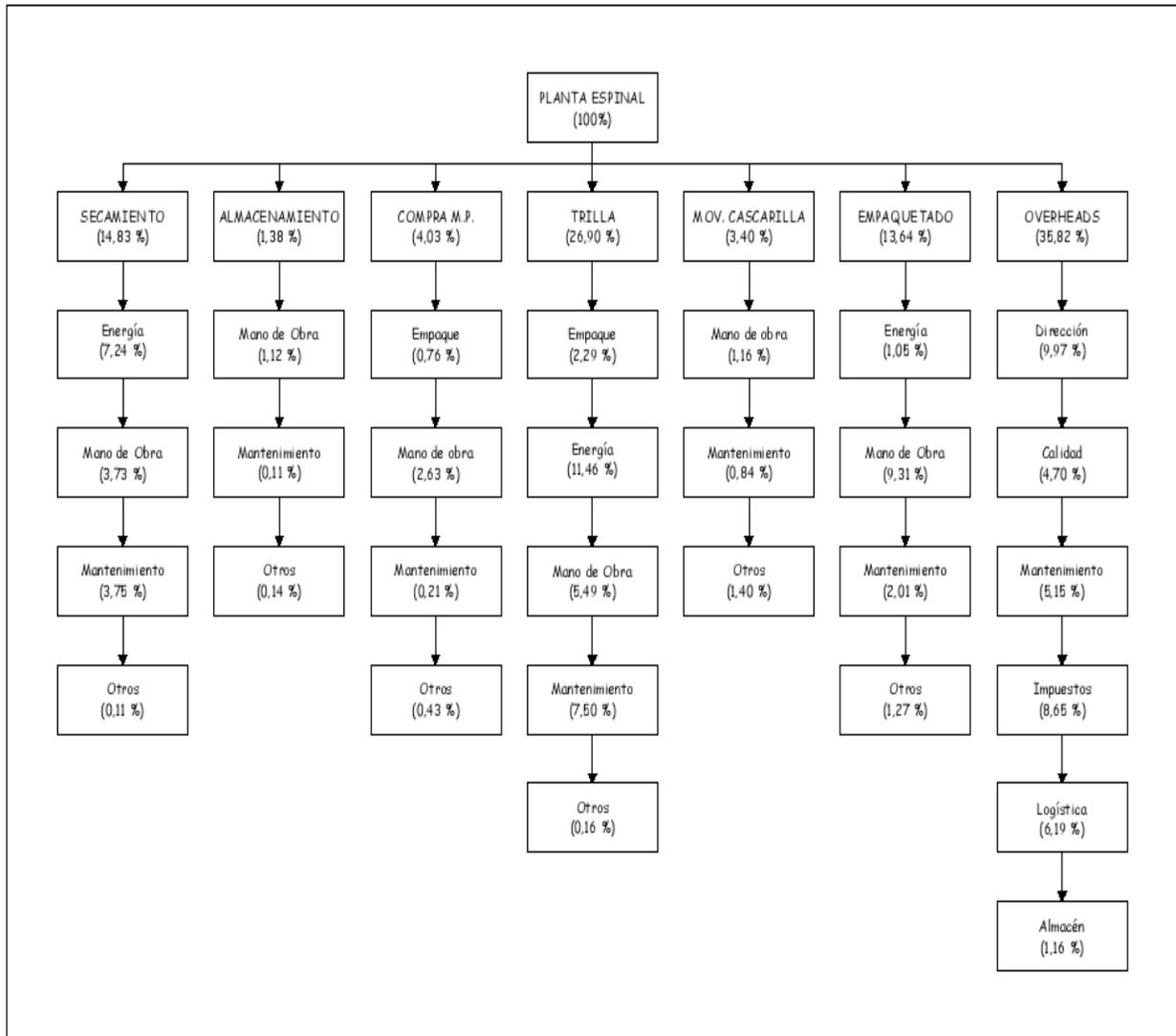
Tabla 3. Mantenimiento correctivo Molino-Espinal Dicorp.

Responsable	Descripción de actividades
Coordinador de producción/ supervisor de producción/	1. Generación aviso de avería: Genere el aviso en el sistema SAP a través de la transacción IW21. DEBEN SER GENERADOS UNICAMENTE POR SAP.
Jefe de mantenimiento y/o líder SAP mantenimiento	2. Verificación avisos de avería y asignación de recursos: Verifique en el sistema SAP a través de la transacción IW28 el listado de avisos de avería. Verifique la existencia de repuestos y/o materiales para la solución del fallo por medio de la transacción MB52 en el sistema SAP.
Jefe de mantenimiento y/o líder SAP mantenimiento	3. ¿Repuestos existentes suficientes para el mantenimiento?
Jefe de mantenimiento y/o Analista producción y	4. Solicitud repuestos faltantes: Solicite los repuestos faltantes para realizar la reparación de la avería a través de la transacción ME51N en el sistema SAP
Jefe de mantenimiento y/o Analista producción y mantenimiento	5. Liberación orden de mantenimiento: Libere en el sistema SAP las órdenes de mantenimiento a través de la transacción IW38, e imprima las órdenes de mantenimiento entréguelas al Supervisor de mantenimiento.
Supervisor de mantenimiento	6. Asignación ordenes de mantenimiento: Asigne las ordenes de mantenimiento al personal mecánico y eléctrico.
Mecánico y/o eléctrico	7. Ejecución orden de mantenimiento: Ejecute las ordenes de mantenimiento de acuerdo al instructivo “IN-MT-001 Ejecución orden de mantenimiento”.

Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.7.3. Costos

Figura 17 Promedio de presupuesto molino-Dicorp 2010-2016



Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.7.4. Medición y control de indicadores

Indicadores mantenimiento preventivo

Tabla 4. Indicadores de mantenimiento preventivo

Nombre:		Objetivo:	
Porcentaje de cumplimiento al plan de mantenimiento		Evaluar el cumplimiento a las actividades programadas de mantenimiento preventivo	
Formula:	$(N^{\circ} \text{ de actividades preventivas realizadas} / N^{\circ} \text{ de actividades programadas}) * 100$		
Parametrización:	Crítico	Permitido	Esperado
	30%	50%	70%
Responsable de medición:	Responsable análisis y resultados:		
Jefe de mantenimiento	Jefe de mantenimiento		

Nombre:		Objetivo:	
Ordenes preventivas represadas		Evaluar el número de órdenes preventivas represadas.	
Formula:	N° de ordenes preventivas represadas		
Parametrización:	Crítico	Permitido	Esperado
	>15	15	10
Responsable de medición:	Responsable análisis y resultados:		
Jefe de mantenimiento	Jefe de mantenimiento		

Nota: Tomada de Dicorp (2016).

Indicadores mantenimiento correctivo

Tabla 5. Indicadores de mantenimiento preventivo

Nombre:		Objetivo:		
Porcentaje de correctivos		Evaluar el cumplimiento a las actividades programadas de mantenimiento correctivo.		
Formula:	(N° de actividades correctivas realizadas / N° de actividades correctivas programadas) * 100			
Parametrización:	Crítico	Permitido	Esperado	
	70%	50%	30%	
Responsable de medición:		Responsable análisis y resultados:		
Jefe de mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

Nombre:		Objetivo:		
Porcentaje de conclusión de correctivo		Evaluar el cumplimiento a las actividades correctivas presentadas en la semana		
Formula:	(N° de ordenes correctivas realizadas / N° de ordenes correctiva semana) * 100			
Parametrización:	Crítico	Permitido	Esperado	
	30	50	70	
Responsable de medición:		Responsable análisis y resultados:		
Jefe de mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

Nota: Tomada de Dicorp (2016).

3.7.5. Sistema de información

En el molino Dicorp actualmente se implementa el sistema de información SAP, definido a continuación:

“Significa Sistema, Aplicaciones y Producto para el procesamiento de datos y es el nombre de la empresa creadora del sistema R/3.” (Villamil, 2012). En el manual integral de SAP encontramos que el sistema de información se puede definir en:

- Sistema abierto: Compatible con múltiples sistemas operativos, de bases de datos y protocolos de comunicación.
- Tecnología Cliente Servidor: Tareas se ejecutan en el servidor y otras en la estación de trabajo. (Distribuye carga de una aplicación en varios programas).
- Paquete estándar: más que un sistema es una solución estratégica, basados en las mejores prácticas de negocio.
- Integración de datos: solo se introducen los datos una vez al sistema, produce funciones y actualiza o lanza otros datos relacionados lógicamente.
- Presentación de pantallas más amigables (ambiente Windows).

3.8. Diagnostico del mantenimiento en el molino Dicorp

Tabla 6. Diagnóstico del mantenimiento actual en el Molino Dicorp

ÍTEM	ENTORNO DE GESTIÓN	HALLAZGO	IMPACTO	RECOMENDACIÓN
1	Gestión Técnica	No se cuenta con taxonomía adecuada de los equipos	<ul style="list-style-type: none"> * Dificultad en el control de la información. * Dificultad en el seguimiento de costos * Dificultad en logística de mtto 	Realizar la taxonomía de equipos de planta
2	Gestión Técnica	Se están realizando las OT a las Ubicaciones técnicas	<ul style="list-style-type: none"> * Dificultad en el control de la información. * Dificultad en el seguimiento de costos * Dificultad en logística de mtto 	Realizar la taxonomía de equipos de planta
3	Gestión Técnica	No se tienen códigos de productividad ni se registran HH por tareas	<ul style="list-style-type: none"> * No se tiene conciencia de la capacidad de HH * No se aterrizan los costos de HH por OT 	<ul style="list-style-type: none"> * En primera instancia reportar las HH en las OT. * Validar viabilidad de generar operaciones para reportar los códigos no productivos
4	Gestión Técnica	Se maneja una categoría de aviso con clasificación urgente, sin aprovechar la prioridad en el aviso	<ul style="list-style-type: none"> * Hace menos práctica la gestión de la información 	Revisar o estructurar el flujo de la OT, clasificación de avisos y de órdenes de trabajo
5	Gestión Técnica	No se maneja OT de garantía	<ul style="list-style-type: none"> * No permite analizar la efectividad del proceso de mantenimiento 	Revisar en el aviso, donde es posible asignar este diferenciador
6	Gestión Logística	No se corre el MRP para materiales (planificador de requerimiento de materiales)	<ul style="list-style-type: none"> * No se aprovecha el ERP (planificador de recursos empresariales) 	Validar con logística e IT los requerimientos para poner a trabajar el MRP
7	Gestión Logística	No se evidencia hasta el momento clasificación de materiales para tipo de solicitud de pedido (CD - RP/RQ - Rotación)	<ul style="list-style-type: none"> * Pérdida de control en gestión logística. * Posibilidad de sobre stock en almacén. * Dificultad en la planificación 	Sumar esfuerzos entre Logística y mantenimiento para asignar adecuadamente la clasificación

8	Gestión Técnica	No se tiene estandarizada la forma de catalogar materiales	<ul style="list-style-type: none"> * Posibilidad de duplicidad de códigos. * Dificultad en la validación de stock en almacén 	Realizar un manual de catalogación, priorizando por los de mayor consumo y costo
9	Gestión Productiva	Personal de operaciones ingresa para la cosecha y se retira con tiempos muy ajustados para inducción y entrega de la planta a mtto.	<ul style="list-style-type: none"> * No se realiza una adecuada inducción sobre la operación de los equipos y los peligros del área. * Se potencializan los errores operativos. * Se manejan niveles altos de riesgo. * No se entrega el área limpia a mantenimiento. * No se recolecta adecuadamente la información de problemas del área. 	<ul style="list-style-type: none"> * Validar la viabilidad de que el personal operativo aporte en las labores de mtto como ayudantes. * Alargar los tiempos del personal operativo Pre y Pos Cosecha
10	Gestión Técnica	Los tableros eléctricos permanecen generalmente abiertos y el personal operativo los manipula	<ul style="list-style-type: none"> * Alto riesgo de accidente. * Los tableros se llenan de polvo, aumentando la probabilidad de falla. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mantener el acceso de manipulación de los tableros exclusivo para el electricista. * Aumentar la capacidad de respuesta del personal electricista para dar cobertura a las necesidades actuales de la planta.
11	Gestión Técnica	No se valida la condición de salida y entrada de los equipos reparados en taller externo, así como no se tienen criterios de aceptación de los trabajos	<ul style="list-style-type: none"> * Posibilidad de incremento en costos por sobre trabajos innecesarios. * Posibilidad de entrada de equipos reparados con fallos ocultos o incipientes 	<ul style="list-style-type: none"> * Establecer criterios mínimos de aceptación de trabajos externos. * Establecer una evaluación básica de proveedores
12	Gestión Técnica	No se tiene estandarizado el proceso de movimiento de equipos entre ubicaciones técnicas durante los envíos a talleres (internos /externos)	Alta probabilidad de pérdida de trazabilidad de la información de equipo	* Definir o ajustar el procedimiento de movimiento de equipos en el CMMS

13	Gestión Técnica	Se tienen problemas identificados sin un análisis de causas	<ul style="list-style-type: none"> * Posibilidad de reiteración en las fallas (fallas crónicas) * Potencial de fallas de alto impacto 	Definir el proceso de valoración de consecuencias y análisis de fallas
14	Gestión Técnica	Se escuchan quejas de repuestos que llegan con características diferentes a las de la necesidad	<ul style="list-style-type: none"> * Retrasos en las labores de mtto (aumento del tiempo perdido). * Sobre stock de almacén con elementos no requeridos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Revisar la cadena de abastecimiento: <ul style="list-style-type: none"> - Toma de referencias - Catalogación - Proceso de compras (comparativos técnico-comercial) - Recepción de mercancías - Almacenamiento - Trazabilidad de repuestos - Evaluación de proveedores
15	Gestión Técnica	Dificultades de seguridad en labores de mantenimiento. (accesos inexistentes o deficientes)	<ul style="list-style-type: none"> * Alto riesgo de accidentalidad. * Demoras en las labores de mantenimiento. * Pérdida de la capacidad de respuesta. * Disminución de la capacidad de HH disponibles por utilización 	Generar plan de mejora de accesos
16	Gestión Proyectos	Se escucha sobre falencias en la entrega de los equipos por proyectos. (mtto debe realizar los ajustes para garantizar operación y facilitar mantenimiento)	<ul style="list-style-type: none"> * Disminución de la capacidad de HH disponibles por utilización 	<ul style="list-style-type: none"> * Validar los términos de referencia con los que se licitan o asignan los proyectos. * Definir adecuadamente los alcances de los proyectos. * Realizar la evaluación periódica y final de los proyectos
17	Gestión Proyectos	Se toma en préstamo personal de mantenimiento a proyectos	<ul style="list-style-type: none"> * Disminución de la capacidad de HH disponibles por utilización 	Definir alcance y recursos de los proyectos
18	Gestión Técnica	Mal estado de los equipos de taller	<ul style="list-style-type: none"> * Alto riesgo de accidentalidad. * Demoras en las labores de mantenimiento. 	Realizar plan de choque para reacondicionar equipos

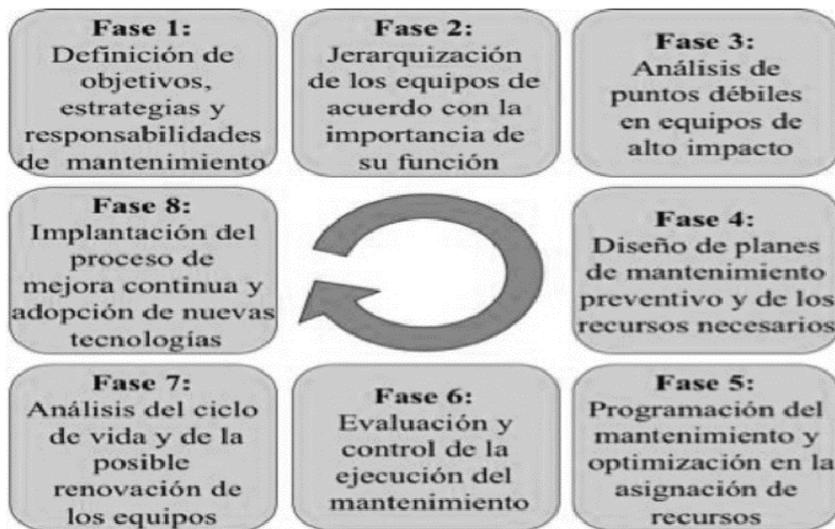
19	Gestión HSE	No se tiene conciencia de autocuidado y cuidado de los demás en el taller. (Orden y aseo, uso de mamparas, uso de EPP)	* Alto riesgo de accidentalidad.	Generar un plan de promoción del auto cuidado
20	Gestión Técnica	No se evidencia clasificación de equipos - repuestos disponibles en taller	* Demoras en las labores de mantenimiento. * Pérdida de la capacidad de respuesta.	* Realizar clasificación de componentes de taller. * Validar la posibilidad de entrega de equipos reparados a logística.
21	Gestión Humana	No se evidencia gestión del conocimiento ni establecimiento del know How de la organización	* No se estandarizan los procedimientos. * Alta probabilidad de error humano. * Posibilidad de pérdida del conocimiento apropiado por el personal	* Establecer plan de gestión del conocimiento. * Evaluar la posibilidad de crear estructura en el cuerpo técnico y definición de plan carrera si aplica.
22	Gestión Técnica	No se evidencia control de cambios para los equipos de planta	* Se pierde la trazabilidad de los trabajos en los equipos.	Definir un proceso de control de cambios
23	Gestión Técnica	Se identifica ausencia de certificados de calibración vigente en dos basculas camioneras y equipos de laboratorio paddy.	*Resultados inconsistentes o erróneos en el análisis de muestras. *Sanción por parte de la entidad reguladora al incumplir la normatividad sobre metrología.	Llevar a cabo la calibración de los equipos relacionados, obteniendo el certificado de calibración de la empresa que lleve a cabo dicha actividad.
24	Gestión Técnica	Seguimiento al retorno de equipos y repuestos.	*Sustracción o perdida de equipos y /o repuestos.	*Dejar soporte del seguimiento al estado de equipos o repuestos localizados fuera de la planta. *Describir o acordar el tiempo estimado de retorno para poder tener señales de alarma ante incumplimientos.

Nota: Tomada de Dicorp (2016).

4. Propuesta del ciclo de gestión del mantenimiento preventivo basada en análisis de criticidad, análisis de puntos débiles en equipos críticos e indicadores de confiabilidad y mantenibilidad

Según Adolfo Crespo el ciclo de gestión del mantenimiento es aquel que marca el curso de las acciones adecuadas que se deben realizar, que se muestra a continuación en la figura XX; es un ciclo sin fin que busca la mejora continua de la organización y del mismo mantenimiento mediante el uso de tecnologías y metodologías (2014).

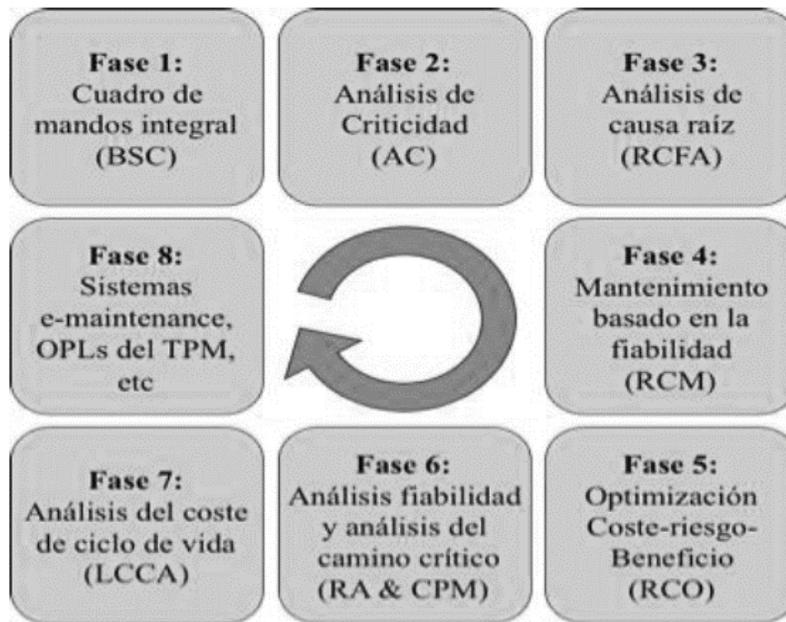
Figura 18 Ciclo de gestión del mantenimiento



Nota: Tomado de Crespo (2016).

En cada una de las fases que se mencionan en la figura XX, existen diferentes herramientas de soporte que ayudan a facilitar las actividades para la gestión, las cuales se muestran en la siguiente figura.

Figura 19 Fases y herramientas de soporte



Nota: Tomado de Crespo (2016).

4.1. Fase 1: Objetivos, estrategias y responsabilidades del mantenimiento de Dicorp

4.1.1. Objetivos

Tabla 7. Objetivos del molino Dicorp

Objetivos estratégicos	Planes de acción
<ul style="list-style-type: none"> Determinar estrategias de mantenimiento a seguir para los equipos del molino espinal. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de equipos: <ol style="list-style-type: none"> Listar equipos. Codificar equipos. Análisis de criticidad. Selección del modelo de mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> Optimizar la utilización del SAP como herramienta de planeación y programación del mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar avisos de avería por parte del personal de supervisores y coordinadores. Generar catálogo de averías por componente. <ul style="list-style-type: none"> Realizar análisis de fallos por componentes. Determinar kpi's (indicadores de desempeño) Ingresar catálogos de componentes en SAP.
<ul style="list-style-type: none"> Actualizar en SAP ubicaciones técnicas llegando hasta el cuarto nivel de profundización de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar codificación de equipos. Desarrollar niveles de mantenimiento: <ol style="list-style-type: none"> Gestión autónoma. Mantenimiento correctivo. Mantenimiento preventivo. Prevención del mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> Actualizar hojas de ruta de acuerdo a estrategias planteadas para cada equipo de la planta espinal. 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos críticos. Plan de mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> Generar indicadores de gestión del área de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Confiability. Disponibilidad. Mantenibilidad.
<ul style="list-style-type: none"> Generar plan de capacitación técnica para mecánicos y eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir nivel de entrenamiento por cada nivel de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> Realizar entrenamiento y evaluación

Nota: Tomado de Dicorp (2016).

4.1.2. Estrategias

Las estrategias que se plantea la corporación, son de vital importancia para el cumplimiento de los objetivos mantenimiento dentro de esta, Adolfo Crespo, nos ejemplifica las estrategias generales del mantenimiento, mostrada en la siguiente figura.

Figura 20 Ejemplo de estrategia general del mantenimiento



Nota: Tomado de Crespo (2014).

4.1.3. Responsabilidades

Tabla 8 Responsabilidades del personal de mantenimiento

CARGO	RESPONSABILIDADES
JEFE DE PLANTA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administrar el funcionamiento del sistema general de producción y de mantenimiento. ▪ Analizar costos. ▪ Gestionar acciones de mejoramiento del mantenimiento en conjunto con el jefe de mantenimiento. ▪ Establecer planes y políticas de evaluación y mejoramiento.
COORDINADOR DE MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orientar y supervisar el plan de acciones rutinarias, de mantenimiento preventivo y el plan de lubricación. ▪ Estandarizar la información técnica sobre el mantenimiento de la maquinaria. ▪ Desarrollar planes de capacitación del personal.
TÉCNICO MECÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejecutar el mantenimiento del sistema programados por el jefe de mantenimiento. ▪ Fabricación y montaje de maquinaria. ▪ Comunicar los materiales mecánicos que se necesitan al analista. ▪ Designar actividades al auxiliar mecánico.
AUXILIAR MECÁNICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Velar por un adecuado y conservado sitio de trabajo. ▪ Apoyo al mecánico en la ejecución del mantenimiento.
TÉCNICO ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspección de todas las instalaciones eléctricas. ▪ Comunicar los materiales eléctricos necesarios ante el analista. ▪ Diligenciamiento del registro orden de trabajo.
OPERARIO DE MÁQUINA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable de la limpieza de la maquinaria. ▪ Inspección del buen funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas y equipos del área. ▪ Apoyar los trabajos de calidad y producción.

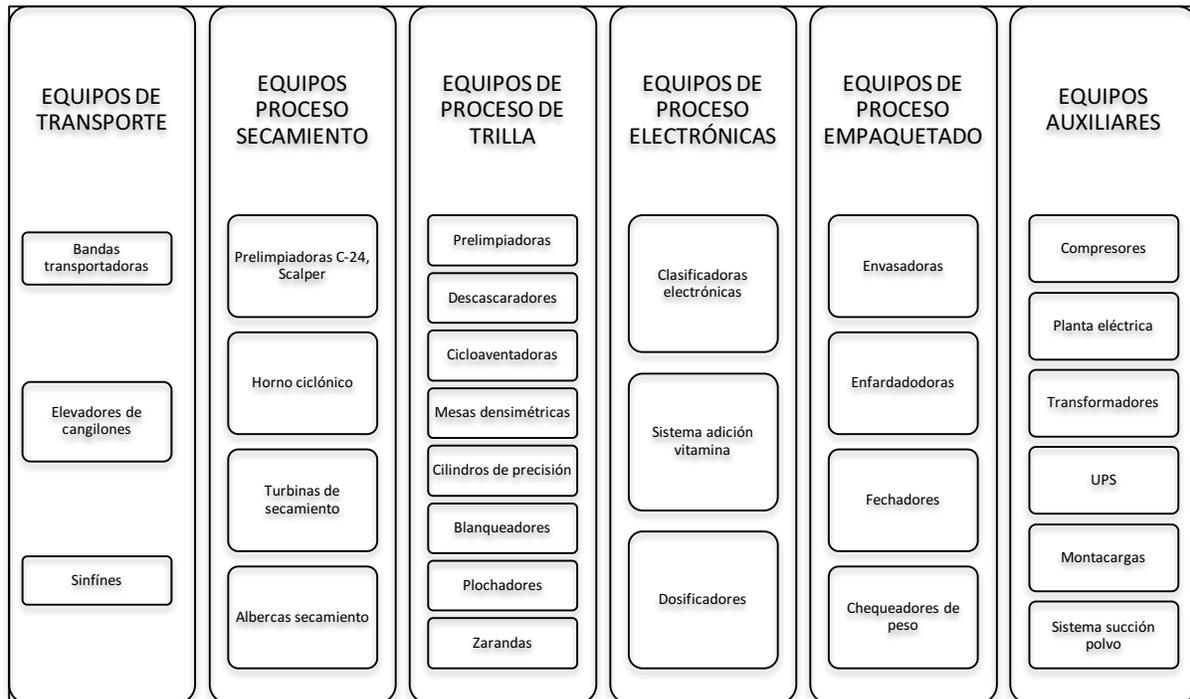
Nota: Tomado de Dicorp (2016).

4.2. Fase 2: Jerarquización de los equipos del molino Dicorp

4.2.1. Listados de equipos.

La siguiente figura muestra los diferentes equipos que se usan en los procesos productivos del Molino, los cuales están clasificados por las áreas de producción actualmente.

Figura 21 Listado de equipos actual en el Molino Dicorp



Nota: Tomado de Dicorp (2016).

Según Santiago García, para la elaboración adecuada del listado de equipos se debe expresar en forma de estructura arbórea (2003), ejemplificado en la siguiente figura.

Figura 22 Niveles de estructura arbórea en una planta de producción



Nota: Tomado de García (2003).

La propuesta que se quiere implementar en el molino se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Propuesta del Listado de equipos en el molino Dicorp

AREA	EQUIPO	SISTEMA
RECIBO	Pre limpiadora C-24	Sistema de cargue y dosificación Sistema de zarandas de clasificación Sistema decantación de impurezas Sistema impulsor Sistema soportación
	Pre limpiadora Scalper	Sistema de cargue y dosificación Sistema de tambores de malla rotativa Sistema de ventiladores Sistema decantación de impurezas Sistema impulsor Sistema soportación
	Bandas transportadoras	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
	Sinfines	Sistema de transmisión

		Sistema soportación
	Elevadores de cangilones	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
SECAMIENTO	Albercas secamiento	Sistema de ventilación
	Hornos secamiento	Sistema alimentación Sistema ventilación Sistema ceniza Sistema de control
	Bandas transportadoras	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
	Sinfines	Sistema de transmisión Sistema soportación
	Elevadores de cangilones	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
ALMACENAMIENTO	Silos	Sistemas de ventilación Sistema barredora
TRILLA	Pre limpiadora C-24	Sistema de cargue y dosificación Sistema de zarandas de clasificación Sistema decantación de impurezas Sistema impulsor Sistema soportación
	Báscula de peso	Sistema de alimentación Sistema de pesaje Sistema neumático Sistema de control
	Descascaradores	Sistema de transmisión Sistema neumático Sistema de ventilación y succión aire Sistema descascarado
	Ciclo aventadoras	Sistema de transmisión Sistema ventilación Sistema cascarilla
	Mesas separadoras	Sistema de transmisión Sistema de separación

	Sistema de control
Cilindros de precisión	Sistema de transmisión Sistema de separación Sistema descarga
Blanqueadores	Sistema de transmisión Sistema succión harina Sistema pulimento
Polichadores	Sistema de transmisión Sistema succión harina Sistema polichado Sistema neumático Sistema hidráulico
Zarandas	Sistema de transmisión Sistema de separación
Cilindros Alveolares	Sistema de transmisión Sistema de separación
Clasificadoras electrónicas	Sistema de alimentación Sistema de clasificación Sistema neumático Sistema de control Sistema de succión
Dosificadores grano	Sistema de pesaje Sistema de control Sistema eléctrico
Dosificador vitamina	Sistema dosificación Sistema neumático Sistema de control Sistema eléctrico
Compactadoras harina	Sistema dosificación Sistema mecánico
Bandas transportadoras	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
Sinfines	Sistema de transmisión Sistema soportación
Elevadores de cangilones	Sistema tensor Sistema motriz

		Sistema soportación
EMPAQUETADO	Envasadoras	Sistema neumático Sistema eléctrico Sistema de control Sistema mecánico
	Enfardadoras	Sistema neumático Sistema eléctrico Sistema de control Sistema mecánico
	Selladora	Sistema eléctrico Sistema mecánico
	Fechadores	Sistema eléctrico Sistema de control
	Chequeadores de peso	Sistema impulsor Sistema eléctrico Sistema de control Sistema neumático Sistema mecánico
	Bandas transportadoras	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
	Sinfines	Sistema de transmisión Sistema soportación
	Elevadores de cangilones	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
	Transportador de cadena	Sistema tensor Sistema motriz Sistema soportación
SERVICIOS	Compresores	Sistema de lubricación Sistema de refrigeración Sistema de admisión de aire Elementos estáticos Elementos rotativos Instrumentación Control Alimentación eléctrica

	Planta eléctrica	Sistema motriz Sistema del alternador Sistema de control Sistema de combustible Sistema de gases de escape
	Transformadores	Indicador de nivel Depósito de expansión Pasa tapas Mando conmutador Grifo de llenado Radiadores de refrigeración Cuba
	UPS	Sistema eléctrico Sistema de control
	Montacargas	Sistema eléctrico Sistema mecánico Sistema de control Sistema de baterías
	Succión polvo	Sistema de succión Sistema de mangas Sistema eléctrico Sistema neumático Sistema de tubería

Nota: Tomado de Dicorp (2016).

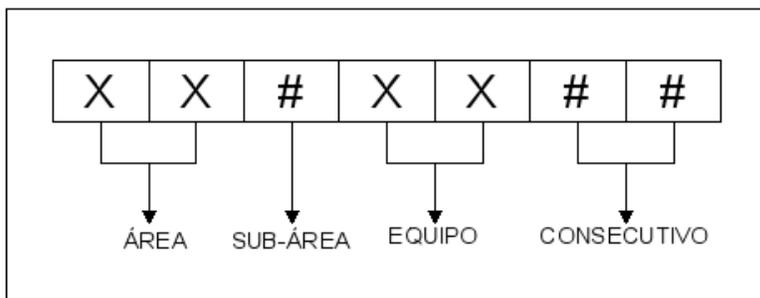
4.2.2. Codificación de equipos.

En el momento que se culmina la lista de equipos es de gran importancia identificar cada uno de estos con un código único, de esa manera se facilita su localización, referencia en órdenes de trabajo y planos, permite elaborar registros históricos de fallos o intervenciones,

además permite calcular indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos u otros, y permite el control de costes (García, 2003).

Para el proceso de codificación de equipos se tomaron 4 factores los cuales serán explicados en la siguiente figura.

Figura 23 Codificación de equipos



Nota: Fuente propia.

• **Clasificación por área:**

Esta información se presenta por medio de dos letras seguidas.

Tabla 10. Clasificación por áreas

ÁREA	CÓDIGO
RECIBO	TR
SECAMIENTO	SE
ALMACENAMIENTO	RE
TRILLA	AL
EMPAQUETADO	EM

Nota: Fuente propia.

• **Clasificación por subáreas:**

Esta sección del código está compuesta por un dígito que hace referencia a la ubicación del área.

• **Clasificación por equipo:**

El código del equipo consta de dos letras que hacen referencia a la característica del mismo.

Tabla 11. Clasificación por equipo

EQUIPO	CÓDIGO	EQUIPO	CÓDIGO
ELEVADOR	EL	PULIDOR	PU
TRANSPORTADOR BANDA	TB	PLANZISTER	PZ
TRANSPORTADOR SINFIN	TS	SILO ALMACENAMIENTO	SA
TRANSPORTADOR CADENA	TC	SELLADORA HORIZONTAL	SH
AVENTADORA	AV	SEPARADORA INTEGRAL	SI
BASCULA PASO	BA	SILO PULMON	SP
BATERIAS DE SECADO	BT	TORRE SECADORA	TO
CILINDRO DE PRECISIÓN	CP	TRIEUR	TR
SISTEMA SUCCION	CC	VENTILADOR	VE
COMPACTADORA HARINA	CH	ZARANDA	ZA
CHEQUEADOR PESO	CQ	COMPRESOR	CO
DESCASCARADOR	DE	PLANTA ELECTRICA	PL
DOSIFICADOR	DO	UPS	UP
ENFARDADORA	EF	TOLVA	TO
ELECTRONICA CLASIFICADORA	ET	FILTRO	FT
ENVASADORA	EV	TURBINA	TU
HORNO	HO	SINFIN BARREDORA	SB
LIMPIADORA	LP	ENSACADORA	EN
POLICHADOR	PO	TRANSPORTADOR VIBRATORIO	TV

Nota: Fuente propia.

- ***Clasificación por consecutivo:***

Está compuesta por un valor numérico el cual diferencia a los equipos entre sí.

4.2.3. Análisis de criticidad.

La selección de los equipos críticos es una parte muy importante en el análisis del mantenimiento, ya que estos son los equipos que tienen mayor influencia en el proceso productivo, la incidencia se ve en los costos de mantenimiento o en las pérdidas de producción. Los equipos críticos serán entonces quienes tendrán una mayor prioridad al realizar el mantenimiento.

Según Oliverio García para una condición ideal del análisis de criticidad se necesita disponer de información estadística de los sistemas a evaluar que sea bien precisa, lo cual permite cálculos “exactos y absolutos” (García, 2005). Sin embargo, para nuestro caso de estudio no se dispone de una data histórica de excelente calidad, entonces se debe recolectar la información utilizando encuestas, teniendo en cuenta que el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál sería la condición más favorable, así como también la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre está relacionada con la frecuencia de fallas y sus efectos (García, 2005).

La criticidad se mide por la ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Donde:

Frecuencia = número de fallas

Consecuencia = (Impacto operacional*Flexibilidad operacional)+Impacto al mantenimiento+ Impacto a la calidad+ Impacto a la seguridad+ Impacto al ambiente

4.2.3.1. Niveles de importancia o criticidad.

Tabla 12. Niveles de importancia o criticidad

Nivel de criticidad	Definición
Equipos Críticos	Equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.
Equipos Importantes	Equipos cuya parada o mal funcionamiento afectan la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
Equipos Prescindibles	Equipos cuya parada o mal funcionamiento supondrán una pequeña incomodidad.

Nota: Tomado de García (2003).

4.2.3.2. Criterios para determinar la criticidad.

4.2.3.2.1. Impacto ambiental:

Representa la posibilidad de que sucedan eventos no queridos que hagan daño a equipos e instalaciones produciendo la violación de cualquier regulación ambiental, además de ocasionar daños a terceros.

Tabla 13. Nivel de criticidad por impacto ambiental

Impacto ambiental	Nivel de criticidad
Daños irreversibles en el ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales	5
Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada	4
Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones	2
Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones	0

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.2. Impacto a la seguridad:

Representa el riesgo de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones y en los cuales alguien pueda o no resultar lesionado.

Tabla 14. Nivel de criticidad por Impacto a la seguridad.

Impacto a la seguridad	Nivel de criticidad
Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa	5
Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa	4
Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral	3
El personal de la planta requiere tratamiento médico	2

o primeros auxilios	
Sin impacto en el personal de la planta	0

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.3. *Impacto operacional:*

Representa en forma porcentual la producción que se deja de hacer (por día), debido a fallas ocurridas. Se define como el resultado inmediato de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial del sistema y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.

Tabla 15. Nivel de criticidad por Impacto Operacional

Impacto operacional	Nivel de criticidad
Para inmediata de toda la planta o línea de producción	10
Parada inmediata de un sector de la línea de producción	6
Impacta los niveles de producción	4
Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No genera ningún efecto significativo sobre la producción.	1

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.4. *Impacto a la calidad*

En este se evalúa el impacto que la ocurrencia de una falla afectaría a la calidad del producto final.

Tabla 16. Nivel de Criticidad por impacto a la Calidad

Impacto a la calidad	Nivel de criticidad
Es clave para la calidad del producto.	5
Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	4
Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	2
No afecta a la calidad.	0

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.5. *Impacto al mantenimiento:*

Se refiere al costo directo promedio por falla, requerido para restituir el equipo a sus condiciones óptimas de operación, incluye labor manual, materiales y transporte.

Tabla 17. Nivel de Criticidad por Impacto al Mantenimiento

Impacto al mantenimiento	Nivel de criticidad
\$5.000.000 - En adelante	5
\$1.0000 - \$5.000.000	4
\$100.00 - \$1.000.000	3
\$50.000 - \$100.000	2
\$0 - \$50.000	1

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.6. Flexibilidad Operacional:

Este parámetro se refiere a todo equipo que al parar su actividad, no cuenta con otro equipo que realice la misma función para reemplazarlo mientras el principal es reparado o está en labores de mantenimiento.

Tabla 18. Nivel de Criticidad según la Flexibilidad Operacional

Flexibilidad operacional	Nivel de criticidad
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación intermedios.	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.7. Frecuencia de fallas:

Establece las veces que falla un componente del sistema, por pérdida de su función (o que implique una parada), en un periodo de un año.

Tabla 19. Nivel de criticidad según la frecuencia de fallas

Frecuencia de fallas	Nivel de criticidad
Más de 52 veces por año (Más de 1 interrupción semanal)	12
Entre 27 y 52 veces por año (1 interrupción semanal)	6
Entre 13 y 26 veces por año (1 interrupción c/2semanas)	4
Entre 1 y 12 veces por año (1 interrupción mensual)	3
Menos de 1 vez por año	1

Nota: Diseño propio.

4.2.3.2.8. *Matriz de Criticidad:*

Permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

Tabla 20. Matriz de criticidad

FRECUENCIA	12	B	M	M	M	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	6	B	B	M	M	M	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	4	B	B	B	B	B	M	M	M	M	M	M	M	M	A	A	A	A	A	
	3	B	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	A
	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	M	M	A
		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	
		CONSECUENCIA																		

Nota: Diseño propio.

En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

4.2.3.3. Equipos críticos.

- Equipos de transporte (bandas, elevadores y sinfines).
- Sistema de pulimento.
- Clasificadoras electrónicas.
- Compresores.
- Transformadores.

4.3. Fase 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto del Molino Dicorp

Para analizar los puntos débiles en los equipos de alto impacto, deberá realizarse una inspección previa, que permite conocer el estado actual de operación, deficiencias en su funcionamiento, entorno de operación y toda la información relevante para determinar las necesidades específicas de mantenimiento.

La identificación de las causas raíces que provocan fallos crónicos permitirá, en el mejor de los casos, eliminar el modo de falla o, si no fuera posible debido por ejemplo a que el costo de eliminación supera en gran medida al costo por falla del equipo, se podría controlar dicho modo de falla. La eliminación o en su defecto el control de los modos de fallo contribuye a lograr un alto retorno inicial a la inversión en nuestro programa de gestión de mantenimiento, asimismo, facilita

las fases sucesivas de análisis y diseño de planes de mantenimiento, que requieren de una importante inversión de tiempo y recursos. (Viveros *et al.*, 2013).

Son varias las técnicas que pueden emplearse para abordar esta fase, por su amplia aceptación se describen brevemente a continuación el “Análisis de modos y efectos de falla” y el “Análisis Causa Raíz”.

4.3.1. Etapas del proceso FMEA.

Las etapas básicas necesarias para el desarrollo de un proceso de Análisis de Modos y Efectos de Falla son:

1. Definir los equipos a evaluar. Con base en el análisis de criticidad.
2. Identificar las funciones de cada equipo. Por medio del listado de los equipos se identificarán las funciones por sistemas.
3. Determinar las fallas funcionales. Se determina un fallo funcional cuando el equipo es incapaz de realizar lo que el usuario desea.
4. Determinar los modos de falla. Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional. Se puede decir que el modo de falla es lo que el operario ve que causa las fallas y puede originarse por múltiples factores.

5. Determinar los efectos de falla. El siguiente paso consiste en hacer una lista de qué sucede al producirse cada modo de falla. A esto se le denomina efectos de falla.

6. Causas de la falla. Realizar un listado de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir la falla.

La mayoría de los análisis de este tipo también incluyen algún método para evaluar el riesgo asociado con los problemas identificados durante el análisis y para priorizar acciones correctivas. Para nuestro caso de estudio aplicaremos:

7. Número de prioridad del riesgo (NPR): El NPR es un indicador relativo de todas las causas de falla y se da por el resultado de multiplicar la puntuación dada a la severidad (S) del efecto de falla, por las probabilidades de ocurrencia (O) para cada causa de falla, y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten (D) cada causa de falla.

$$\mathbf{NPR = (S) \times (O) \times (D)}$$

Tabla 21. Severidad

SEVERIDAD (G)	CRITERIO	VALOR
Muy baja: Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, la planta ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja: Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente a la plata. Probablemente, se observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada: defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto malestar en la planta. Se observara deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de problema elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

Nota: Diseño propio.

Tabla 22. Detectabilidad

Detectabilidad (D)	Criterio	Valor
Muy Alta	El efecto es obvio. Resulta muy probable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El efecto aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El efecto es detectable y posiblemente no llegue a ocasionar un accidente importante	4-6
Pequeña	El efecto es detectable y posiblemente no llegue a ocasionar un accidente importante	7-8.
Improbable	El efecto no puede detectarse. Casi seguro que conducirá a un accidente importante	9-10.

Nota: Diseño propio.

Tabla 23. Probabilidad

PROBABILIDAD	CRITERIO	VALOR
<u>Muy baja</u>	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
<u>Baja</u>	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
<u>Moderada</u>	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida de componente/sistema.	4-6
<u>Alta</u>	El fallo se presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado	7-8
<u>Muy alta</u>	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Nota: Diseño propio.

Tabla 24. RPN

RANGO RPN	CRITICIDAD	CRITERIOS
1<RPN<18	L	LOW. Riesgo menor de falla. Equipo crítico.
18<RPN<64	M	MEDIUM Riesgo medio o moderado. Equipo esencial. Requiere una evaluación del diseño o caracterización del proceso para reducir el valor del RPN
64<RPN	H	HIGH Riesgo alto. Equipo crítico. Requiere revisiones detalladas al diseño y/o proceso para reducir el valor del RPN

Nota: Diseño propio.

Tabla 25. Análisis del modo y efecto de falla



Análisis del modo y efecto de falla

Fecha de elaboración _____
Área _____
Tipo de equipo _____

Equipo _____
Responsable _____

AMEF # _____
Elaborado _____

Descripción de parte	Función de la parte	Modo de la falla	Efecto de la falla	Registro fotográfico	Causa de la falla	Probabilidad de la falla	Situación actual			
							Plan de acción	ocurrencia	Seriedad	Detección

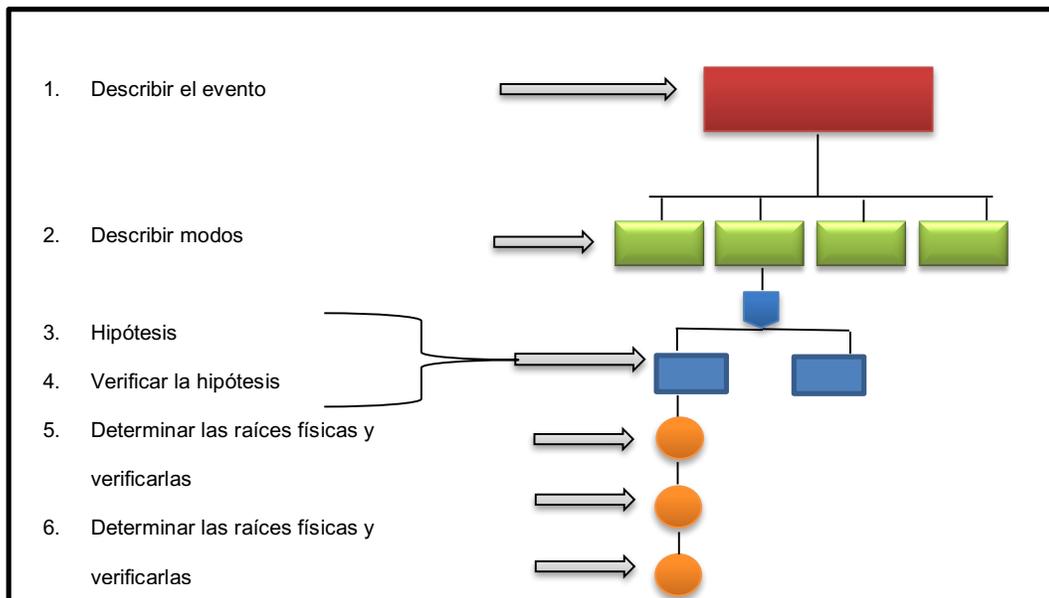
Nota: Diseño propio

4.3.2. Etapas del proceso RCA

Las etapas que se deben tener en cuenta en el proceso RCA son:

- Describir el evento de falla
- Describir los modos de falla
- Hacer una lista de las causas potenciales de falla y verificarlas
- Determinar y verificar las causas raíz físicas
- Determinar y verificar las causas raíz humanas
- Determinar y verificar las causas raíz del sistema (latentes).

Figura 24. Árbol Lógico de Falla.



Nota: Tomado de Oliveiro García.

4.4. Fase 4: Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios

Santiago García define al plan de mantenimiento como un documento el cual contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que se harán en una planta, esto con el fin de asegurar los niveles de disponibilidad que estén pre establecidos (2003).

Este es un documento vivo que sufrirá continuas modificaciones, debido a las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de indicadores de gestión que se tengan (García, 2003).

4.4.1. Mantenimiento basado en confiabilidad.

Esta metodología es utilizada para determinar que se debe hacer para asegurar que los activos físicos lleven a cabo su función, en el contexto operacional presente. Dicha metodología se puede aplicar tanto en instalaciones nuevas como en existentes; se basa en manejar y administrar correctamente los fallos y sus consecuencias (Crespo, 2014).

El análisis de la aplicación de la metodología RCM aporta una serie de resultados (García, 2003):

- Mejora en la comprensión del funcionamiento de los equipos.

- Estudio de las posibilidades de fallo de un equipo y el desarrollo de los mecanismos que tratan de evitarlas, ya sean producidas por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Elaboración de planes que permiten garantizar la operación de los equipos dentro de los parámetros marcados. Esos planes engloban:
 - Planes de mantenimiento.
 - Procedimientos operativos, tanto de producción como de mantenimiento.
 - Modificaciones o mejoras posibles.
 - Determinación del stock de repuesto que es deseable que permanezca en planta.

Después de ejecutar el análisis de los equipos de planta y el modelo de mantenimiento que mejor se adapta a las características de cada equipo, siguen estas fases (García, 2003):

- Determinación de los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los sistemas.
- Determinación de los modos de fallo, tanto funcionales como técnicos.
- Estudio de las consecuencias de un fallo: clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar.
- Determinación de medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de fallos.

- Selección de las tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento determinado para cada sistema.
- Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea.
- Agrupación de las tareas en rutas y gamas de mantenimiento y elaboración del plan inicial de mantenimiento.
- Puesta en marcha de las rutas y gamas, y correcciones al plan inicial.
- Redacción de procedimiento de realización de las rutas y gamas.

4.4.1.1. Lubricación centrada en la confiabilidad

Los procedimientos de lubricación no pueden aplicarse ajenos con la filosofía adoptada por MCF, como lo menciona Pedro Albarracín en el seminario Lubricación centrada en Confiabilidad; debe ser aplicada a los equipos rotativos críticos y esenciales de la empresa, la lubricación igualmente debe estar dentro del marco de programas interdisciplinarios los cuales tienen como objetivo garantizar la vida de diseño de los mecanismos lubricados (Albarracín, 2006).

Por medio de la LCC se notó el bajo costo por consumo de energía, al igual que los costos por mantenimiento, logrando así alcanzar los índices de confiabilidad y disponibilidad que se esperaban de los equipos rotativos (Albarracín, 2006).

No se debe olvidar la relación intrínseca entre la lubricación y las vibraciones mecánicas, si las últimas mencionadas aumentan generarán a su vez elevados valores de deterioro del mecanismo (Albarracín, 2006).

4.4.1.1.1. Programa de lubricación productiva:

El proceso de lubricación debe adoptar como filosofía, además de la aplicación de aceites y/o grasas para el mantenimiento de los equipos rotativos, debe reconocer la importancia del lubricante como un elemento en búsqueda de reducir los índices de desgaste, minimizar el consumo de energía y obtener mayores frecuencias entre re lubricaciones (Albarracín, 2006).

Esta filosofía, que se menciona anteriormente, debe involucrar a todo el personal de la empresa en los campos de mantenimiento y producción, de esa manera hacer eficiente el desarrollo del programa de lubricación productiva, incluyendo activamente a los ingenieros para liderar dichos programas (Albarracín, 2006).

El desarrollo del PLP incluye los siguientes programas:

- Lubricación correctiva

El programa de lubricación correctiva recolecta y brinda la información real de la lubricación de los equipos rotativos de la empresa y de igual manera que estos equipos puedan contar

con los elementos necesarios para llevar a cabo una correcta lubricación (Albarracín, 2006).

Metodología e implementación del programa

- Personal de lubricación: para la implementación del programa debe existir el lubricador, el mecánico de mantenimiento o el operario de producción, las cuales estarán a cargo de la ejecución de programas de lubricación basados en la información de mecánica industrial y lubricación; este cargo es de gran responsabilidad por lo que se recomienda que los asignados deben permanecer por lo menos dos años consecutivos (Albarracín, 2006).
- Cuarto de lubricantes: Este cuarto permitirá organizar los implementos de lubricación diario de los equipos rotativos, en su mayoría lubricantes, los cuales serán protegidos de ser dañados con agua o partículas sólidas, por lo cual este cuarto debe tener techo, ser amplio, limpio, con paredes de tono claro, buena ventilación entre otras características que facilitarán el almacenamiento y manipulación de aceites y/o lubricantes (Albarracín, 2006).
- Carta de lubricación: Cada equipo rotativo de la empresa debe contar con una carta de lubricación, en donde se detallen los procedimientos de lubricación a los que se

someten los equipos, los cuales deben estar basados en las recomendaciones de fabrica de los equipos, sumándole la experiencia del personal de lubricación, a través de los años de experiencia de los diferentes programas de lubricación aplicados (Albarracín, 2006).

La estructura de la carta de lubricación debe ser la siguiente según Pedro Albarracín (2006):

- Nombre de la empresa donde está ubicado el equipo rotativo.
 - Nombre del equipo rotativo (tipo y serie).
 - Nombre de cada uno de los componentes
 - Cantidad de mecanismos por componente
 - Nombre del lubricante
 - Método de lubricación
 - Frecuencia de re lubricación
 - Cantidad de lubricante por mecanismo, bombazos, galones.
 - Temperatura de operación
 - Código de color de lubricante
 - Figura geométrica de la frecuencia de lubricación
- Rótulos metálicos: Se debe colocar a cada uno de los mecanismos que se deben lubricar de los equipos rotativos especificados en las cartas de lubricación; este

rotulo debe ser en acero inoxidable, con la forma geométrica correspondiente al tipo de lubricación y del color que identifique el tipo de lubricante según el código británico internacional de colores (Albarracín, 2006).

- Pancartas metálicas: Deben estar ubicadas en el cuarto de lubricantes explicando las figuras geométricas y el código de colores para los lubricantes, con el fin de instruir a todo el personal de mantenimiento en cuanto a la información de los rótulos metálicos (Albarracín, 2006).
- Válvulas de drenaje: Puede ser de bronce, la cual evita que el aceite se salga si en algún momento por accidente se abre la válvula (Albarracín, 2006).
- Sistemas de ventilación: Permite evacuar gases que se generan mientras el aceite este haciendo su trabajo, de no tener este sistema se pueden generar daños en los ejes del equipo rotativo por fugas de aceite (Albarracín, 2006).
- Indicador del nivel de aceite: Verifica desde el exterior el nivel de aceite que está dentro del mecanismo, para evitar que se quede sin aceite por fugas o por vaporización (Albarracín, 2006).
- Carro portátil de lubricación: Se obtienen con el fin de poder transportar en ellos los lubricantes de un lado a otro de la empresa, y de esa manera ahorrar tiempo y mejorar la eficiencia al momento de lubricar (Albarracín, 2006).

- Aceiteras de 1 y 5 galones de capacidad: con el fin de garantizar la aplicación del aceite limpio y correcto, se debe contar con una aceitera para cada tipo de lubricante, pintados con los códigos de colores correspondientes a cada aceite de lubricación (Albarracín, 2006).
- Pistolas engrasadoras: Para cada tipo de grasa usada en la lubricación, debe existir una pistola engrasadora, con esto se evitara posibles daños por mezcla de grasas incompatibles, esta pistola debe ir pintada con el código de colores correspondiente al tipo de grasa aplicada (Albarracín, 2006).
- Guardas metálicas para las cadenas: Con el fin de proteger a las cadenas de eslabones de polvo o humedad y poder lubricarlas por inmersión, la cual debe contar con una válvula de drenaje, tubo de ventilación, indicador de nivel de aceite, rotulo con la identificación de lubricante utilizado, y retenedores a la entrada y salida de los ejes (Albarracín, 2006).
- Depósito de aceites auxiliares: si la distancia entre el cuarto de lubricantes y los equipos rotativos es considerable se debe tener un depósito de aceites auxiliar con el fin de no perder tiempo en traer los aceites necesarios (Albarracín, 2006).

- Lubricación Preventiva

El objetivo del programa de lubricación preventiva es asegurar que los equipos rotativos de la empresa puedan lubricarse en cierta frecuencia, adicionalmente se contara con un registro de anomalías que se presenten en los equipos y controlando los costos de lubricación (Albarracín, 2006).

Metodología e implementación del programa

- Especificación de equipos rotativos: será necesario definir aquellos equipos rotativos que requieren una lubricación frecuente y constante, debido a que no se deberán incluir en el programa de lubricación predictiva; los equipos incluidos en este programa deben ser aquellos cuya lubricación es de bajo costo y su proceso no es tan esencial en la producción de la empresa (Albarracín, 2006).
- Especificación de programas: se establecen programas para desarrollar en una frecuencia constante, se debe definir y especificar los equipos rotativos que se van a incluir en estos programas, mediante el uso de un software, ejemplo de los programas a establecer pueden estar: mecanismos de equipos rotativos lubricados a plena pérdida, toma de muestras de aceite, cambio de filtros de aceite y filtración de aceites (Albarracín, 2006).

- Programa sistematizado de lubricación: se debe implementar un software el cual permita manejar sistemáticamente la lubricación de todos los equipos rotativos de manera ordenada y alineada a la especificación de la información en cartas de lubricación; este puede ser desarrollado por la empresa, o adquirirlo comercialmente (Albarracín, 2006).

- Lubricación Predictiva

Este programa pretende lubricar por condición y no bajo una frecuencia determinada de los mecanismos de los equipos rotativos que se deban lubricar con aceite, o algunos rodamientos lubricados con grasa. La implementación de este programa evitará la falla de mecanismos ya lubricados, además va a reducir el costo de consumo de lubricantes, la sobre lubricación y los años generados por la misma (Albarracín, 2006).

Adicionalmente la implementación de este programa permite desarrollar un programa de filtración para los lubricantes que estén contaminados, ya sea con agua, o partículas solidas o metálicas. Se debe tener en cuenta que los equipos rotativos incluidos en este programa, deben ser excluidos del programa de lubricación preventiva, cumpliendo así con su objetivo, que es el de lubricar la mayor cantidad posible de equipos rotativos por condición, y no bajo una frecuencia constante (Albarracín, 2006).

Metodología e implementación del programa

- Ruta de tribología: se debe hacer una visita ya sea semanal, quincenal o mensual en la cual se detecten anomalías de la lubricación, nivel de vibraciones y temperatura de operaciones de los mecanismos lubricados (Albarracín, 2006).

Según Pedro Albarracín, la ruta de tribología se puede llevar a cabo de dos maneras (2006):

- Ruta de tribología de operaciones: se lleva a cabo una vez por semana, a cargo de personal de operaciones, durante la cual se debe verificar el estado de lubricación de manera cualitativa, el nivel de vibraciones cuantitativamente reportando los mecanismos con reportes de valores más altos de lo normal, y tomar los valores de la temperatura de operación de mismos mecanismos (Albarracín, 2006).
- Ruta de tribología de mantenimiento: se efectúa una vez al mes a cargo del personal de mantenimiento, en la cual se debe hacer la revisión del estado de lubricación de los equipos rotativos de manera cuantitativa y cualitativa, cambiando el aceite en caso de ser necesario; se debe verificar el estado de la lubricación de chumaceras y rodamientos,

cuantitativamente además verificar el nivel de vibraciones cuantitativamente y tomar valores de la temperatura que se presente (Albarracín, 2006).

De los datos que se lleguen a recopilar en las rutas de tribología de operaciones y de mantenimiento se logran establecer conclusiones para garantizar que los equipos rotativos trabajen con el nivel de confiabilidad esperado (Albarracín, 2006).

- Análisis físico-químico del aceite según las normas ASTM: se hará este análisis a los equipos que salgan por fuera de las especificaciones, el cual se debe hacer cada tres meses a los equipos rotativos esenciales, de los resultados obtenidos se establece cuales aceites se cambian o se envían a mantenimiento (Albarracín, 2006).
- Conteo de partículas según ISO 4406: se debe ejecutar cada tres meses, a los equipos rotativos esenciales, los aceites usados reportados se filtran, centrifugan o dializan (Albarracín, 2006).

- Proceso de Flushing: Si el equipo rotativo se pone en marcha por primera vez, o se le ha hecho mantenimiento se le debe hacer un Flushing o limpieza (Albarracín, 2006).
 - Pre filtración de aceites nuevos: Si se aplican nuevos aceites ya sea a sistemas hidráulicos, turbinas de vapor o a gas, a los equipos rotativos que cuenten con depósito de aceite, o se llenen depósitos de aceite auxiliares, es necesario aplicarle al aceite nuevo una pre filtración con código de limpieza ISO 4406, siendo este menor que el del aceite nuevo (Albarracín, 2006).
- Lubricación Proactiva

La implementación de este programa pretende poder corregir la falla real o potencial para alcanzar la ayuda disponible o de diseño de los mecanismos de los equipos rotativos, este proceso se llevará a cabo mediante el control de la temperatura de operación, en el marco de los rangos permitidos (Albarracín, 2006).

Por otro lado el programa establece la filtración de aceites con el propósito de lograr mantener los aceites de lubricación dentro del grado de limpieza que exige la Norma ISO 4406, así mismo se podrá controlar el desgaste por abrasión o erosión (Albarracín, 2006).

Así mismo será necesario hacer uso de los datos que se hayan llegado a recopilar mediante la implementación de los programas anteriormente mencionados, Lubricación Preventiva y Lubricación Predictiva (Albarracín, 2006).

Metodología e implementación del programa

Análisis de los registro históricos: durante este proceso se debe disponer de la información organizada y detallada en el programa de Lubricación Predictiva, según Pedro Albarracín en este análisis se podrá detectar (2006):

- Funcionamiento de sistemas de lubricación de los mecanismos de los equipos rotativos.
- Aquellos mecanismos en los cuales será necesario censar permanentemente la temperatura de su operación, por consecuencia de su criticidad.
- Factibilidad económica y técnica de aplicarles un sistema de enfriamiento de aceite, a aquellos mecanismos con temperatura por encima de 50°C.
- Aceites con código ISO de limpieza por fuera del marco de las especificaciones, a los que se deben filtrar.
- Identificar aquellos equipos rotativos los cuales ameriten el uso de lubricantes sintéticos.

- Gestión ambiental

La implementación de este programa es principalmente en busca de la conservación y el mejoramiento de la calidad ambiental tanto externa como interna de la empresa. Se debe estar en búsqueda de la implementación de objetivos y políticas que puedan llevar por el camino de minimizar el efecto negativa que traiga consigo los procesos de producción llevados a cabo dentro de la planta, en cuanto a los aceites minerales que se usen (Albarracín, 2006).

- Programa de recolección de aceites usados: mediante este programa se pretende recoger y almacenar, en base a características del aceite, como tipo, marca y grado ISO, aquellos aceites cambiados en el desarrollo de la Ruta de Tribología.

- Diálisis de los aceites recolectados: Al momento de completar un mínimo de aceite recolectado, a este se le debe hacer una muestra de laboratorio, para análisis el número de ácido total, porcentaje de vida útil, si el resultado de este último análisis es mayor al 50% se recupera el aceite.

- Recomendaciones para la utilización del aceite dializado

- Utilización de lubricantes biodegradables y no tóxicos

- Programa de capacitación

4.4.2. Mantenimiento productivo total (TPM).

El TPM es orientado para la creación de un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, se establece un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa (Universidad Industrial de Santander [UIS], 2014).

Se incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo (UIS, 2014). Es aplicable en todos los sectores, incluyendo producción desarrollo y departamentos administrativos y se puede apoyar en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos debido a que se tiene la creencia de que la obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos (UIS, 2014).

Pilares del TPM (UIS, 2014):

- **Autónomo:** este pilar desarrolla en las personas la capacidad para detectar y prevenir anomalías en su equipo evitando que se transformen en problemas graves. El pilar de mantenimiento autónomo utiliza el concepto de limpieza como inspección, garantizando la óptima condición de funcionamiento y limpieza del equipo.
- **Calidad:** Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el “cero defectos” es factible. El pilar de calidad busca identificar los puntos de chequeo para

todas las condiciones de equipo y procesos que afecten el producto, con el fin de tomar las acciones apropiadas.

- **Mantenimiento planeado:** El propósito de este pilar es alcanzar gradualmente 0 fallas en los equipos de proceso a través del perfecto conocimiento de los mismos, la reversión del deterioro, la creación de un sistema de información, el mantenimiento preventivo y productivo y las metodologías de análisis de fallos.
- **Mejoras enfocadas:** Este pilar se concentra en la eliminación permanente de las pérdidas para lograr la máxima eficacia global de los equipos y procesos de la compañía, lo cual se desarrolla a través del trabajo de equipos interdisciplinarios que lideran el mejoramiento continuo y la eliminación de pérdidas.
- **Seguridad y medio-ambiente:** Crea un sistema de gestión integral de la seguridad y el medio ambiente que permite lograr 0 accidentes y contribuir a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y generar efectos negativos al medio ambiente.
- **Administrativo:** tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en los procesos administrativos.
- **Educación y entrenamiento:** Desarrolla las habilidades y competencias de las personas para garantizar altos niveles

de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas integrados de formación y lecciones de un punto.

- Control inicial: Es el desarrollo de equipos con óptima ingeniería altamente fiable, amigable de operar y mantener. Busca además de fabricar productos libres de pérdidas y defectos durante el tiempo de vida del equipo.

4.4.2.1. *Mantenimiento autónomo:*

Este enfoque del mantenimiento cumple con el objetivo de enfocarse hacia 0 accidentes y 0 Contaminación, y así mismo, enfocar a los operario y maquinaria respectiva a cumplir con dicho objetivo (UIS, 2014).

Los pasos para la implementación del mantenimiento autónomo (UIS, 2014):

- Organización y orden.
- Limpieza e inspección.
- Eliminación de fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso.
- Estándares preliminares de limpieza, lubricación y ajustes.
- Inspección general del equipo.
- Inspección general autónoma.
- Aseguramiento de la calidad del proceso.
- Control autónomo plano.

4.4.2.2. Mantenimiento planeado

El mantenimiento planeado normalmente se establece para lograr tres objetivos (UIS, 2014):

- Maximizar la producción. Mejorar la confiabilidad del equipo.
- Minimizar los recursos. Mejorar la efectividad de los costos.
- Eliminar las averías no programadas.

Figura 25 Mantenimiento basado en la planificación.



Nota: Tomado de UIS, 2014.

Los pasos para la implementación del mantenimiento autónomo (UIS, 2014):

- Diagnóstico de la situación actual.
- Restaurar el deterioro.
- Estructuración del control de información y de datos.
- Estructuración del mantenimiento periódico (TBM).
- Estructuración del mantenimiento predictivo (CBM) (basado en las condiciones).
- Evaluar el sistema del mantenimiento planeado.

4.4.3. Mantenimiento basado en condición.

Oliverio García lo define como: "El conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los equipos por revelación antes que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas" (2005).

Este tipo de mantenimiento se desarrolla tomando las condiciones conocidas de los equipos, las cuales serán establecidas mediante la vigilancia de parámetros clave de operación (García, 2005).

Para poder medir estas condiciones se utilizan técnicas de diagnóstico de muy amplia divulgación actual, por ejemplo, el Análisis de

Vibraciones, la Termografía o Termovisión, el Análisis de Lubricantes, el Mecanálisis de Ruidos, la Radiografía Industrial, el Método de Impulsos de Choque (SPM), la Inspección Visual Remota, el Ultrasonido, el Monitoreo de Efectos Eléctricos, y las pruebas conocidas como Ensayos No Destructivos (NDT) (García, 2005).

- Análisis de vibración
- Termografía
- Análisis de lubricante
- Alineación y balanceo dinámico

4.5. Fase 5: Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos

En el desarrollo de esta fase se realiza una programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, se debe considerar las necesidades de producción en la escala temporal y el coste de oportunidad para el negocio durante la ejecución de las tareas (Viveros, et al., 2013).

Esta programación tiene como objetivo optimizar la asignación de recursos tanto humanos como materiales, así como minimizar el impacto en la producción, en un periodo de tiempo catalogado como: Corto plazo, Mediano Plazo, Largo Plazo (Viveros, et al., 2013).

4.6. Fase 6: Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento en la empresa

Según el diagnóstico actual de la empresa, no existen herramientas de evaluación y control en la ejecución del mantenimiento, simplemente las ordenes de trabajo y sus programaciones diarias se ejecutan según lo establecido en el cronograma diario que existe de mantenimiento, participando en la definición los coordinadores de cada área tanto de secado, trilla y empaquetado, y a su vez evaluadas por el jefe de planta.

Para realizar las actividades de evaluación y control es fundamental informar al personal de mantenimiento el estado de los objetivos, y partiendo de allí, se plantean una serie de reuniones diarias, semanales, mensuales y anuales presentadas a continuación:

Reunión diaria: Las reuniones diarias tienen como propósito mantener informados a los operadores, mecánicos y eléctricos de mantenimiento el curso que está tomando las tareas realizadas, las actividades a efectuar en la reunión son:

- Charla y taller de seguridad.
- Presentación de índices de mantenimiento.
- Situación actual de los objetivos.
- Actividades pendientes del día anterior.
- Entrega del programa de trabajo a trabajar en el día.

- Observaciones de los operarios, mecánicos y eléctricos de mantenimiento.

Reuniones semanales: Estas reuniones tienen como objetivo informar a los operadores, mecánicos y eléctricos de mantenimiento los índices semanales del mantenimiento, las actividades a efectuar en la reunión son:

- Presentación de actividades cumplidas en la semana.
- Pendientes de las actividades de la semana.
- Objetivos semanales y logrados.
- Aspectos a mejorar.
- Observaciones de los operarios de mantenimiento.

Reuniones Mensuales: Se presenta y se enfoca en los índices de costos de mantenimiento, las actividades a realizar son:

- Presentación índices de disponibilidad, actividades y costos del mes.
- Objetivos alcanzados.
- Aspectos a mejorar.
- Observaciones de los operarios de mantenimiento.
- Retroalimentación al programa de mantenimiento.

Reuniones anuales: Tienen como intención la revisión y auditorias, donde se revisará el programa de mantenimiento preventivo identificando algunas fallas en la programación de las inspecciones y retroalimentar su funcionamiento.

Tabla 26. Indicador de control y evaluación para el plan de capacitación propuesto

TEMA CENTRAL	PERSONAL A SER EVALUADO	INDICADOR DE CONTROL
Introducción al mantenimiento.	Todas las personas vinculadas al área de Mantenimiento y producción.	Evaluación teórica.
Documentación y responsabilidades.	Todas las personas vinculadas al área de Mantenimiento y producción.	Evaluación teórica.
Fundamentos e importancia de la lubricación.	Personal vinculado al área de Mnatenimiento.	Evaluación teórica.
Técnicas para la inspección, montaje y alineación en sistemas mecánicos.	Técnico mecánico. Técnico electricista.	Evaluación teórica y práctica.
Técnicas para la inpección y mantenimiento de sistemas eléctricos.	Técnico mecánico. Técnico electricista.	Evaluación teórica y práctica.
Tecnología de los materiales y los procesos de fabricación.	Técnico mecánico y técnico en fabricación.	Evaluación teórica
Lubricación aplicada.	Técnico mecánico. Técnico electricista.	Evaluación teórica y práctica.
Diagnóstico de fallas y mejoramiento de sistemas en los equipos.	Personal vinculado al área de Mnatenimiento. Técnico mecánico. Técnico electricista.	Evaluación teórica y práctica.

Nota: Diseño propio.

4.7. Fase 7: Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos

El desarrollo del presente proyecto investigativo no incluye el análisis del ciclo de vida de los equipos, no obstante, las fases desarrollados servirán de bases para continuar con esta fase, la cual requiere de más tiempo y espera de muestra de resultados. A continuación, se establecerá conceptos y conclusiones sobre el ciclo de vida.

El ciclo de vida de un activo pasa por las etapas de ante-proyecto, proyecto, diseño, ejecución o compra, instalación, prueba, puesta a punto, operación y

mantenimiento, hasta su eventual reciclaje, y/o disposición final (Orrego, 2012). Durante la ejecución de estas etapas se necesita efectuar una toma de decisiones y contar con información a seguir, costos a considerar y evaluar, partes a definir, formación de personal a desarrollar, y análisis referentes a distintos aspectos de la operación y mantenimiento del activo (Orrego, 2012).

Los resultados que se obtienen del análisis de puntos débiles de los equipos permite concluir aspectos relacionados con los análisis de criticidad, las cuales son una base para determinar el ciclo de vida de los equipos, otro factor importante a calcular es el costo de ciclo de vida (Orrego, 2012). El Costo de Ciclo de Vida (LCC), es la suma de todos los costos asignables al activo (directos e indirectos, variables y fijos), desde los costos iniciales de proyecto y adquisición, hasta los costos totales de operación, mantenimiento y disposición final (Orrego, 2012).

Ecuación del Costo de Ciclo de Vida según Orrego (2012):

$$\mathbf{LCC = IC + N (OC + MC + SC)}$$

Donde:

- LCC Costo de Ciclo de Vida
- IC Costo de Inversión
- OC Costo de Operación
- MC Costo de Mantenimiento
- SC Costo de Parada.

El Costo de Inversión (IC) incluye costos tales como máquinas, edificios, calles, instalaciones, herramientas y equipos de mantenimiento, repuestos, documentos y entrenamiento entre otros.

El Costo de Operación (OC) incluye personal, energía, materiales e insumos, entrenamiento del personal, transporte y calidad.

El Costo de Mantenimiento (MC) incluye los costos de personal de mantenimiento y los materiales y repuestos, tanto en lo dedicado a mantenimiento reactivo, proactivo, como a los rediseños, además de los costos de formación de este personal.

El Costo de Parada (SC) se expresa por medio de la ecuación:

$$SC = SN \times MTTT \times LPC$$

Donde:

- SN Frecuencia de Paradas
- MTTT Tiempo Medio de Paradas
- LPC Costo Perdido de Producción / hora
- N Factor de Valor Actual.

Siendo:

$$N = [(1 + r)^n - 1] / [r \times (1 + r)^n]$$

Donde, r es la tasa de interés y n el número de años considerados.

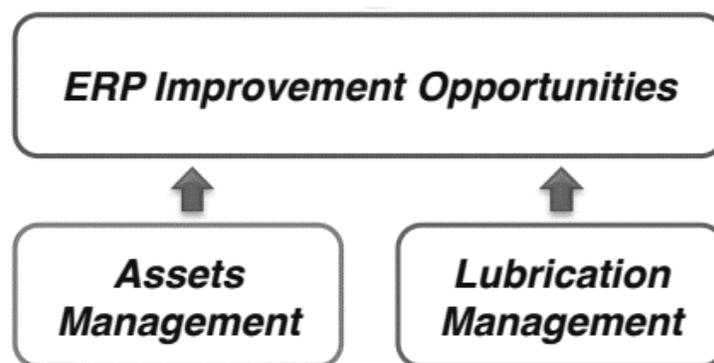
5. Adopción de tecnologías de diagnóstico y mejoras continuas del mantenimiento para el molino Dicorp

5.1. Análisis de necesidades del cliente

A continuación, se muestra el diseño de la propuesta para el desarrollo del análisis de necesidades del cliente (CNA) en las áreas de lubricación, gestión de activos y SAP-PM. Basado en estudio que realiza la empresa SKF para ayudar a identificar las oportunidades de mejora, las cuales impactaran en mejores resultados, así mismo como la sugerencia de la estrategia de implantación de programa para la mejora de estos.

El alcance de la propuesta, considera la aplicación de un análisis de necesidades el cliente en tres áreas claves:

Figura 26 Alcance del análisis de necesidades del cliente



Nota: Tomado de Dicorp, 2016.

5.1.1. Gestión de Activos (Assets Management).

La propuesta realizada desarrolla un modelo de gestión de trabajo llamado SKF AEO (Assets Efficiency Optimization, por sus siglas en inglés), enfocado en maximizar la eficiencia en las actividades de mantenimiento y gestión para alcanzar los objetivos de negocios de las instalaciones. El proceso de trabajo AEO incluye cuatro (4) aspectos claves:

- Estrategia de Mantenimiento
- Identificación del Trabajo
- Control del Trabajo
- Ejecución del Trabajo

En cada uno de estos aspectos se evalúan factores claves para alcanzar el éxito organizacional, como Procesos, Cultura y Tecnología.

A continuación, se muestra el modelo de gestión de trabajo SKF AEO:

Figura 27 Modelo de optimización de eficiencia de activos



Nota: Tomado de Dicorp, 2016

SKF ha desarrollado una herramienta de diagnóstico llamada Análisis de Necesidades del Cliente (CNA), y ha tomado como base a la estructura mostrada anteriormente. Esta herramienta fue diseñada para identificar oportunidades de mejora permitiendo que el Cliente pueda establecer una estrategia adecuada para mejorar la gestión de mantenimiento, la confiabilidad y la gestión de sus activos (Dicorp, 2016).

El análisis SKF de las necesidades del cliente se tiene lineamiento con las facetas del proceso de Optimización de Eficiencia de Activos (AEO) para la gestión del trabajo. Lo cual permite que una planta pueda

producir la misma cantidad minimizando costos, o producir más con el mismo costo (Dicorp, 2016).

El proceso AEO ayuda a la aplicación de conocimientos, mejorar las prácticas y la tecnología para lograr los mayores beneficios posibles de la inversión (Dicorp, 2016).

El análisis de las necesidades del cliente que se realiza contiene un informe exhaustivo que incluirá:

- Un resumen de los detalles de configuración iniciales depuesta en marcha.
- Un gráfico que ilustra una evaluación detallada de cada cuestión en comparación con las fases de madurez.
- Una matriz con un resumen de la madurez que muestra una evaluación a nivel general de las cuatro facetas principales del proceso AEO en comparación con las fases de madurez.

Figura 28 Resumen de la matriz de madurez

Faceta principal/ Madurez	Ausente	Modo Reactivo	Estable	Promoción	Innovación	No aplicable	No comprendido	Totales
Estrategia de mantenimiento	3,96	5,31	3,51	4,91	6,77	0,38	0,16	25,0
Identificación del trabajo	5,60	3,74	2,44	3,39	8,41	1,30	0,12	25,0
Control del trabajo	4,33	2,87	4,41	5,78	6,69	0,83	0,09	25,0
Ejecución del trabajo	5,02	6,79	3,46	3,61	5,35	0,71	0,06	25,0
Subtotales	18,91	18,71	13,82	17,69	27,22	3,22	0,43	100,0

Nota: Tomado de Dicorp, 2016

5.1.2. Gestión de Lubricación (Lubrication Management).

Este es el primer paso para alcanzar la lubricación en un estado de calidad excelente, el análisis de gestión de lubricación, se debe establecer los siguientes interrogantes (Dicorp, 2016):

- ¿Cuál es el nivel actual de la estrategia actual de lubricación?
- ¿Cuáles son las fortalezas y oportunidades de mejora de la Organización en lo que a lubricación se refiere?
- ¿Cuál es la manera más efectiva de alinear las estrategias de lubricación de la Planta a las “Mejores Prácticas” o referencias “Clase Mundial”?

Las respuestas y resultados de este análisis nos generan las actividades que se requieren en la instalación dada para garantizar que el lubricante sea suministrado de manera correcta en cuanto a cantidad, tipo, Ubicación, tiempo, técnica, y así evitar los malos actores (Dicorp, 2016):

- Problemas de paradas no programadas.
- Problemas de disponibilidad de partes y repuestos.

- Problemas de no disponibilidad de H-H para actividades de Mantenimiento.
- Exceso de horas de sobretiempo.
- Alto consumo de energía.
- Los cuales con consecuencias directas de factores como:
 - Contaminación de Lubricantes.
 - Degradación Química de Lubricantes.
 - Selección Inadecuada de Lubricantes.
 - Falta de conocimiento sobre las actividades de lubricación.

5.1.3. Presentación de resultados de los Análisis de la Gestión de Activos y Lubricación.

Los resultados obtenidos después de la detección de oportunidades de mejora sobre la gestión de mantenimiento son (Dicorp, 2016):

El estatus actual de la gestión de Mantenimiento y Lubricación para el segmento Alimentos, será comparado con el promedio de la referencia “Mejores Prácticas” de los segmentos de Alimentos de compañías a nivel mundial (Dicorp, 2016).

Figura 29 Gráfico de Desviación de la Gestión de Mantenimiento

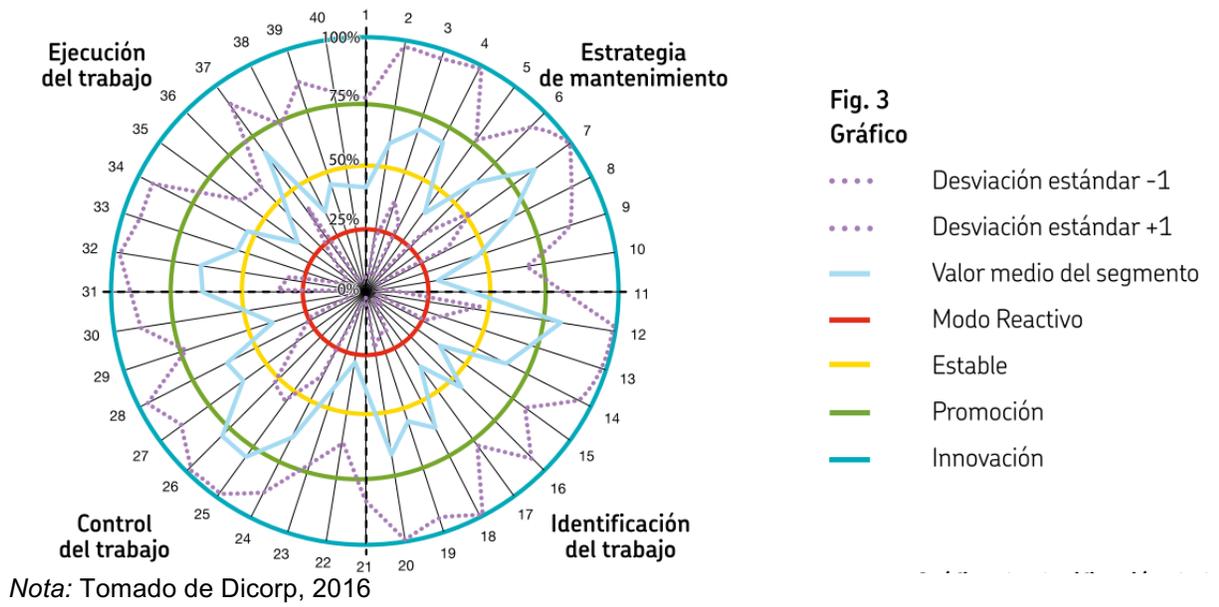
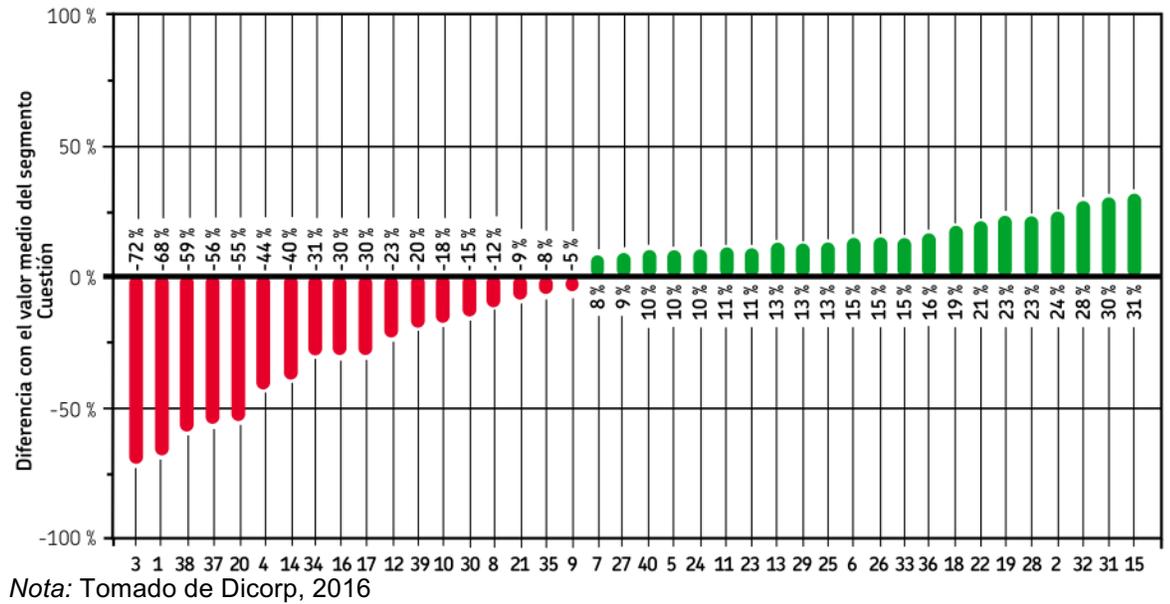


Figura 30 Diferencia con el valor medio del segmento



Basado en las fortalezas y oportunidades de mejoras mostradas en la figura anterior, SKF recomienda estrategias dirigidas a la mejora del departamento de Mantenimiento a incrementar la eficiencia de sus Activos.

Todas las actividades serán ejecutadas de acuerdo al siguiente programa (Dicorp, 2016):

Día 1: (Solicitamos que el personal de Espinal estén presentes en la apertura)

- Presentación del el Equipo de SKF y alcance del estudio. Aplicación del instrumento de Medición (Entrevista).
- Evaluación visual en campo (visita de campo).
- Consolidación de información y reunión de validación.
- Preparación de la presentación de Resultados del CNA.

Día 2: (Se realizaría independiente en cada planta)

- ·Revisión de la estructura de mantenimiento (roles, funciones, estrategias actuales).
- ·Revisión de los procesos claves de Mantenimiento (Planificación& Programación, Almacén de Repuestos).
- ·Revisión de las estrategias implementadas en el Sistema de Administración de Mantenimiento (SAP-PM)
- ·Revisión de documentación técnicos (PI&Ds, DTIs).
- ·Consolidación de información y reunión de validación.
- ·Preparación de la presentación de Resultados del CNA .

Día 3: (Se realizaría independiente en cada planta)

- Presentación Final de Resultados del CNA

Recursos requeridos del Cliente.

Para la aplicación de la herramienta de medición (Primera Entrevista):

- Supervisores de Mantenimiento.
- Planificadores y Programadores de Mantenimiento.
- Ingenieros/Coordinadores de Mantenimiento.
- Lubricadores.

Para la revisión de los procesos de mantenimiento (Entrevistas Adicionales):

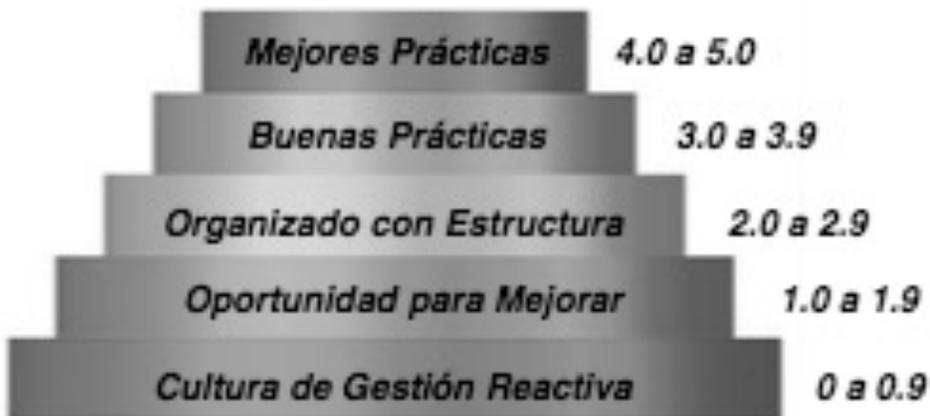
- Planificadores y Programadores de Mantenimiento.
- Ingenieros/Coordinadores de Mantenimiento.
- Técnicos (Eléctricos, Mecánicos & Instrumentación).
- Lubricadores.

5.1.4. ERP Improvement Opportunities Analysis

Es una evaluación exhaustiva para determinar el nivel de aprovechamiento que tiene la función de Mantenimiento en el uso y manejo del Sistema de Gestión SAP-PM, para identificar fortalezas y debilidades, así como establecer acciones que garanticen un mejor aprovechamiento de dicho sistema (Dicorp, 2016).

La evaluación permitirá establecer el nivel de aprovechamiento y utilización de la herramienta en la gestión de mantenimiento basado en la pared o pirámide de la excelencia (Dicorp, 2016).

Figura 31 Nivel de Excelencia en Mantenimiento - SAP PM



Nota: Tomado de Dicorp, 2016.

El alcance técnico de esta evaluación cubre los siguientes aspectos:

Generales:

- Madurez en la utilización de SAP-PM.
- Integración con otras funciones de la Organización.
- Emisión de reportes.
- Administración de licencias.

Específicos:

- Evaluación del módulo de administración de objetos técnicos.
- Evaluación del proceso de tratamiento de avisos de avería.
- Evaluación del proceso de tratamiento de órdenes de trabajo.
- Evaluación del proceso de elaboración de hojas de rutas.
- Evaluación del proceso de configuración y programación de planes.
- Revisión de los indicadores de gestión.
- Revisión del BOM (Partes y Repuestos).
- Revisión de las estrategias de mantenimiento.
- Revisión del sistema de clasificación (catálogos de fallas, síntomas y causas).
- Revisión de los puestos de trabajo (Responsables y Ejecutores).
- Manejo de contratación externas.

Figura 32 Prácticas Desafortunadas en el Módulo de Objetos Técnicos

ID	Objeto	Componente	Cantidad	Unidad
10059332	HEADBOX LIP TILTING-MT3202	BREAKER 3 AMPERIOS EMCF	1	C/U
		CONTACTOR 505B0D	2	C/U
		TERMICO 1A201C32	1	C/U
		TRANSFORMADOR DE CONTROL 440V 110V	1	C/U
		FUSIBLE ATQ 3/4 3/4 AMPERIO	3	C/U
		FUSIBLE CCMR3 600V	3	C/U
10059333	HEADBOX LIP OPENING-MT3203	BREAKER 7 AMPERIOS EMCF	1	C/U
		CONTACTOR 505B0D	2	C/U
		TERMICO 1A1EEBAE	1	C/U
		TRANSFORMADOR DE CONTROL 440V 110V	1	C/U
		FUSIBLE ATQ 3/4 3/4 AMPERIO	3	C/U
		FUSIBLE CCMR3 600V	3	C/U
10059337	CH BARRIER STRIPPER OSCI SHOWER -MT3311	BREAKER 3 AMPERIOS EMCF	1	C/U
		CONTACTOR 505B0D	2	C/U
		TERMICO 1A20BB85	1	C/U
		FUSIBLE ATQ 3/4 3/4 AMPERIO	3	C/U
		FUSIBLE CCMR3 600V	3	C/U
10059338	FELT STRETCHER/ TENSION-MT3314			
10059339	CHEM. BARRIER STRIP OSCILSHOWER -MT3316	BREAKER 3 AMPERIOS EMCF	1	C/U
		CONTACTOR 505B0D	1	C/U
		TERMICO 1-5 AMPERIOS	1	C/U
		FUSIBLE ATQ 3/4 3/4 AMPERIO	3	C/U
		FUSIBLE CCMR3 600V	3	C/U

Nota: Tomado de Dicorp, 2016.

Metodología de trabajo

La ejecución de esta actividad consta de 3 fases (Dicorp, 2016):

Fase 1 – Aplicación del Instrumento de Medición:

El cual comprende la aplicación de un cuestionario de 50 preguntas cuyas respuestas tienen una ponderación que posicionará a la Organización en un determinado nivel con respecto a alores obtenidos de las mejores prácticas aplicadas en organizaciones consideradas “Clase Mundial”.

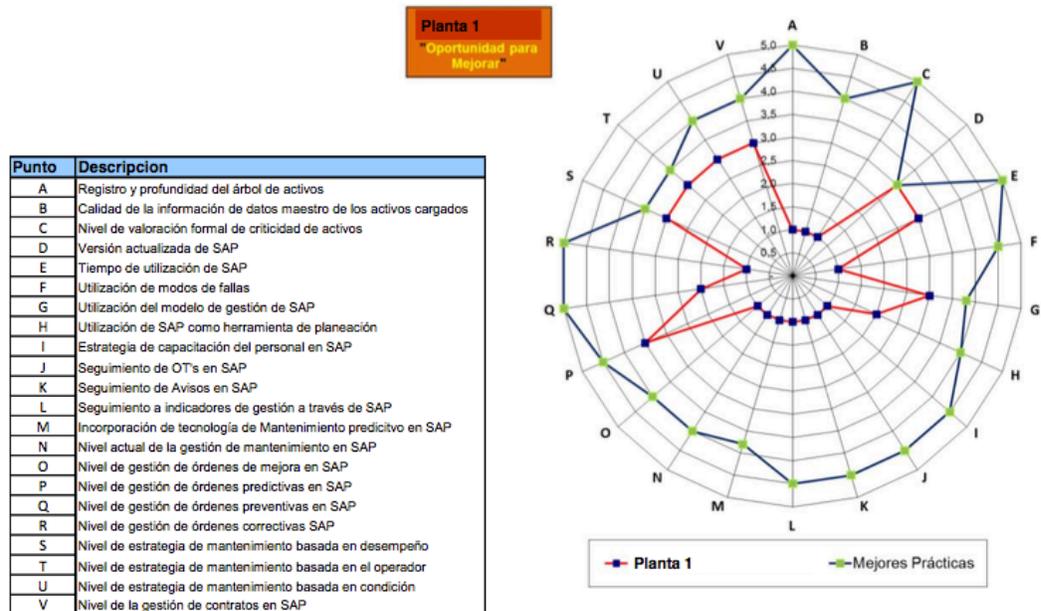
Fase 2 – Revisión de la Información Contendida en SAP-PM:

Consiste en la revisión y generación de extractos de información representativos, que permitan generar indicadores que evidencien las fortalezas y oportunidades de mejoras que existen en él, los registros del Sistema de Gestión de Mantenimiento SAP-PM.

Fase 3 – Emisión de Informe de Recomendaciones:

Consta de la entrega de un informe de resultados, con las indicaciones y recomendaciones a considerar para elevar el nivel de desempeño y utilización de SAP-PM, como herramienta de soporte a la gestión de mantenimiento de la Organización.

Figura 33 Nivel Comparativo para Gestión de SAP PM



Nota: Tomado de Dicorp, 2016.

Personal requerido para la ejecución del diagnóstico

Para lograr una exitosa ejecución de esta actividad, se requiere contar con los siguientes roles (Dicorp, 2016):

- Personal de Planeación y Programación de Mantenimiento.
- Líderes de Mantenimiento (Supervisores, Coordinadores, Jefes, Ingenieros).
- Personal Responsable por la Carga de Contratos de Servicios de Mantenimiento en SAP-PM.
- Personal del Manejo de Partes y Repuestos.
- Personal de IT que haya participado en la implementación de SAP-PM.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización del presente proyecto investigativo se observó el alto nivel productivo que debe tener el Molino de Arroz Diana – Espinal por lo que sus equipos deben mantenerse a la altura de dicho nivel, evitar en lo posible una parada de producción, que además de costos adicionales, trae consigo la pérdida del nivel de producción. Por lo cual se deben priorizar el plan de mantenimiento para prevenir posibles daños en los equipos de producción.

Se evidencia la necesidad de enfocar el mantenimiento de equipos de la empresa hacia la prevención; actualmente el tipo de mantenimiento que más resalta en el molino Dicorp es de tipo correctivo, el presente proyecto sugiere establecer más planeación para un mantenimiento preventivo lo que ayudara al cuidado de los equipos y la eficiencia y eficacia de la producción.

Si se considera la aplicación de RCM en el molino se pronostica notables mejoras en la comprensión del funcionamiento de los equipos y sus fallas, de esta manera se podrán evitar y/o solucionar de manera más adecuada. Sera necesario la elaboración de planes que enmarquen actividades confiables.

Se presentan en la empresa falencias en la capacitación del personal involucrado con mantenimiento, con el fin de solucionar esta falla se ha propuesto un plan de capacitación en el presente trabajo, basados en la innovación de los equipos de la empresa.

Como resultado de la recolección de información y el análisis de criticidad se estableció que los equipos de transporte (bandas, elevadores y sinfines), la báscula de peso, las clasificadoras electrónicas, los compresores y los transformadores son los más críticos, esto implica una mayor atención y replantear los procedimientos de mantenimiento existentes con el fin de tener una mejor respuesta ante una falla imprevista.

El molino Dicorp – Espinal cuenta con un sistema de software SAP, del cual se concluyó que la ejecución de este en los diferentes procesos de la empresa es viable, ya que se ajusta perfectamente a sus necesidades, presentándose como una herramienta eficiente para solucionar los inconvenientes actuales de la organización en las áreas específicas de la gestión del mantenimiento. Sin embargo, se desconoce por parte del personal las diferentes aplicaciones al mantenimiento y sus modos de uso, se infiere que si se conocieran y se aplicaran estos diversos modos de uso se tendrían innovaciones y ventajas en la gestión del mantenimiento gracias a los indicadores que ofrece el software lo que permite y facilita dicha gestión.

Se analizó que la zona de trilla es donde se requiere de mayor porcentaje de mantenimiento, por lo que se recomienda que se enfoquen los planes piloto a esta. Es evidente que el porcentaje de mantenimiento correctivo es mayor al porcentaje de mantenimiento preventivo, como se mencionó con anterioridad, por lo que es necesario reestablecer estos porcentajes con el fin de disminuir costos, paradas de producción, y posibles daños en la vida útil de los equipos.

El presente proyecto se desarrolló con el fin de reestructurar y establecer bases consolidadas en la gestión del mantenimiento, haciendo un claro énfasis en la innovación, productividad de la agroindustria colombiana específicamente la industria de molinería y acabados en granos y cereales, con énfasis en el arroz, con el fin de ofertar una propuesta adecuada y contextualizada, pese a las ventajas se ha considerado proponer la gestión al personal que evalúe e investigue alternativas de mantenimiento, facilitando y optimizando costos y producción.

Las ventajas y beneficios que se pueden llegar a obtener de la aplicación de la propuesta del presente modelo de gestión no son solo en términos económicos, estos pueden estar reflejados del mismo modo en la estructura organizativa, incentivando al personal al desarrollo integral, creando en él hábitos adecuados en sus labores dando como resultado buenas prácticas laborales y cuidados a los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, P. (2006). La lubricación centrada en la confiabilidad: *Seminario*. Medellín, Colombia: Ingenieros de lubricación Ltda.
- Castillo, A. (Ed.). (2007). Molinería de arroz. Tomo II. Bogotá, Colombia: Estudios y diseños Agroindustriales Ltda. [Ediagro].
- Crespo, A. (2014). Gestión del mantenimiento. Ceani. Recuperado de <file:///C:/Users/User/Downloads/gestion%20del%20mtto.pdf>.
- Diana Corporación S.A.S [Dicorp]. (2016). Nuestra Empresa. Recuperado de: <http://www.dianacorporacion.com/>.
- García, O. (2005). Confiabilidad para la excelencia empresarial. *Herramientas estratégicas de confiabilidad operacional*. Conferencia llevada a cabo en el VII Congreso Internacional de Mantenimiento ACIEM, Bogotá, Colombia.
- García, S. (2003). Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MiniAgricultura]. (2013). El arroz: producción en Colombia. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/ins_omos_factores_de_produccion_junio_2013.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MiniAgricultura]. Observatorio Agrocadenas Colombia. (2005). La cadena del arroz en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica. Recuperado de ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/.cuentasbajadas29092009/faca/docs/Noe/Noe/ARROZ/caracterizacion_arroz.pdf

Moreno de Ángel, P. (1995). Caminos reales de Colombia. Fondo de Fomento a la Educación Media [FEN]. Bogotá, Colombia.

Orrego, A. (2012). El análisis de ciclo de vida (acv) en el desarrollo sostenible: propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos. *Biblioteca Digital*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas. Bogotá, Colombia. p. 106. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8875/1/905079.2012.pdf>

Sativa, O. (2003). Manual técnico para el cultivo del arroz. Secretaría de Agricultura y Ganadería [SAG]. Comayagua, Honduras. Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>

Universidad Industrial de Santander [UIS]. (2014). Especialización en gerencia de mantenimiento. *Módulo TPM*. Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Bogotá D.C., Colombia.

Villamil, J. (2012). *Manual Integral SAP. Mantenimiento planificado*. Walldorf, Alemania: Carolina Corporación. Recuperado de: file:///C:/Users/User/Downloads/ManualSAP_UsuarioFinal_MP.pdf

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., Crespo, A. (2013, Abril).

Proposal of a maintenance management model and its main support

tolos.

Scielo.

Recuperado

de:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

33052013000100011#fig01

ANEXOS

ANEXO A. ENCUESTAS REALIZADAS.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B. ENTREVISTAS REALIZADAS	145
ANEXO C. LISTAS DE VERIFICACIÓN REALIZADAS.....	161
ANEXO D. CODIFICACIÓN EQUIPOS MOLINO DICORP	176
ANEXO E. DIAGRAMAS DE FLUJO	190
ANEXO F. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	206
ANEXO G. FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS.....	211
ANEXO H. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.....	222
ANEXO I. ANÁLISIS CAUSA RAÍZ.....	225
ANEXO J. RCM.....	225

ANEXO A. ENCUESTAS REALIZADAS

ENCUESTA												
FACTOR DE MANTENIMIENTO: ORGANIZACIÓN		OPCIONES										RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SE HACE		SE MIDE		SE CONTROLA		SE MEJORA		INDICES GESTION		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Describa los costos directos de mantenimiento que se registran en la planta. Que incidencia tienen en los costos de fabricación?	X		X		X		X		X		Actualmente los costos de mantenimiento que se miden en la producción de arroz blanco se realizan por áreas, e incluyen: energía, mano de obra y mantenimientos correctivos y preventivos.
2	Describa la programación del mantenimiento correctivo y preventivo en la planta. Quienes participan en la definición de programas?	X		X		X		X		X		Mantenimiento correctivo: Generación de aviso de avería <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de avisos de avería y asignación de recursos • Solicitud de repuestos • Liberación orden de mantenimiento • Asignación de ordenes de mantenimiento • Ejecución orden de mantenimiento Mantenimiento Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> • Nuevo equipo • Elaboración de un plan de mantenimiento por equipo • Ingreso y/o modificación hoja de ruta de equipos • Ingreso de presupuesto y definición de costos • Definición de actividades mensuales • Aprobación trabajos a realizar en el mes • Programación fechas para realización de mantenimientos • Activación planes de mantenimiento por equipo • Verificación existencia de materiales por

											<ul style="list-style-type: none"> orden • Liberar órdenes de mantenimiento • Asignación ordenes de mantenimiento • Ejecución ordenes de mantenimiento • Cierre técnico ordenes de mantenimiento <p>En la participación de la definición del mantenimiento participan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director de planta • Jefe de mantenimiento • Coordinador de producción • Supervisor de mantenimiento • Analista • Supervisor mecánicos
3	Describe los resultados obtenidos de paradas no planeadas de equipos productivos en la planta. Que acciones se toman para disminuirlas?	X		X		X		X		X	Las paradas no planeadas producen pérdidas en la producción y no permite que se cumpla la meta mensual. Se toman medidas preventivas para solucionar el problema.
4	Describe acciones de mejoramiento en mantenimiento que se aplican en la planta. Quienes se involucran y quienes son responsables?	X		X		X		X		X	Las acciones de mejoramiento son ejecutadas por el departamento de proyectos y consisten en acciones que disminuyan los costos y las intervenciones y mejoren la productividad.
5	Describe acciones o programas de capacitación que se ejecutan en la planta. Quienes participan y como se evalúan?	X		X		X		X		X	Se realizan capacitaciones de seguridad industrial ejecutadas por el departamento de gestión humana. En mantenimiento se realizan capacitaciones de manejo de maquinaria por parte de proveedores.
6	Describe el organigrama de la empresa y la ubicación del mantenimiento en éste. Quienes intervienen y en que nivel, en el mantenimiento?	X		X		X		X		X	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerencia de operaciones de arroz 2. Gerencia de plantas de arroz 3. Dirección planta 4. Jefe de mantenimiento 5. Supervisor mantenimiento 6. Supervisor mecánicos 7. Mecánicos – Electricistas

FACTOR DE MANTENIMIENTO:		OPCIONES									
PLANEACION-PROGRAMACION											8. Auxiliares
7	Describe los informes y reportes del mantenimiento que se presentan en la planta. Quienes son los responsables y quien los evalúa?		X		X		X		X	X	Los informes o reportes del mantenimiento que se presentan en la planta actualmente, describen las actividades realizadas con referencia a la producción. Son realizados por el supervisor y el jefe de mantenimiento y son evaluados por la dirección.
8	Describe quienes participan en el mantenimiento directamente en la planta. Que relaciones se manejan entre las areas involucradas?	X		X		X		X		X	El personal que participa directamente en el mantenimiento, es todo el personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos, auxiliares) con la colaboración del personal de producción. Por cada área de la planta existe un supervisor que trabaja en equipo con el área de mantenimiento.
9	Describe como se jerarquizan los equipos productivos en la planta. Quienes participan en la jerarquización y como aportan al resultado final?		X		X		X		X	X	La jerarquización de los equipos se determina en cuanto a su función, son equipos críticos los que su parada producen grandes paradas en la planta (transformadores, compresores, planta eléctrica).
10	Describe como se definen las estrategias del mantenimiento en la Planta. Quienes participan y quien las evalúa?	X		X		X		X		X	

		SE HACE		SE MIDE		SE CONTROLA		SE MEJORA		INDICES GESTION		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Describa como se clasifican las ordenes de trabajo de mantenimiento. Quienes participan en la definición. Que tipos existen?	X		X		X			X	X		
2	Describa como se ejecutan las programaciones diarias del mantenimiento. Quienes participan en su programación. Quien las evalúa?	X			X		X		X		X	
3	Describa que tipos de herramientas de control de programación y proyectos en mantenimiento se usan. Quienes revisan su ejecución?	X			X		X		X		X	
4	Describa como se evalúan los costos y los tiempos en mantenimiento correctivo y preventivo. Quienes se involucran y responden?	X		X		X		X		X		
5	Describa como se revisan los resultados de las programaciones y como se efectuan ajustes. Quienes se involucran y responden?	X		X		X		X		X		
6	Describa que actividades de mantenimiento autónomo al equipo se programan con los operadores. Quienes participan y como lo hacen?	X			X		X		X		X	

7	Describe que nivel tecnológico se emplea en los equipos del proceso productivo. Se adecuan equipos o se hacen mejoras continuas en tecnología?	X		X			X	X		X		
8	Describe como se hacen puestas a punto de procesos productivos y de equipos claves. Se planean adecuadamente estas actividades. Quien responde?	X		X		X		X		X		
9	Describe si se programan paradas de planta especiales para reparaciones o adecuaciones claves. Como se programan, monitorean y evaluan?	X		X		X		X		X		
10	Describe como se codifican los equipos del proceso productivo. Quienes se involucran y que niveles de responsabilidad se asignan?.	X		X			X	X			X	La jerarquización de los equipos se realiza a través de cada área del proceso, presentan un código que tiene información al área que pertenecen y el tipo de equipo.

ANEXO B. ENTREVISTAS REALIZADAS

ENTREVISTA								
FACTOR DE MANTENIMIENTO: SISTEMA - INFORMACION		OPCIONES						
		CALIFICACION			UTILIDAD			RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		BAJO	MEDIO	ALTO	POCO	NORMAL	MAXIMA	
1	Existe un software para la planeación y programación de las actividades del mantenimiento? Cual sistema se usa?			X			X	Si existe software, llamado SAP
2	El sistema dispone de módulos sobre información de equipos, repuestos y personal de mantenimiento? Cuales módulos se utilizan?			X			X	Si se dispone de módulos, dentro de la base de datos SAP.
3	El sistema dispone de módulos de registro de ordenes de trabajo y de programación de tareas preventivas? Se utiliza para la programación del			X	X			Si existen modulos, poco utilizados para la programación de mantenimiento.

	mtto.?							
4	El sistema dispone de registro de costos, seguimiento a presupuestos e índices de gestión del mantenimiento? Se utiliza para la planeación del mtto.? Como?			X		X		Si se dispone de registros de costos, y se utiliza para la programación del mantenimiento, con base a los registros y al presupuesto disponible para programar.
5	Se entregan reportes informes de los resultados de las actividades programadas y de las conclusiones del trabajo de mantenimiento? Se usan en planeación?		X		X			Si se entregan los reportes de los resultados de las actividades programadas de mantenimiento, pero no se sacan conclusiones al respecto ni se usan en planeación.
6	Se registra la duración de los trabajos programados en las ordenes de trabajo del mantenimiento? Se utiliza para la programación del mtto.? Como?	X			X			No se registra.
7	Se planean tiempos y movimientos en la programación de	X			X			No se planean, por lo tanto tampoco se utilizan para la programación del mantenimiento.

	las actividades del mantenimiento? Se utiliza para la programación del mto.? Como?							
8	Se registran mediciones relacionadas con la productividad de los trabajadores del mantenimiento? Se utiliza para la programación del mto.? Como?	X			X			No se registran, por lo tanto tampoco se utilizan para la programación del mantenimiento.
9	Se registran tiempos muertos o paradas no planeadas o desperdicios por falta de programación adecuada en el mantenimiento? Se usan en programación?	X			X			No se registran, por lo tanto tampoco se utilizan para la programación del mantenimiento.
10	Se dispone de software específico de producción y es compatible con el software de mantenimiento o son comunes? Cual			X			X	Si se dispone de software, ya mencionado, SAP, siendo este efectivo.

software se usa? Es efectivo?							
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

ENTREVISTA								
FACTOR DE MANTENIMIENTO: ALMACEN - REPUESTOS		OPCIONES						
		CALIFICACION			UTILIDAD			RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		BAJO	MEDIO	ALTO	POCO	NORMAL	MAXIMA	
1	Se definen repuestos, materiales y herramientas necesarias para el mantenimiento, existen en el almacen? Se utilizan para programar preventivos?			X		X		Si existen en almacén, para realizar mantenimientos correctivos. Para ciertos equipos hay respuestos para programar preventivos.
2	Se determinan proveedores de mantenimiento confiables y efectivos, sus costos de contratación o compra son	X			X			No se determinan.

	estandar? Se evalúan y auditan?							
3	Se definen presupuestos para repuestos y materiales necesarios del mantenimiento acordes con los programas preventivos? Se utilizan para planeación?		X				X	Si se dispone de un presupuesto para el mantenimiento.
4	Se realiza un comité de compras de mantenimiento que facilite la labor de aprovisionamiento y cumpla estándares técnicos? Se usa en planeación y programación?	X				X		No existse un comité de compras de mantenimiento, sin embargo existe el departamento de compras general.
5	Se llevan registros actualizados de los costos de materiales y repuestos-insumos para el mantenimiento preventivo y correctivo? Se usa		X				X	Si se llevan registros relacionados con los costos de materiales y repuestos, pero no se usan en la planeación

	en planeación del mto.?							
6	Se definen áreas adecuadas para el trabajo y las labores de inspección o verificación del funcionamiento de equipos productivos? Que valores en m2?		X			X		Si estan definidas las áreas adecuadas para el trabajo y las labores de inspección o verificación del funcionamiento de equipos productivos.
7	Se respetan las áreas asignadas para el mantenimiento y éstas son seguras y suficientes? Como se puede mejorar?		X			X		Si se respetan las áreas asignadas para el mantenimiento, sugiriendo un mayor acercamiento de estas al área laboral.
8	Se dispone de equipos y herramientas adecuadas para un buen programa de mantenimiento preventivo y correctivo? Como se puede mejorar?		X			X		Si se dispone de herramientas para el mto correctivo y preventivo, se puede mejorar incorporando más herramientas al mto correctivo.
9	Se dispone de adecuados talleres y laboratorios necesarios para un buen diagnóstico	X				X		No se dispone de talleres y laboratorios para el diagnóstico del mantenimiento de equipos productivos.

	del mantenimiento de equipos productivos? Como se pueden mejorar?							
10	Se dispone de equipos de transporte o desplazamiento de partes y componentes especiales de sistemas de equipos productivos? Como se puede mejorar?	X			X			No se dispone de estos equipos de transporte de partes ó componentes de sistemas de equipos productivos.

ENTREVISTA

FACTOR DE MANTENIMIENTO: ORGANIZACIÓN		OPCIONES						RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
		CALIFICACION			UTILIDAD			
No.		BAJO	MEDIO	ALTO	POCO	NORMAL	MAXIMA	
1	Es adecuada la cantidad de personal que participa en el mantenimiento de los equipos productivos? Cuántas personas son?			X			X	Si es adecuada, la cantidad de personal que participa en el mantenimiento de los equipos productivos, conformados por un supervisor de los mecánicos, doce mecánicos y tres eléctricos.
2	Son suficientes los perfiles y competencias del personal que participa en el mantenimiento de los equipos? Cuántos perfiles?	X			X			No se tienen perfiles establecidos para el personal.
3	Se evidencia trabajo en equipo entre el personal de producción y el personal de mantenimiento de la empresa? Como		X			X		Si existe buen trabajo en equipo entre el personal de producción y el de mantenimiento, y se efectúa por medio de la comunicación verbal y/o escrita.

	se efectúa?							
4	Se relacionan adecuadamente las áreas de la empresa para las actividades programadas del mantenimiento? Como lo hacen?		X			X		Si estan relacionadas adecuadamente las áreas de la empresa para las actividades programadas de mantenimiento, y se hace bajo el cronograma de mantenimiento ya establecido por la empresa.
5	Existe suficiente motivación para el personal que participa en las actividades del mantenimiento? Que motivación se emplea?	X			X			
6	Se percibe un buen ambiente entre los encargados del mantenimiento y los operarios de los equipos productivos? Como se hace?		X			X		Si existe un buen ambiente entre los encargados de mantenimiento y los operarios de los equipos demostrado o percibido con el trabajo en equipo, el respeto y la buena comunicación entre ellos.
7	Se organizan comités de trabajo para la planeación y programación de las actividades del mantenimiento? Que tipos de	X			X			

	comités?							
8	Se revisan los resultados y compromisos adquiridos por los participantes en las actividades del mantenimiento? Que se obtiene?		X			X		Los resultados y compromisos son revisados constantemente, ya que cuentan con un supervisor de trabajo.
9	Se realizan reconocimientos de resultados para las personas que participan en el mantenimiento? Que tipos de reconocimientos?	X			X			Se les reconoce el buen trabajo y el compromiso adquirido con la empresa.
10	Se revisan los avances y resultados de los objetivos estrategicos de producción y mantenimiento con todo el personal? De que forma?	X			X			

ENTREVISTA

FACTOR DE MANTENIMIENTO: PRESUPUESTO		OPCIONES						RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
		CALIFICACION			UTILIDAD			
No.		BAJO	MEDIO	ALTO	POCO	NORMAL	MAXIMA	
1	Se dispone de un adecuado presupuesto para el mantenimiento de equipos productivos? De que valor en pesos/mes?		X			X		El 20% del presupuesto total de la planta
2	Se dispone de un adecuado presupuesto para el mantenimiento preventivo? De que valor en pesos/mes?		X			X		Este presupuesto está incluido dentro del 20% del presupuesto de mantenimineto
3	Se dispone de un adecuado presupuesto para contrataciones externas para el mantenimiento preventivo? De que		X			X		Este presupuesto está incluido dentro del 20% del presupuesto de mantenimineto

	valor en pesos/mes?							
4	Se dispone de un presupuesto para reparaciones generales y puestas a punto de equipos productivos? De que valor en pesos/mes?		X			X		Este presupuesto está incluido dentro del 20% del presupuesto de mantenimineto
5	Se dispone de un presupuesto para mejoras tecnológicas en equipos productivos? De que valor en pesos/mes?	X			X			
6	Se dispone de un presupuesto para repuestos y materiales para el mantenimiento preventivo de equipos productivos?		X			X		Este presupuesto está incluido dentro del 20% del presupuesto de mantenimineto
7	Se dispone de un presupuesto para	X			X			

	personal especializado en el mantenimiento preventivo? De que valor en pesos/mes?							
8	Se dispone de un adecuado presupuesto para que el personal de producción participe en actividades del mantenimiento? De que valor/mes?	X			X			
9	Se dispone de un adecuado presupuesto para la seguridad del equipo productivo? De que valoren pesos/mes?		X			X		Este presupuesto está incluido dentro del 20% del presupuesto de mantenimineto
10	Se dispone de un adecuado presupuesto para asegurar calidad en proceso por el equipo productivo? De que valor en pesos/mes?		X				X	

ENTREVISTA

FACTOR DE MANTENIMIENTO: PLANEACIÓN		OPCIONES						RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
		CALIFICACION			UTILIDAD			
No.		BAJO	MEDIO	ALTO	POCO	NORMAL	MAXIMA	
1	Existen planes y estrategias efectivas en el mantenimiento de equipos del proceso productivo? Cuales son y como se miden?	X			X			No existen planes o estrategias efectivas en el mantenimiento de equipos productivo.
2	Son divulgadas las estrategias o planes definidos para el mantenimiento preventivo de equipos del proceso productivo?Se monitorean?		X			X		Si son divulgadas estas estrategias para el mantenimiento preventivo por medio del cronograma y la hoja del dia a dia de las acciones realizadas a los equipos, no se monitorean.
3	Se analizan resultados de los planes y programas establecidos para el mantenimiento de equipos productivos? Se comparten y	X			X			No se analizan los resultados de los planes y programas establecidos para el mantenimiento.

	ajustan?						
4	Los programas establecidos para el mantenimiento, respetan los programas de producción y compromisos con los clientes? Se mide su cumplimiento?		X			X	Si son respetados estos programas tanto el de mantenimiento como el de producción, pero no se mide su cumplimiento actualmente.
5	Se presentan conflictos internos por los horarios establecidos para las actividades del mantenimiento? Cuales son? Como se solucionan?		X			X	No se presenta ningún tipo de conflictos.
6	Se establecen programas de ordenes de trabajo de mantenimiento que involucran al personal de producción en sus actividades? Cuales son?		X			X	No se establecen este tipo de programas en donde se involucre al personal de producción en actividades de mantenimiento, ya que estas ordenes de trabajo las realizan directamente los mecánicos.
7	Se definen procedimientos de mantenimiento		X			X	Si se define este tipo de procedimientos de mantenimiento autónomo, y son la limpieza

	autónomo por parte de los operadores de los equipos de producción? Cuales son?							diaria de sus equipos y de su área de trabajo.
8	Se promueve la participación de los operadores de los equipos en la identificación de las fallas o problemas de funcionamiento correcto? Cómo?		X			X		Si se promueve, a través de la hoja de día a día en donde se registra información de anomalías, fallas o problemas de funcionamiento presentadas en los equipos.
9	Se realizan órdenes de trabajo sistematizadas para la mejor utilización de recursos del mantenimiento? Como se controlan y evalúan?	X			X			No se realizan las ordenes de trabajo sistematizadas, todo esta en fisico (papel).
10	Se promueven reuniones conjuntas de las áreas para la programación de actividades del mantenimiento de equipos?Que areas y como se hacen?		X			X		Si se promueven, las áreas que participan son: trilla, secamiento y empaquetado, en donde se realiza una reunión en los días finales de cada mes, con la participación de los coordinadores de cada área, mecánicos, eléctricos y jefe de planta.

ANEXO C. LISTAS DE VERIFICACIÓN REALIZADAS

LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO: TAMAÑO		OPCIONES				
		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	
1	Se registran y controlan las unidades producidas en la Planta? Cuales son los valores mensuales?	X		X		Mensualmente se producen 12.500.000 Kilos.
2	Se promueve y mejora la variedad de productos en la Planta? Cómo se efectúa ésta acción?	X		X		se efectúa mediante el área de ingeniería de proyectos.
3	Se registran , controlan y mejoran los tipos de procesos productivos en la Planta? Cómo se realiza esta acción?	X		X		Por medio del área de ingeniería de proyectos.
4	Se registran, codifican y controlan el número de equipos productivos y su tecnología? Cómo se realiza esta acción?	X			X	Existe codificación antigua y sin coherencia.
5	Se registra y estudia la necesidad de área disponible		X		X	

	para producción y mantenimiento en la planta? Cuales son los valores en m2?					
6	Se utiliza la sistematización y automatización de equipos e información del proceso productivo y del mantenimiento? Cómo se hace?		X		X	
7	Se registra y estudia la necesidad de equipos del diagnóstico del mantenimiento necesarios? Cuales equipos y cuanto valen?		X		X	
8	Se analiza y estudia la capacidad de almacenamiento de la planta y su necesidad de mantenimiento? Cuales actividades preventivas?		X		X	
9	Se analiza y estudia la capacidad de recibo y/o despacho de la planta y su necesidad de mantenimiento?Cuales actividades preventivas?	X		X		Se analiza y estudia la capacidad de recibo y despacho de la planta, pero no su necesidad de mantenimiento.
10	.Se analiza y estudia la necesidad de vias de acceso para la logistica de la Planta? Como afecta al	X			X	

	mantenimiento ?				
--	-----------------	--	--	--	--

LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO: IMPORTANCIA		OPCIONES				RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		
		SI	NO	SI	NO	
1	Está definido claramente el organigrama de mantenimiento? Cual su importancia dentro de la organización?	X		X		Existe el organigrama, el cual ayuda a definir las responsabilidades por cargos.
2	Se definen y divulgan estrategias y objetivos estratégicos del mantenimiento en la empresa? Cuales están definidos?	X		X		Estas estrategias son definidad en el cap. 4 del trabajo.
3	Se analizan los niveles de relación entre producción y mantenimiento para la planeación del mantenimiento? Cuales son?	X		X		
4	Se exigen perfiles del personal de mantenimiento y se respetan en la contratación? Cuales están definidos?	X		X		se exigen perfiles para el personal de mantenimiento como minimo que sean técnicos, tecólogos y profesionales.
	Se estandarizan los niveles de participación de	X		X		

5	las áreas en la realización del presupuesto del mantenimiento? Cuales son?					
6	Se revisan en reunión gerencial los resultados y las propuestas de mejoramiento para el mantenimiento de la empresa? Como se miden?	X		X		Se revisan los resultados de mejoramiento de la empresa, los cuales son medidos con indicadores.
7	Se promueven planeaciones y programaciones de mantenimiento preventivo y predictivo para equipos productivos? Cuales son?	X		X		
8	Se asignan responsabilidades específicas para los jefes de área con relación al mantenimiento de equipos del proceso productivo? Cuales?	X		X		
9	Se definen necesidades de espacios y equipos para la ejecución del mantenimiento de equipos productivos? Que valores en m2?	X			X	
	Se definen necesidades de compras y procedimientos	X		X		

10	técnicos relacionados con repuestos y materiales del mantenimiento? Cuales?					
LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO: COSTOS		OPCIONES				
		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	
1	Se Cuenta con registros de costos del mantenimiento? Se calculan los costos del mantenimiento? Cuales son directos o indirectos?	X		X		Se cuenta con un valor del 20% aproximadamente con respecto a todos los gastos de la planta
2	Se calculan costos de mantenimiento con relación a las unidades producidas? Que valores en porcentajes? Pesos/toneladas?	X		X		
3	Se calculan costos de mantenimiento con relación al personal laboral? Que valores en porcentajes? Que valores ? Pesos/trabajador?	X		X		
4	Se calculan costos de mantenimiento con relación al mantenimiento subcontratado? Que valores en porcentajes?	X		X		

	Que valores? Trabajador/pesos?					
5	Se calculan costos de mantenimiento con relación al valor hora de mantenimiento? Que valores en porcentajes?	X		X		
6	Se calculan costos de mantenimiento con relación al valor de supervisión de mantenimiento? Que valores en porcentajes?	X		X		
7	Se calculan costos de mantenimiento con relación al valor del mantenimiento preventivo? Que valores en porcentajes?		X		X	
8	Se calculan costos de mantenimiento con relación al valor del inventario en mantenimiento? Que valores en porcentajes?	X		X		
9	Se calculan costos de mantenimiento con relación a los materiales y repuestos del mantenimiento? Que valores en porcentajes?	X		X		
	Se calculan costos de	X		X		

10	mantenimiento con relación al costo total del valor de los equipos productivos? Que valores en pesos?				
-----------	---	--	--	--	--

LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO:		OPCIONES				
CAPACITACION		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	
1	Se calculan inversiones en capacitación por trabajador de mantenimiento? Que valores en pesos?		X		X	
2	Se registran índices de capacitación interna en mantenimiento (%) ? Que valores en porcentajes? Que valores en horas?		X		X	
3	Se registran índices de capacitación externa en mantenimiento (%) ? Que valores en porcentajes? Que valores en horas?		X		X	
4	Se exigen competencias y habilidades para el personal del mantenimiento? Cuales competencias operativas y administrativas?		X		X	
5	Se ejecutan programas de capacitación en mantenimiento para personal administrativo y		X		X	

	personal operativo? Cuantas horas-semana?				
6	Se ejecutan capacitaciones relacionadas con identificación de fallas y diagnóstico del mantenimiento? Cuantas horas-semana?		X		X
7	Se ejecutan capacitaciones relacionadas con seguridad y salud en las actividades del mantenimiento? Cuantas horas-semana?		X		X
8	Se ejecutan capacitaciones en conocimientos básicos fundamentales de equipos del proceso productivo? Cuantas horas-semana?		X		X
9	Se ejecutan capacitaciones en operación y características técnicas especializadas de equipos del proceso productivo? Cuantas horas-mes?		X		X
10	Se ejecutan capacitaciones relacionadas con la ejecución adecuada de las ordenes de trabajo del mantenimiento? Cuantas horas-mes?		X		X

LISTA DE VERIFICACIÓN

VARIABLE DE MANTENIMIENTO: INFORMACION		OPCIONES				
		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	
1	Se utilizan sistemas de información para la gestión del mantenimiento? Que software se aplica? Existe relación con el de producción?	X		X		Software: SAP
2	Se definen las interfaces de sistematización de la información de la producción y de la información del mantenimiento? Cuales?		X		X	
3	Se utilizan interfaces de comunicación del mantenimiento entre proveedores, clientes y la empresa? Cuales? Como funcionan?		X		X	
4	Se definen y registran inventarios de repuestos y materiales del mantenimiento? Se calculan indicadores de materiales o inventarios?Cuales?	X			X	
5	Se utiliza la información del sistema de mantenimiento para la planeación y los pronósticos del mantenimiento?	X		X		

6	Se utiliza la información del sistema de mantenimiento para la programación de capacitación en mantenimiento? Que programas hay?		X		X	
7	Se utiliza la información del sistema como apoyo tecnológico para la programación de las actividades de mantenimiento?Que información?	X		X		
8	Se utiliza la información del sistema de mantenimiento para la gestión oportuna de indicadores del mantenimiento?Que se mide? Como?	X		X		
9	Se estudian perfiles y competencias del personal de mantenimiento en el sistema de mantenimiento para la programación? Cuales son?		X		X	

--

LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO: CALIDAD		OPCIONES				
		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
No.		SI	NO	SI	NO	
1	Se calculan indicadores de nivel de calidad por el mantenimiento, rechazos, devoluciones, retrabajos? Que valores se obtienen? Se analizan?	X			X	
2	Se registran impactos de los equipos del proceso productivo en los resultados de calidad del proceso y producto? Se calculan indicadores?	X			X	
3	Se registran precisiones de medición de calidad en los equipos del proceso productivo? Se calculan indicadores? Cuales son?	X		X		Basculas de peso
4	Se definen necesidades de nivel tecnológico de equipos del proceso productivo para cumplir los estándares de calidad? Cuales son?	X		X		Por ejemplo las máquinas de clasificación por color requieren cierta precisión para la calidad del producto final
5	Se registran variaciones en parámetros o fluctuaciones que afectan la calidad de los procesos o productos por el mantenimiento? Cuales son?		X		X	
	Se definen procedimientos		X		X	

6	técnicos de conocimiento de la operación de los equipos y sus límites en el proceso productivo? Cuales son?					
7	Se determinan necesidades de capacitación en calidad y niveles de aceptación asi como incidencia del mantenimiento? Cuales son?		X		X	
8	Se exige involucramiento permanente del personal de mantenimiento en los resultados de la calidad por el mantenimiento? Que estándares?		X		X	

LISTA DE VERIFICACIÓN						
VARIABLE DE MANTENIMIENTO: TIEMPOS		OPCIONES				
		IMPORTANTE		EVIDENCIAS		RESULTADOS Y/O TENDENCIAS
		SI	NO	SI	NO	
No.						
1	Se registran tiempos en mantenimiento correctivo? Se calculan indicadores del correctivo? Cuales son?	X		X		Por medio de los avisos de avería se registran los tiempos de las actividades
2	Se registran tiempos en mantenimiento preventivo? Se calculan indicadores del preventivo? Cuales son?		X		X	
3	Se registran tiempos en reparaciones generales de poner a cero horas? Se calculan indicadores de reparaciones generales? Cuales son?		X		X	
4	Se registran tiempos en predictivos o con base en condiciones? Se calculan indicadores del mantenimiento predictivo? Cuales son?	X			X	
5	Se registran tiempos en mejoramiento de equipos productivos? Se calculan indicadores del mejoramiento en mtto.?		X		X	

	Cuales son?					
6	Se registran tiempos en contratos externos o sub-contratistas? Se calculan indicadores de sub-contrataciones en mantenimiento?	X		X		Se realizan contratos donse se establence los tiempos de la ejecución
7	Se registran tiempos en horas extras de mantenimiento? Se calculan indicadores de horas extras en mtto.? Costos extras en mtto?	X		X		Base de datos
8	Se calculan indicadores de productividad en mtto.? Cuales son? Quienes los evaluan?		X		X	
9	Se calculan indicadores de utilización del personal en el mantenimiento? Cuales son? Cuales son ? Quienes los evaluan?		X		X	
10	Se calculan indicadores de productividad del personal del mantenimiento? Cuales son? Quienes los evaluan?		X		X	
11	Se calculan indicadores de programaciones del mantenimiento? Cuales son? Quienes los evaluan?		X		X	
	Se calculan indicadores de		X		X	

12	ordenes de trabajo del mantenimiento? Cuales? Quienes los evaluan?					
----	--	--	--	--	--	--

ANEXO D. COODIFICACIÓN EQUIPOS MOLINO DICORP

PLANTA DE RECIBO 1					
Nombre	Equipo	Código	Nombre	Equipo	Código
Banda 1	Banda	RE-1/TB-01	Pre limpiadora 2 c-24	C-24	RE-1/LP-02
Banda 10	Banda	RE-1/TB-010	Scalper 1	Scalper	RE-1/SC-01
Banda 11	Banda	RE-1/TB-011	Scalper 2	Scalper	RE-1/SC-02
Banda 2	Banda	RE-1/TB-02	Scalper 3	Scalper	RE-1/SC-03
Banda 3	Banda	RE-1/TB-03	Scalper 4	Scalper	RE-1/SC-04
Banda 4	Banda	RE-1/TB-04	Silo 4	Silo	RE-1/SA-04
Banda 5	Banda	RE-1/TB-05	Silo 5	Silo	RE-1/SA-05
Banda 6	Banda	RE-1/TB-06	Silo 6	Silo	RE-1/SA-06
Banda 7	Banda	RE-1/TB-07	Sinfín 1	sinfín	RE-1/TS-01
Banda 8	Banda	RE-1/TB-08	Sinfín 2	Sinfín	RE-1/TS-02
Banda 9	Banda	RE-1/TB-09	Sinfín 3	Sinfín	RE-1/TS-03
Ciclón 1	Ciclón	RE-1/CI-01	Sinfín 4	Sinfín	RE-1/TS-04
Ciclón 2	Ciclón	RE-1/CI-02	Sinfín 5	sinfín	RE-1/TS-05
Ciclón 3	Ciclón	RE-1/CI-03	Tolva 1	Tolva	RE-1/TV-01
Ciclón 4	Ciclón	RE-1/CI-04	Tolva 2	Tolva	RE-1/TV-02
Elevador 1	Elevador	RE-1/EL-01	Tolva 3	Tolva	RE-1/TV-03
Elevador 2	Elevador	RE-1/EL-02	Tolva 4	Tolva	RE-1/TV-04
Elevador 3	Elevador	RE-1/EL-03	Tolva 5	Tolva	RE-1/TV-05
Elevador 4	Elevador	RE-1/EL-04	Tolva vanos 6	Tolva	RE-1/TV-06
Elevador 5	Elevador	RE-1/EL-05	Turbina 1	Turbina	RE-1/TU-01
Elevador 6	Elevador	RE-1/EL-06	Turbina 2	Turbina	RE-1/TU-02
Elevador 7	Elevador	RE-1/EL-07	Turbina 3	Turbina	RE-1/TU-03
Elevador 8	Elevador	RE-1/EL-08	Turbina 4	Turbina	RE-1/TU-04
Esclusa 1	Esclusa	RE-1/ES-01	Turbina 5	Turbina	RE-1/TU-05
Esclusa 2	Esclusa	RE-1/ES-02	Turbina 6	Turbina	RE-1/TU-06
Esclusa 3	Esclusa	RE-1/ES-03	Turbina 7	Turbina	RE-1/TU-07

Esclusa 4	Esclusa	RE-1/ES-04	Turbina 8	Turbina	RE-1/TU-08
Pre limpiadora 1 c-24	C-24	RE-1/LP-01			

PLANTA DE RECIBO 2					
Nombre	Equipo	Código	Nombre	Equipo	Código
Banda 1	Banda	RE-2/TB-01	Scalper 3	Scalper	RE-2/SC-03
Banda 2	Banda	RE-2/TB-02	Scalper 4	Scalper	RE-2/SC-04
Banda 3	Banda	RE-2/TB-03	Silo 1	Silo	RE-2/SA-01
Ciclón 1	Ciclón	RE-2/CI-01	Silo 2	Silo	RE-2/SA-02
Ciclón 2	Ciclón	RE-2/CI-02	Sinfín 1	Sinfín	RE-2/TS-01
Elevador 1	Elevador	RE-2/EL-01	Sinfín 2	Sinfín	RE-2/TS-02
Elevador 2	Elevador	RE-2/EL-02	Sinfín 3	Sinfín	RE-2/TS-03
Elevador 3	Elevador	RE-2/EL-03	Sinfín 4	Sinfín	RE-2/TS-04
Elevador 4	Elevador	RE-2/EL-04	Sinfín 5	Sinfín	RE-2/TS-05
Elevador 5	Elevador	RE-2/EL-05	Sinfín 6	Sinfín	RE-2/TS-06
Elevador 6	Elevador	RE-2/EL-06	sinfín 7	Sinfín	RE-2/TS-07
Elevador 7	Elevador	RE-2/EL-07	Sinfín 8	Sinfín	RE-2/TS-08
Elevador 8	Elevador	RE-2/EL-08	Tolva 1	Tolva	RE-2/TV-01
Elevador 9	Elevador	RE-2/EL-09	Tolva 2	Tolva	RE-2/TV-02
Esclusa 1	Esclusa	RE-2/ES-01	Tolva 3 Vano	Tolva	RE-2/TV-03
Esclusa 2	Esclusa	RE-2/ES-02	Turbina 1	Turbina	RE-2/TU-01
Pre limpiadora 1 c-24	c-24	RE-2/LP-01	Turbina 2	Turbina	RE-2/TU-02
Pre limpiadora 2 c-24	c-24	RE-2/LP-02	Turbina 3	Turbina	RE-2/TU-03
Scalper 1	Scalper	RE-2/SC-01	Turbina 4	Turbina	RE-2/TU-04
Scalper 2	Scalper	RE-2/SC-02			

SECAMIENTO 1

Nombre	Equipo	Consecutivo		Código	Nombre	Equipo	Consecutivo		Código
Banda 1	Banda	0	1	SE-1/TB-01	Sinfín 4	Sinfín	0	4	SE-1/TS-04
Banda 2	Banda	0	2	SE-1/TB-02	Sinfín 5	Sinfín	0	5	SE-1/TS-05
Banda 3	Banda	0	3	SE-1/TB-03	Horno Ciclónico	HORNOC	0	1	SE-1/HC-01
Banda 4	Banda	0	4	SE-1/TB-04	Horno Mampostería	HORNOM	0	1	SE-1/HM-01
Banda 5	Banda	0	5	SE-1/TB-05	Tolva Cascarilla	Tolva	0	1	SE-1TV-01
Banda 6	Banda	0	6	SE-1/TB-06	Tolva Ceniza	Tolva	0	2	SE-1/TV-02
Banda 7	Banda	0	7	SE-1/TB-07	Turbina 1	Turbina	0	1	SE-1/TU-01
Banda 8	Banda	0	8	SE-1/TB-08	Turbina 2	Turbina	0	2	SE-1/TU-02
Banda 9	Banda	0	9	SE-1/TB-09	Turbina 3	Turbina	0	3	SE-1/TU-03
Banda 10	Banda	1	0	SE-1/TB-10	Turbina 4	Turbina	0	4	SE-1/TU-04
Banda 11	Banda	1	1	SE-1/TB-11	Turbina 5	Turbina	0	5	SE-1/TU-05
Banda 12	Banda	1	2	SE-1/TB-12	Turbina 6	Turbina	0	6	SE-1/TU-06
Banda 13	Banda	1	3	SE-1/TB-13	Turbina 7	Turbina	0	6	SE-1/TU-07
Banda 14	Banda	1	4	SE-1/TB-14	Turbina 8	Turbina	0	6	SE-1/TU-08
Banda 15	Banda	1	5	SE-1/TB-15	Batería 10	Batería	0	1	SE-1/BT-01
Elevador 1	Elevador	0	1	SE-1/EL-01	Batería 20	Batería	0	2	SE-1/BT-02
Elevador 2	Elevador	0	2	SE-1/EL-02	Batería 30	Batería	0	3	SE-1/BT-03
Elevador 3	Elevador	0	3	SE-1/EL-03	Batería 40	Batería	0	4	SE-1/BT-04
Sinfín 1	Sinfín	0	1	SE-1/TS-01	Batería 50	Batería	0	5	SE-1/BT-05
Sinfín 2	Sinfín	0	2	SE-1/TS-02	Batería 60	Batería	0	6	SE-1/BT-06
Sinfín 3	Sinfín	0	3	SE-1/TS-03					

SECAMIENTO 2

Nombre	Equipo	Consecutivo	Código	Nombre	Equipo	Consecutivo	Código
Banda 1	Banda	0	1 SE-2/TB-01	Horno Ciclónico	HORNOC	0	1 SE-2/HC-01
Banda 2	Banda	0	2 SE-2/TB-02	Horno Mampostería	HORNOM	0	1 SE-2/HM-01
Banda 3	Banda	0	3 SE-2/TB-03	Tolva Cascarilla 1	Tolva	0	1 SE-2/TV-01
Banda 4	Banda	0	4 SE-2/TB-04	Tolva Cascarilla 2	Tolva	0	2 SE-2/TV-02
Banda 5	Banda	0	5 SE-2/TB-05	Tolva Ceniza	Tolva	0	3 SE-2/TV-03
Banda 6	Banda	0	6 SE-2/TB-06	Turbina 1	Turbina	0	1 SE-2/TU-01
Banda 7	Banda	0	7 SE-2/TB-07	Turbina 2	Turbina	0	2 SE-2/TU-02
Banda 8	Banda	0	8 SE-2/TB-08	Turbina 3	Turbina	0	3 SE-2/TU-03
Banda 9	Banda	0	9 SE-2/TB-09	Turbina 4	Turbina	0	4 SE-2/TU-04
Banda 10	Banda	1	0 SE-2/TB-10	Turbina 5	Turbina	0	5 SE-2/TU-05
Banda 11	Banda	1	1 SE-2/TB-11	Turbina 6	Turbina	0	6 SE-2/TU-06
Banda 12	Banda	1	2 SE-2/TB-12	Turbina 7	Turbina	0	6 SE-2/TU-07
Elevador 1	Elevador	0	1 SE-2/EL-01	Batería 110	Batería	0	1 SE-2/BT-01
Elevador 2	Elevador	0	2 SE-2/EL-02	Batería 120	Batería	0	2 SE-2/BT-02
Elevador 3	Elevador	0	3 SE-2/EL-03	Batería 130	Batería	0	3 SE-2/BT-03
Sinfín 1	Sinfin	0	1 SE-2/TS-01	Batería 140	Batería	0	4 SE-2/BT-04
Sinfín 2	Sinfin	0	2 SE-2/TS-02	Batería 150	Batería	0	5 SE-2/BT-05
Sinfín 3	Sinfin	0	3 SE-2/TS-03	Batería 160	Batería	0	6 SE-2/BT-06
Sinfín 4	Sinfin	0	4 SE-2/TS-04				

ALMACENAMIENTO

Nombre	Equipo	Consecutivo	Código	Nombre	Equipo	Consecutivo	Código
Banda 1	Banda	0	1 AL-0/TB-01	Elevador 6	Elevador	0	6 AL-0/EL-06
Banda 2	Banda	0	2 AL-0/TB-02	Elevador 7	Elevador	0	7 AL-0/EL-07
Banda 3	Banda	0	3 AL-0/TB-03	Elevador 8	Elevador	0	8 AL-0/EL-08
Banda 4	Banda	0	4 AL-0/TB-04	Sinfín 1	Sinfín	0	1 AL-0/TS-01
Banda 5	Banda	0	5 AL-0/TB-05	Sinfín 2	Sinfín	0	2 AL-0/TS-02
Banda 6	Banda	0	6 AL-0/TB-06	Sinfín 3	Sinfín	0	3 AL-0/TS-03
Banda 7	Banda	0	7 AL-0/TB-07	Silo Pulmón	Silo	0	0 AL-0/SA-00
Banda 8	Banda	0	8 AL-0/TB-08	Silo 7	Silo	0	7 AL-0/SA-07
Banda 9	Banda	0	9 AL-0/TB-09	Silo 8	Silo	0	8 AL-0/SA-08
Banda 10	Banda	1	0 AL-0/TB-10	Silo 9	Silo	0	9 AL-0/SA-09
Banda 11	Banda	1	1 AL-0/TB-11	Silo 10	Silo	1	0 AL-0/SA-10
Banda 12	Banda	1	2 AL-0/TB-12	Silo 11	Silo	1	1 AL-0/SA-11
Banda 13	Banda	1	3 AL-0/TB-13	Filtro Polvo 1	Filtro	0	1 AL-0/FT-01
Banda 14	Banda	1	4 AL-0/TB-14	Filtro Polvo 2	Filtro	0	2 AL-0/FT-02
Banda 15	Banda	1	5 AL-0/TB-15	Sinfín Barredora 7	Barredora	0	7 AL-0/SB-07
Banda 16	Banda	1	6 AL-0/TB-16	Sinfín Barredora 8	Barredora	0	8 AL-0/SB-08
Banda 17	Banda	1	7 AL-0/TB-17	Sinfín Barredora 9	Barredora	0	9 AL-0/SB-09
Elevador 1	Elevador	0	1 AL-0/EL-01	Sinfín Barredora 10	Barredora	1	0 AL-0/SB-10
Elevador 2	Elevador	0	2 AL-0/EL-02	Sinfín Barredora 11	Barredora	1	1 AL-0/SB-11
Elevador 3	Elevador	0	3 AL-0/EL-03	Tolva 1	Tolva	0	1 AL-0/TV-01
Elevador 4	Elevador	0	4 AL-0/EL-04	Tolva 2	Tolva	0	2 AL-0/TV-02
Elevador 5	Elevador	0	5 AL-0/EL-05	Tolva 3	Tolva	0	3 AL-0/TV-03

TRILLA						
	Nombre	Equipo	Línea	Consecutivo		Código
PRELIMPIEZA MOLINO	Banda 1	Banda	0	0	1	TR-0/TB-01
	Banda 2	Banda	0	0	2	TR-0/TB-02
	Banda 3	Banda	0	0	3	TR-0/TB-03
	Banda 4	Banda	0	0	4	TR-0/TB-04
	Elevador 1	Elevador	0	0	1	TR-0/EL-01
	Elevador 2	Elevador	0	0	2	TR-0/EL-02
	Sinfín 1	Sinfín	0	0	1	TR-0/TS-01
	Pre limpiadora 1	c-24	0	0	1	TR-0/LP-01
	Pre limpiadora 2	c-24	0	0	2	TR-0/LP-02
DESCASCARADO Y SEPARACION DE IMPUREZAS MOLINO 1	Sinfín 1	Sinfín	1	0	1	TR-1/TS-01
	Sinfín 2	Sinfín	1	0	2	TR-1/TS-02
	Sinfín 3	Sinfín	1	0	3	TR-1/TS-03
	Sinfín 4	Sinfín	1	0	4	TR-1/TS-04
	Sinfín 5	Sinfín	1	0	5	TR-1/TS-05
	Sinfín 6	Sinfín	1	0	6	TR-1/TS-06
	Elevador 1	Elevador	1	0	1	TR-1/EL-01
	Elevador 2	Elevador	1	0	2	TR-1/EL-02
	Elevador 3	Elevador	1	0	3	TR-1/EL-03
	Elevador 4	Elevador	1	0	4	TR-1/EL-04
	Elevador 5	Elevador	1	0	5	TR-1/EL-05
	Banda 1	Banda	1	0	1	TR-1/TB-01
	Descascarador 1	Descascarador	1	0	1	TR-1/DE-01
	Descascarador 2	Descascarador	1	0	2	TR-1/DE-02
	Descascarador 3	Descascarador	1	0	3	TR-1/DE-03
	Descascarador 4	Descascarador	1	0	4	TR-1/DE-04
	Descascarador 5	Descascarador	1	0	5	TR-1/DE-05
	Descascarador 6	Descascarador	1	0	6	TR-1/DE-06

	Descascarador 7	Descascarador	1	0	7	TR-1/DE-07
	Aventadora 1	Aventadora	1	0	1	TR-1/AV-01
	Aventadora 2	Aventadora	1	0	2	TR-1/AV-02
	Aventadora 3	Aventadora	1	0	3	TR-1/AV-03
	Aventadora 4	Aventadora	1	0	4	TR-1/AV-04
	Aventadora 5	Aventadora	1	0	5	TR-1/AV-05
	Mesa satake 1	Mesas	1	0	1	TR-1/MS-01
	Mesa satake 2	Mesas	1	0	2	TR-1/MS-02
	Mesa densimetrica 3	Mesad	1	0	3	TR-1/MD-03
	Mesa densimetrica 4	Mesad	1	0	4	TR-1/MD-04
	Mesa densimetrica 5	Mesad	1	0	5	TR-1/MD-05
	Carter Day 1	Carter	1	0	1	TR-1/CP-01
	Carter Day 2	Carter	1	0	2	TR-1/CP-02
DESCASCARADO Y SEPARACION DE IMPUREZAS MOLINO 2	Elevador 1	Elevador	2	0	1	TR-2/EL-01
	Elevador 2	Elevador	2	0	2	TR-2/EL-02
	Elevador 3	Elevador	2	0	3	TR-2/EL-03
	Sinfín 1	Sinfín	2	0	1	TR-2/TS-01
	Sinfín 2	Sinfín	2	0	2	TR-2/TS-02
	Sinfín 3	Sinfín	2	0	3	TR-2/TS-03
	Sinfín 4	Sinfín	2	0	4	TR-2/TS-04
	Sinfín 5	Sinfín	2	0	5	TR-2/TS-05
	Sinfín 6	Sinfín	2	0	6	TR-2/TS-06
	Sinfín 7	Sinfín	2	0	7	TR-2/TS-07
	Banda 1	Banda	2	0	1	TR-2/TB-01
	Banda 2	Banda	2	0	2	TR-2/TB-02
	Descascarador 1	Descascarador	2	0	1	TR-2/DE-01
	Descascarador 2	Descascarador	2	0	2	TR-2/DE-02
	Descascarador 3	Descascarador	2	0	3	TR-2/DE-03
	Descascarador 4	Descascarador	2	0	4	TR-2/DE-04

	Aventadora 1	Aventadora	2	0	1	TR-2/AV-01
	Aventadora 2	Aventadora	2	0	2	TR-2/AV-02
	Aventadora 3	Aventadora	2	0	3	TR-2/AV-03
	Aventadora 4	Aventadora	2	0	4	TR-2/AV-04
	Mesa densimetrica 1	Mesad	2	0	1	TR-2/MD-01
	Mesa densimetrica 2	Mesad	2	0	2	TR-2/MD-02
	Mesa densimetrica 3	Mesad	2	0	3	TR-2/MD-03
	Mesa densimetrica 4	Mesad	2	0	4	TR-2/MD-04
	Carter Day 1	Carter	2	0	1	TR-2/CP-01
	Carter Day 2	Carter	2	0	2	TR-2/CP-02
PULIMENTO MOLINO 1	Banda 11	Banda	1	1	1	TR-1/TB-11
	Banda 12	Banda	1	1	2	TR-1/TB-12
	Banda 13	Banda	1	1	3	TR-1/TB-13
	Elevador 11	Elevador	1	1	1	TR-1/EL-11
	Elevador 12	Elevador	1	1	2	TR-1/EL-12
	Elevador 13	Elevador	1	1	3	TR-1/EL-13
	Sinfín 11	Sinfín	1	1	1	TR-1/TS-11
	Sinfín 12	Sinfín	1	1	2	TR-1/TS-12
	Pulidor 1	Pulidor	1	0	1	TR-1/PU-01
	Pulidor 2	Pulidor	1	0	2	TR-1/PU-02
	Pulidor 3	Pulidor	1	0	3	TR-1/PU-03
	Polichador 1	Polichador	1	0	1	TR-1/PO-01
	Polichador 2	Polichador	1	0	2	TR-1/PO-02
	Polichador 3	Polichador	1	0	3	TR-1/PO-03
	Polichador 4	Polichador	1	0	4	TR-1/PO-04
	Polichador 5	Polichador	1	0	5	TR-1/PO-05
	Polichador 6	Polichador	1	0	6	TR-1/PO-06
	Polichador 7	Polichador	1	0	7	TR-1/PO-07
Polichador 8	Polichador	1	0	8	TR-1/PO-08	

	Polichador 9	Polichador	1	0	9	TR-1/PO-09
	Polichador 10	Polichador	1	1	0	TR-1/PO-10
PULIMENTO MOLINO 2	Elevador 11	Elevador	2	1	1	TR-2/EL-11
	Elevador 12	Elevador	2	1	2	TR-2/EL-12
	Elevador 13	Elevador	2	1	3	TR-2/EL-13
	Banda 11	Banda	2	1	1	TR-2/TB-11
	Banda 12	Banda	2	1	2	TR-2/TB-12
	Sinfín 11	Sinfín	2	1	1	TR-2/TS-11
	Sinfín 12	Sinfín	2	1	2	TR-2/TS-12
	Pulidor 1	Pulidor	2	0	1	TR-2/PU-01
	Pulidor 2	Pulidor	2	0	2	TR-2/PU-02
	Polichador 1	Polichador	2	0	1	TR-2/PO-01
	Polichador 2	Polichador	2	0	2	TR-2/PO-02
	Polichador 3	Polichador	2	0	3	TR-2/PO-03
	Polichador 4	Polichador	2	0	4	TR-2/PO-04
	Polichador 5	Polichador	2	0	5	TR-2/PO-05
	Polichador 6	Polichador	2	0	6	TR-2/PO-06
CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO MOLINO 1	Sinfín 21	Sinfín	1	2	1	TR-1/TS-21
	Sinfín 22	Sinfín	1	2	2	TR-1/TS-22
	Sinfín 23	Sinfín	1	2	3	TR-1/TS-23
	Banda 21	Banda	1	2	1	TR-1/TB-21
	Banda 22	Banda	1	2	2	TR-1/TB-22
	Banda 23	Banda	1	2	3	TR-1/TB-23
	Banda 24	Banda	1	2	4	TR-1/TB-24
	Elevador 21	Elevador	1	2	1	TR-1/EL-21
	Elevador 22	Elevador	1	2	2	TR-1/EL-22
	Elevador 23	Elevador	1	2	3	TR-1/EL-23
	Elevador 24	Elevador	1	2	4	TR-1/EL-24
	Zaranda Desh 1	Zarandad	1	0	1	TR-1/ZD-01

	Zaranda Desh 2	Zarandad	1	0	2	TR-1/ZD-02
	Zaranda Rect. 1	Zarandar	1	0	1	TR-1/ZR-01
	Zaranda Rect. 2	Zarandar	1	0	2	TR-1/ZR-02
	Trieur 1	Trieur	1	0	1	TR-1/TR-01
	Trieur 2	Trieur	1	0	2	TR-1/TR-02
	Silo Pulmón	Silo	1	0	1	TR-1/SA-01
	P-515	p-515	1	0	1	TR-1/ZP-01
CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO MOLINO 2	Sinfín 21	Sinfín	2	2	1	TR-2/TS-21
	Banda 21	Banda	2	2	1	TR-2/TB-21
	Banda 22	Banda	2	2	2	TR-2/TB-22
	Banda 23	Banda	2	2	3	TR-2/TB-23
	Elevador 21	Elevador	2	2	1	TR-2/EL-21
	Elevador 22	Elevador	2	2	2	TR-2/EL-22
	Elevador 23	Elevador	2	2	3	TR-2/EL-23
	Zaranda Desh 1	Zarandad	2	0	1	TR-2/ZD-01
	Zaranda Desh 2	Zarandad	2	0	2	TR-2/ZD-02
	Zaranda Rect. 1	Zarandar	2	0	1	TR-2/ZR-01
	Zaranda Rect. 2	Zarandar	2	0	2	TR-2/ZR-02
CLASIFICACIÓN ELECTRÓNICA ENTERO	Sinfín 31	Sinfín	1	3	1	TR-1/TS-31
	Sinfín 32	Sinfín	1	3	2	TR-1/TS-32
	Sinfín 33	Sinfín	1	3	3	TR-1/TS-33
	Sinfín 34	Sinfín	1	3	4	TR-1/TS-34
	Sinfín 35	Sinfín	1	3	5	TR-1/TS-35
	Elevador 31	Elevador	1	3	1	TR-1/EL-31
	Elevador 32	Elevador	1	3	2	TR-1/EL-32
	Elevador 33	Elevador	1	3	3	TR-1/EL-33
	Elevador 34	Elevador	1	3	4	TR-1/EL-34
	Elevador 35	Elevador	1	3	5	TR-1/EL-35
	Banda 31	Banda	1	3	1	TR-1/TB-31

	Electrónica 1	Electrónica	1	3	1	TR-1/ET-31
	Electrónica 2	Electrónica	1	3	2	TR-1/ET-32
	Electrónica 3	Electrónica	1	3	3	TR-1/ET-33
	Electrónica 4	Electrónica	1	3	4	TR-1/ET-34
	Electrónica 5	Electrónica	1	3	5	TR-1/ET-35
	Electrónica 6	Electrónica	1	3	6	TR-1/ET-36
	Tolva rechazo	Tolva	1	0	1	TR-1/TV-01
	Tolva Entero	Tolva	1	0	2	TR-1/TV-02
CLASIFICACIÓN ELECTRÓNICA 3/4	Sinfín 41	Sinfín	1	4	1	TR-1/TS-41
	Sinfín 42	Sinfín	1	4	2	TR-1/TS-42
	Sinfín 43	Sinfín	1	4	3	TR-1/TS-43
	Sinfín 44	Sinfín	1	4	4	TR-1/TS-44
	Sinfín 45	Sinfín	1	4	4	TR-1/TS-45
	Elevador 41	Elevador	1	4	1	TR-1/EL-41
	Elevador 42	Elevador	1	4	2	TR-1/EL-42
	Electrónica 1	Electrónica	1	4	1	TR-1/ET-41
	Electrónica 2	Electrónica	1	4	2	TR-1/ET-42
	Tolva 3/4	Tolva	1	0	3	TR-1/TV-03
	Silo 3/4	Silo	1	0	1	TR-1/SA-01
	Ciclón	Ciclón	1	0	1	TR-1/CI-01
	Esclusa	Esclusa	1	0	1	TR-1/ES-01
	Turbina	Turbina	1	0	1	TR-1/TB-01
PREMIUM Y FIBRA	Banda 51	Banda	1	5	1	TR-1/TB-51
	Banda 52	Banda	1	5	2	TR-1/TB-52
	Banda 53	Banda	1	5	3	TR-1/TB-53
	Banda 54	Banda	1	5	4	TR-1/TB-54
	Banda 55	Banda	1	5	5	TR-1/TB-55
	Banda 56	Banda	1	5	6	TR-1/TB-56
	Sinfín 51	Sinfín	1	5	1	TR-1/TS-51

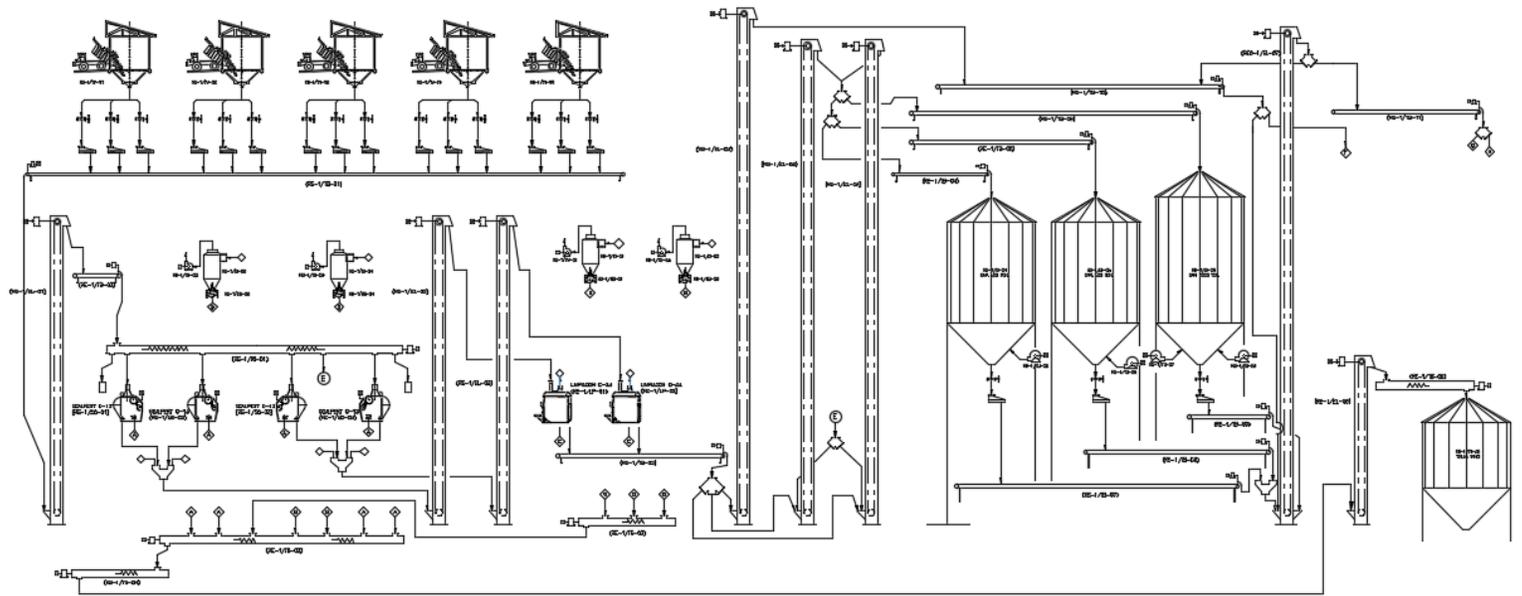
	Sinfín 52	Sinfín	1	5	2	TR-1/TS-52
	Elevador 51	Elevador	1	5	1	TR-1/EL-51
	Elevador 52	Elevador	1	5	2	TR-1/EL-52
	Elevador 53	Elevador	1	5	3	TR-1/EL-53
	Elevador 54	Elevador	1	5	4	TR-1/EL-54
	Elevador 55	Elevador	1	5	5	TR-1/EL-55
	Elevador 56	Elevador	1	5	6	TR-1/EL-56
	Polichador 51	Polichador	1	5	1	TR-1/PO-51
	Zaranda Rect. 1	Zaranda R	1	5	1	TR-1/ZR-51
	Electrónica 1	Electrónica	1	5	1	TR-1/ET-51
	Electrónica 2	Electrónica	1	5	2	TR-1/ET-52
	Electrónica 3	Electrónica	1	5	3	TR-1/ET-53
	Tolva Aceptado	Tolva	1	5	1	TR-1/TV-51
	Ciclón 1	Ciclón	1	5	1	TR-1/CI-51
	Esclusa 1	Esclusa	1	5	1	TR-1/ES-51
	Turbina 1	Turbina	1	5	1	TR-1/TB-51
	Ciclón 2	Ciclón	1	5	2	TR-1/CI-52
	Esclusa 2	Esclusa	1	5	2	TR-1/ES-52
	Turbina 2	Turbina	1	5	2	TR-1/TB-52
CRISTAL INDUSTRIAL	Sinfín 1	Sinfín	1	6	1	TR-1/TS-61
	Sinfín 2	Sinfín	1	6	2	TR-1/TS-62
	Sinfín 3	Sinfín	1	6	3	TR-1/TS-63
	Sinfín 4	Sinfín	1	6	4	TR-1/TS-64
	Sinfín 5	Sinfín	1	6	5	TR-1/TS-65
	Elevador 1	Elevador	1	6	1	TR-1/EL-61
	Elevador 2	Elevador	1	6	2	TR-1/EL-62
	Elevador 3	Elevador	1	6	3	TR-1/EL-63
	Silo	Silo	1	6	1	TR-1/SA-61
	Ensacadora	Ensacadora	1	6	1	TR-1/EN61

HARINA	Ciclón 1	Ciclón	2	7	1	TR-2/CI-71
	Esclusa 1	Esclusa	2	7	1	TR2/ES71
	Turbina 1	Turbina	2	7	1	TR2/TB71
	Ciclón 2	Ciclón	2	7	2	TR-2/CI-72
	Esclusa 2	Esclusa	2	7	2	TR2/ES72
	Turbina 2	Turbina	2	7	2	TR2/TB72
	Sinfín 1	Sinfín	2	7	1	TR-2/TS-71
	Sinfín 2	Sinfín	2	7	2	TR-2/TS-72
	Elevador 1	Elevador	2	7	1	TR-2/EL-71
	Ciclón 1	Ciclón	1	7	1	TR-1/CI-71
	Esclusa 1	Esclusa	1	7	1	TR-1/ES-71
	Turbina 1	Turbina	1	7	1	TR-1/TB-71
	Ciclón 2	Ciclón	1	7	2	TR-1/CI-72
	Esclusa 2	Esclusa	1	7	2	TR-1/ES-72
	Turbina 2	Turbina	1	7	2	TR-1/TB-72
	Sinfín 1	Sinfín	1	7	1	TR-1/TS-71
	Sinfín 2	Sinfín	1	7	2	TR-1/TS-72
	Sinfín 3	Sinfín	1	7	3	TR-1/TS-73
	Sinfín 4	Sinfín	1	7	4	TR-1/TS-74
	Sinfín 5	Sinfín	1	7	5	TR-1/TS-75
Elevador 1	Elevador	1	7	1	TR-1/EL-71	
Compactadora 1	Compactadora	1	7	1	TR-1/CH-71	
Compactadora 2	Compactadora	1	7	2	TR-1/CH-72	
CASCARILLA Y VANO	Sinfín 1	Sinfín	1	8	1	TR-1/TS-81
	Sinfín 2	Sinfín	1	8	2	TR-1/TS-82
	Sinfín 3	Sinfín	1	8	3	TR-1/TS-83
	Sinfín 4	Sinfín	1	8	4	TR-1/TS-84
	Sinfín 5	Sinfín	1	8	5	TR-1/TS-85
	Sinfín 6	Sinfín	1	8	6	TR-1/TS-86

	Elevador 1	Elevador	1	8	1	TR-1/EL-81
	Elevador 2	Elevador	1	8	2	TR-1/EL-82
	Elevador 3	Elevador	1	8	3	TR-1/EL-83
	Filtro Polvo 1	Filtro	1	8	3	TR-1/FT-81
	Filtro Polvo 2	Filtro	1	8	3	TR-1/FT-82
	Tolva Cascarilla 1	Tolva	1	8	1	TR1/TV-81
	Tolva Cascarilla 2	Tolva	1	8	2	TR-1/TV-82
	Tolva Cascarilla 3	Tolva	1	8	3	TR-1/TV-83
IMPORTADO	Elevador 1	Elevador	1	9	1	TR-1/EL-91
	Banda 1	Banda	1	9	1	TR-1/TB-91
	Banda 2	Banda	1	9	2	TR-1/TB-92

ANEXO E. DIAGRAMAS DE FLUJO

PLANTA RECIBO 1



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTÓ: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBÓ :
 LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES	
N°	FECHA
	DESCRIPCION

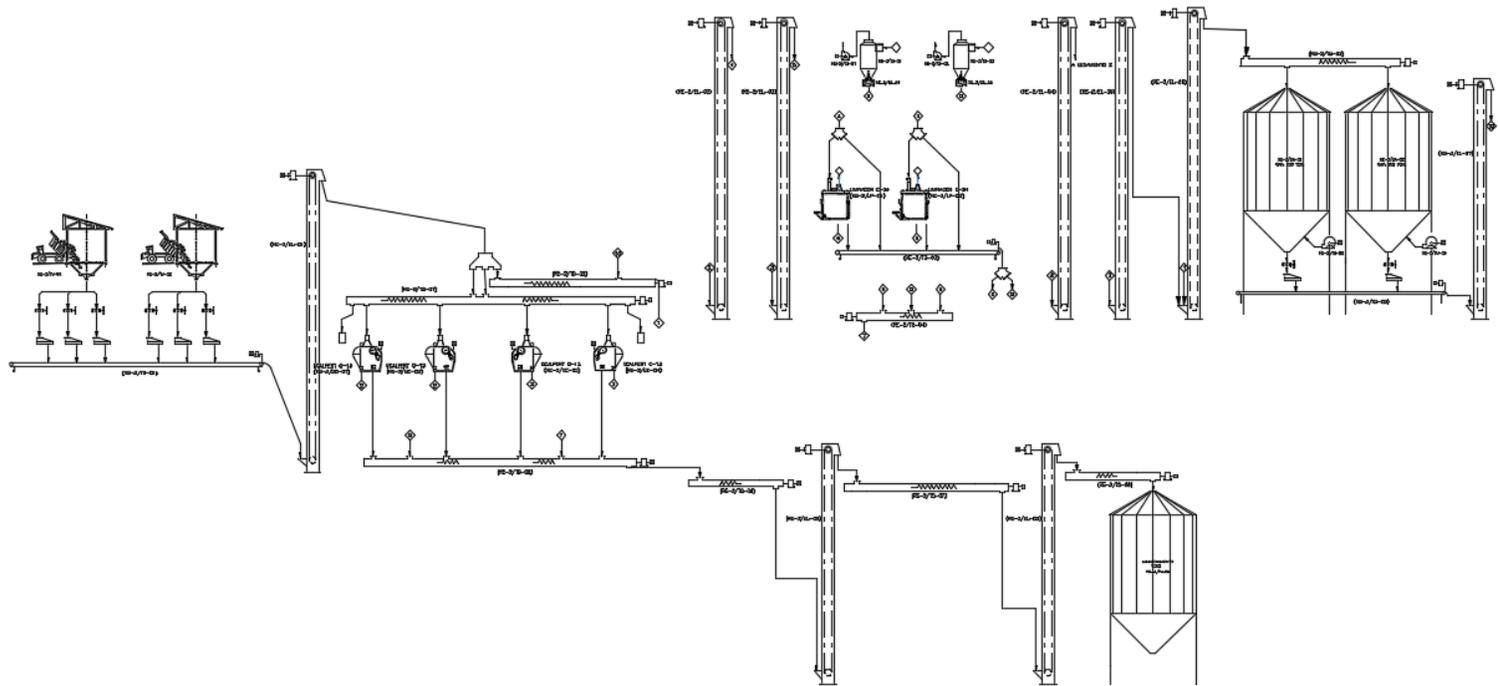
CONTIENE :
 LOCALIZACIÓN :

FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 PLANTA DE RECIBO 1

PLANO CLAVE

ESCALA: ---
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 001 DE 000

PLANTA RECIBO 2



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICO: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEREZ

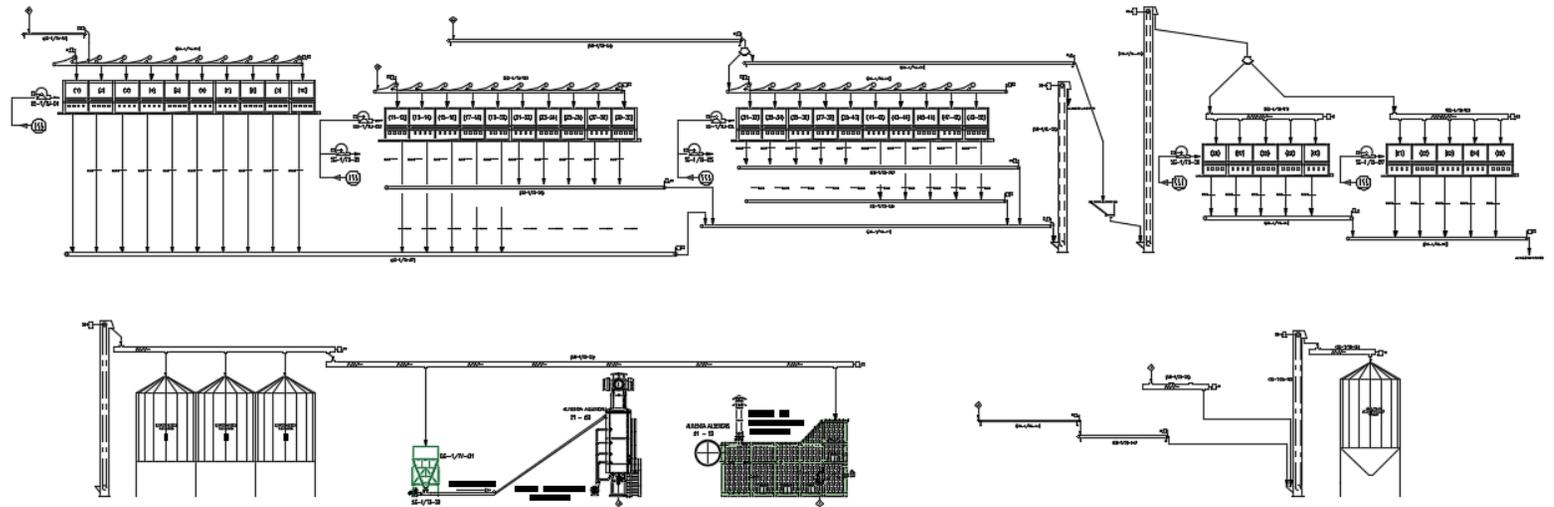
REVISIONES	
N°	FECHA DESCRIPCIÓN

CONTIENE :
 FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN :
 PLANTA DE RECIBO 2

PLANO CLAVE

ESCALA: ---
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N: T1-01
 HOJA: 003 DE 000

PLANTA SECAMIENTO 1



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES

N°	FECHA	DESCRIPCION

CONTIENE :

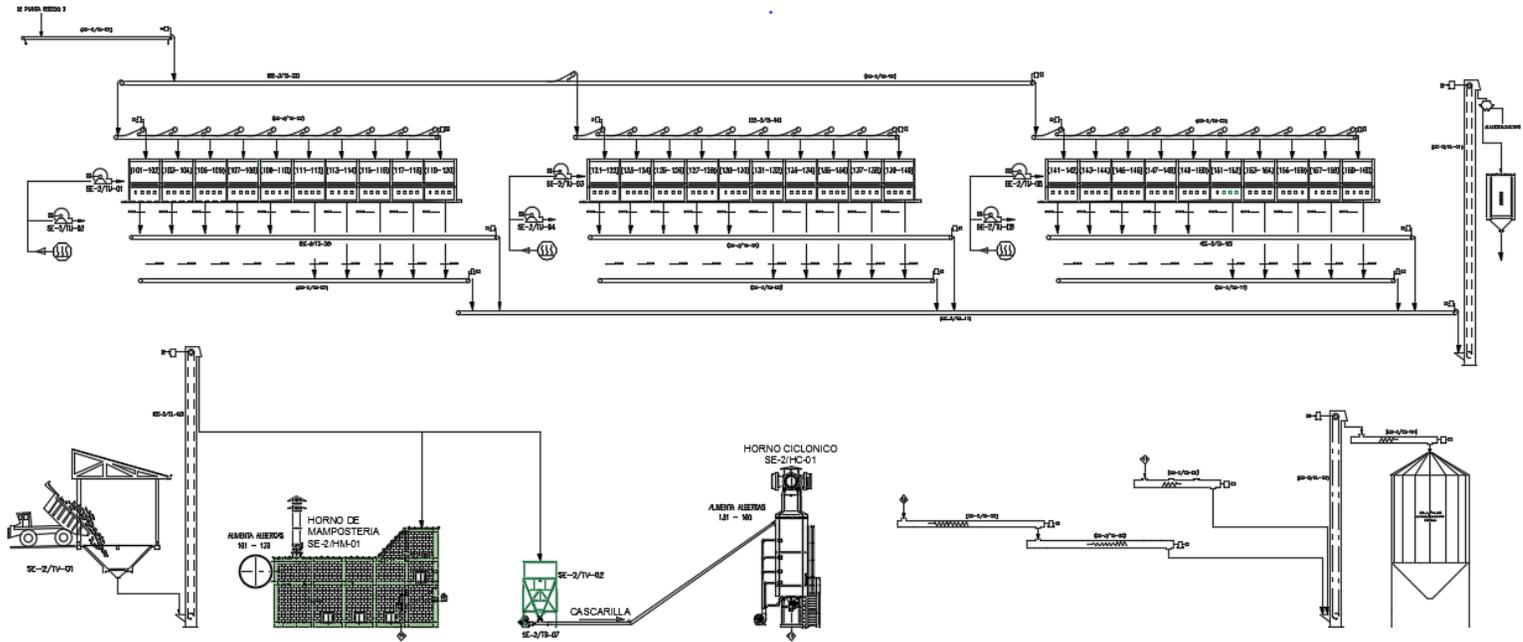
LOCALIZACIÓN :

FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 PLANTA DE SECAMIENTO 1

PLANO CLAVE

ESCALA: --
 FECHA: AGOSTO 2018
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 002 DE 000

PLANTA SECAMIENTO 2



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTÓ: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBÓ:
 LUIS GABRIEL PEREZ

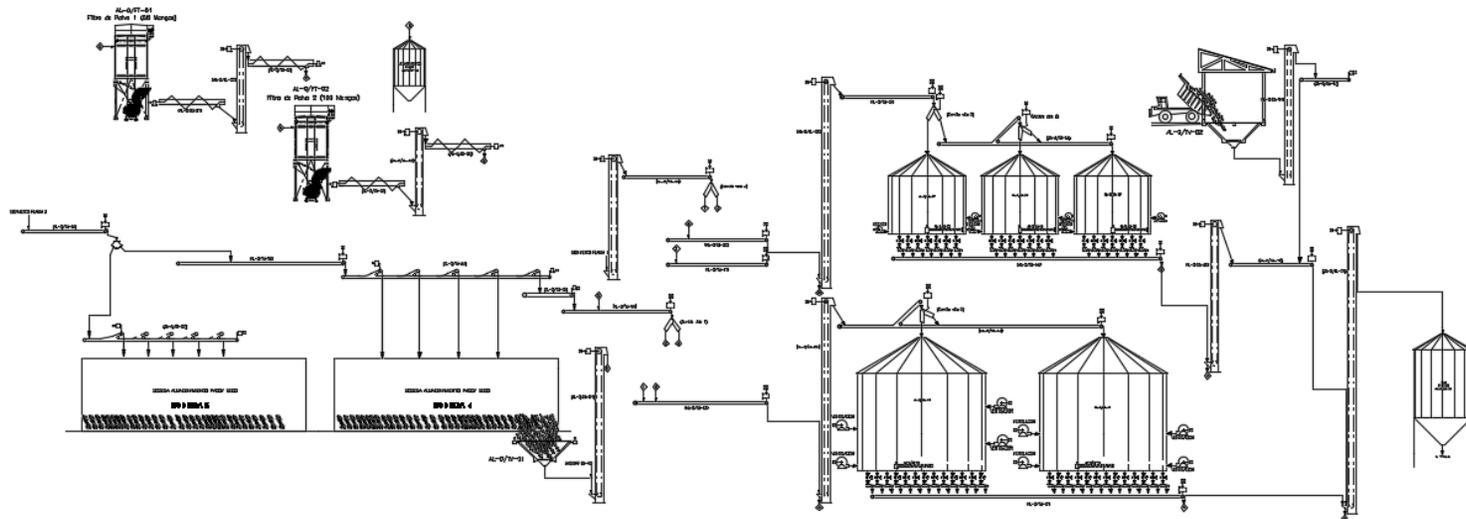
REVISIONES	
Nº	FECHA DESCRIPCIÓN

CONTIENE: FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN: PLANTA DE SECAMIENTO 2

PLANO CLAVE

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N: T1-01
 HOJA: 004 DE 000

ALMACENAMIENTO



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTE: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEREZ

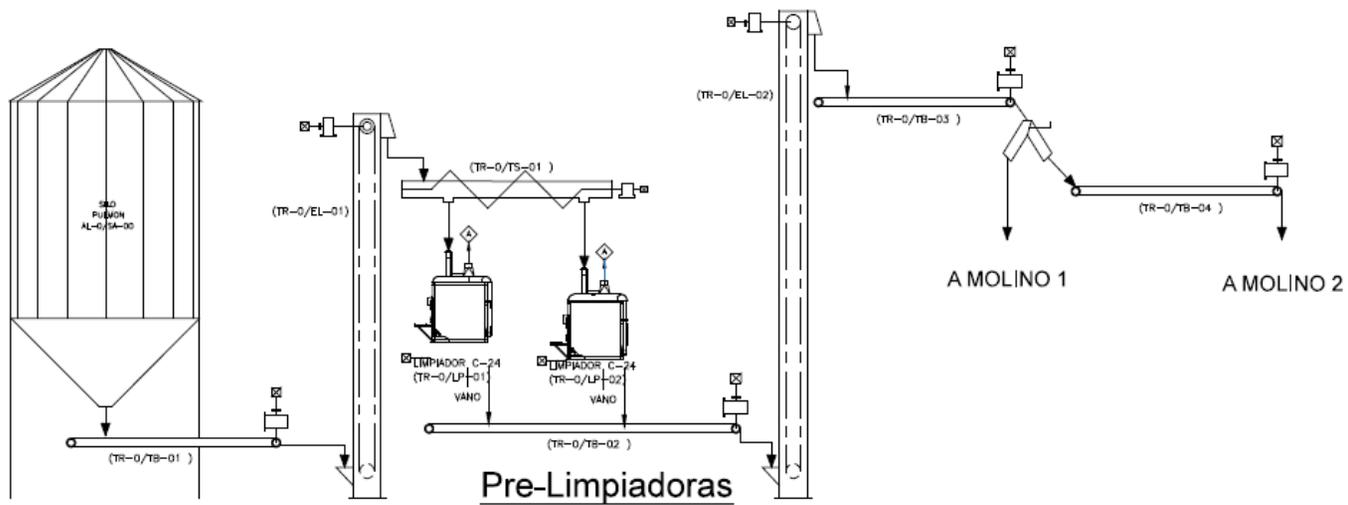
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

CONTIENE :
 FLUOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACION :
 ALMACENAMIENTO

PLANO CLAVE

ESCALA: --
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 005 DE 000

PRELIMPIEZA MOLINO



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PROYECTO: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBÓ:
 LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES	
N°	FECHA DESCRIPCION

CONTENIDO:

FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL

LOCALIZACION:

PRE-LIMPIEZA MOUND

PLANO CLAVE

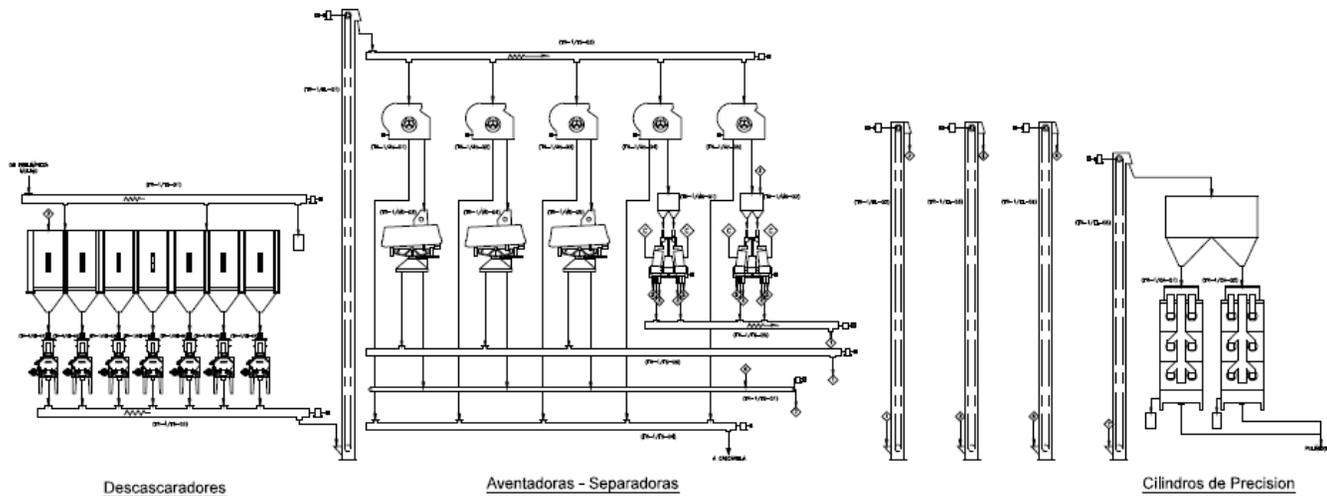
ESCALA: --

FECHA: AGOSTO 2016

PLANO N°: T1-01

MSA: 006 DE 000

DESCASCARADO Y SEPARACIÓN DE IMPUREZAS 1



Descascaradores

Aventadoras - Separadoras

Cilindros de Precision



DISEÑO: JUAN CAMILO GOROLLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GOROLLO
 VERIFICADO: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GOROLLO

APROBADO:
 LUIS GABRIEL PEREZ

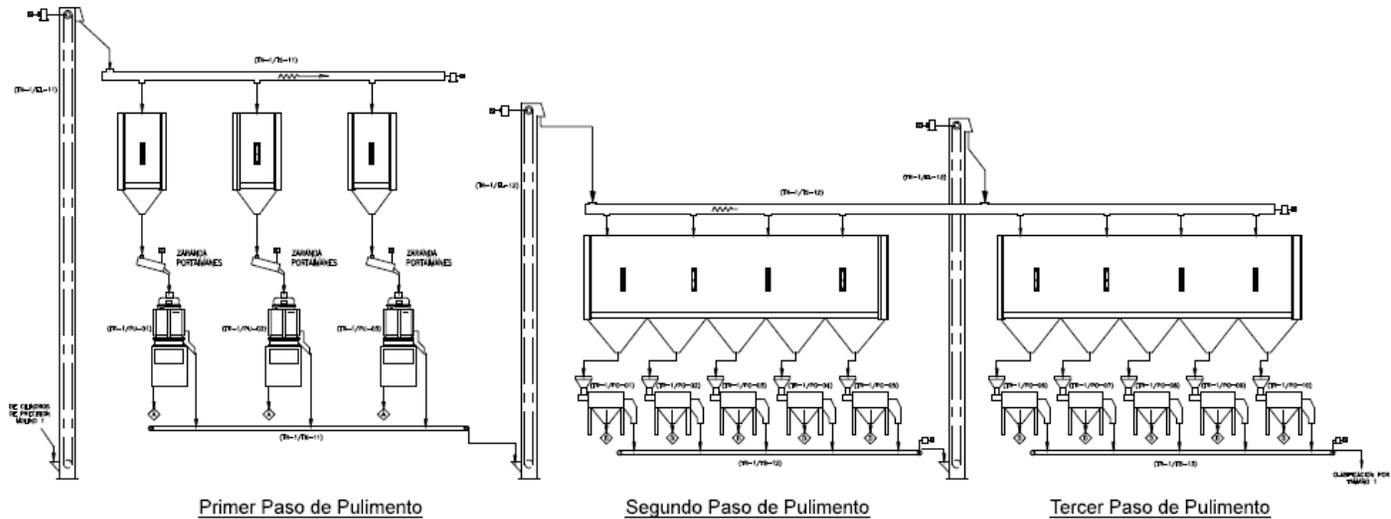
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

CONTIENE: FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN: DESCASCARADO Y SEPARACIÓN DE IMPUREZAS 1

PLANO CLAVE

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 007 DE 000

PULIMENTO 1



DISEÑO: JUAN CAMILO GORRILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORRILLO
 VERIFICADO: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTE: JUAN CAMILO GORRILLO

APROBADO: LUIS GABRIEL PEREZ

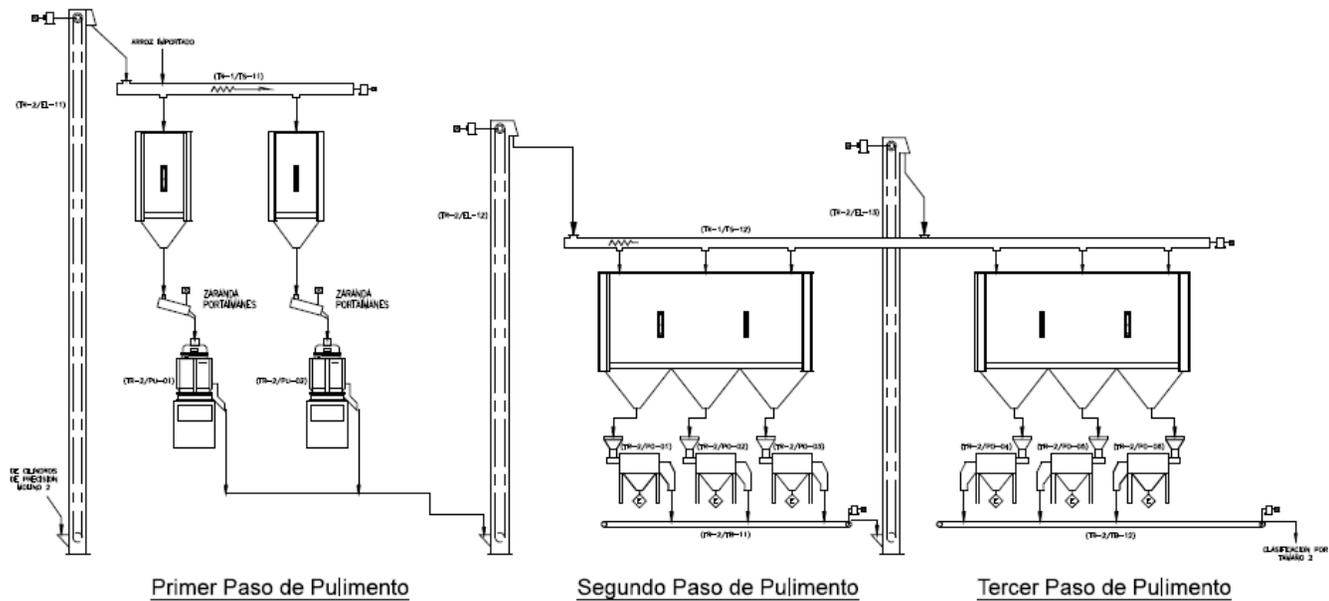
REVISIONES	
N°	FECHA

CONTIENE: FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACION: PULIMENTO 1

PLANO CLAVE

ESCALA: --
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 009 DE 000

PULIMENTO 2



DISEÑO: JUAN CAMILO GORILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GORILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEREZ

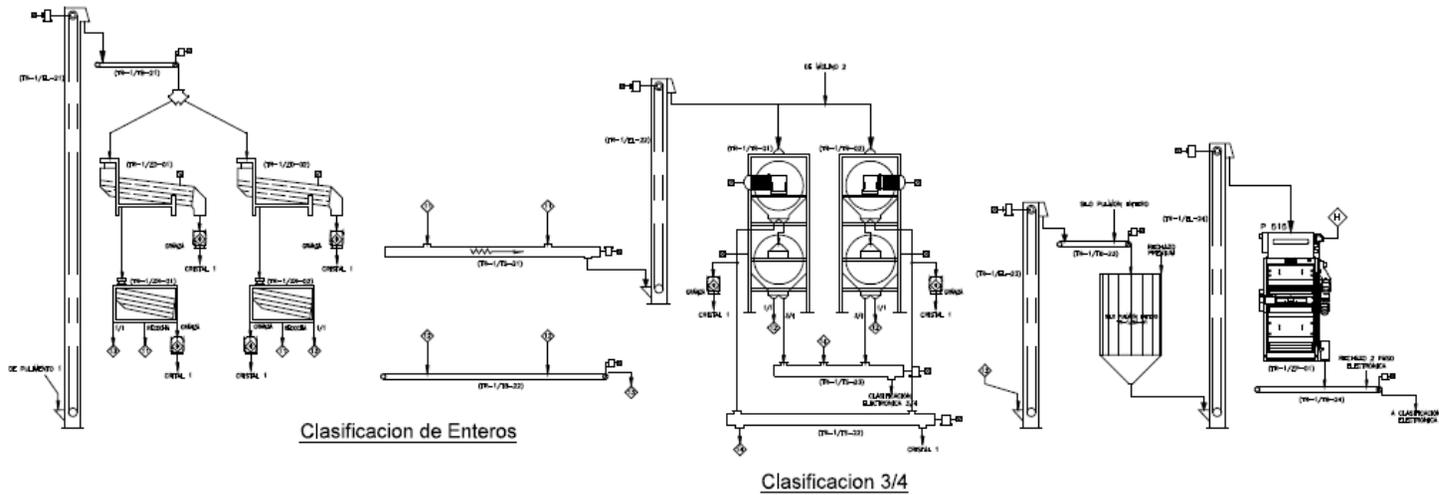
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

CONTIENE : PULIMONTO PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACION : PULIMENTO 2

PLANO CLAYK

ESCALA: --
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 010 DE 000

CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO 1



Clasificacion de Enteros

Clasificacion 3/4



DISEÑO: JUAN CAMILO GOROLLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GOROLLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GOROLLO

APROBÓ:
 LUIS GABRIEL PEREZ

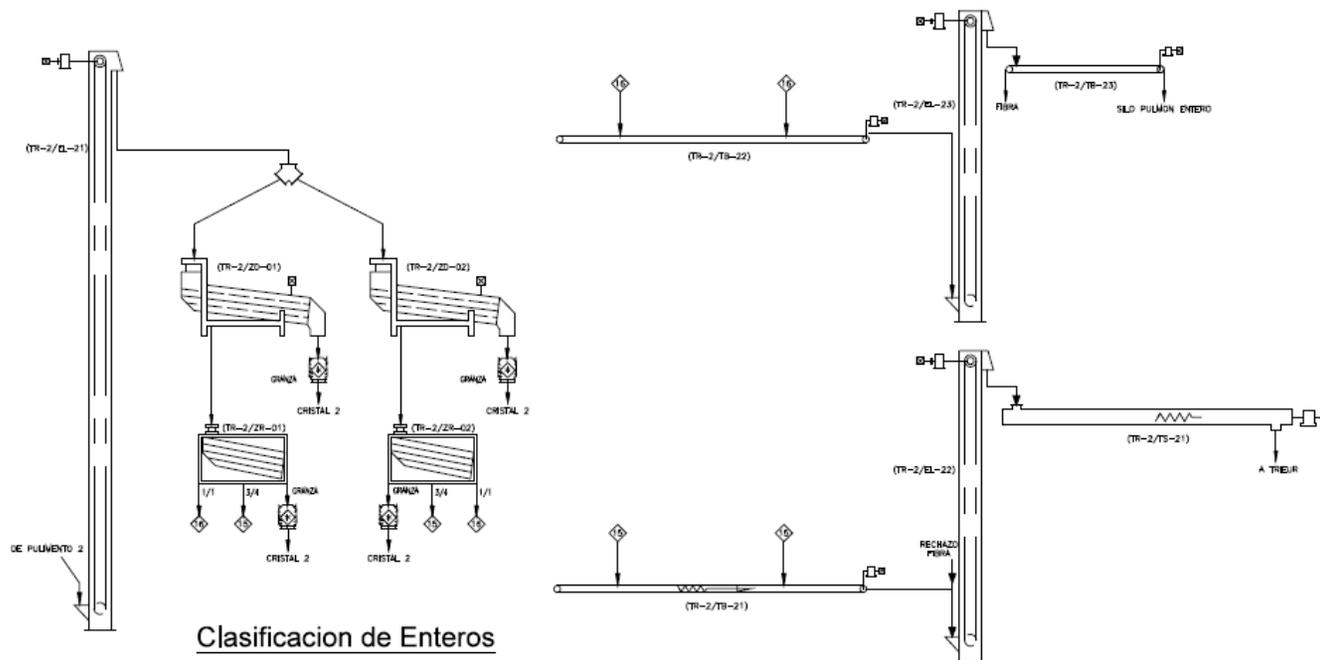
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

CONTENIDO: FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN: CLASIFICACION POR TAMAÑO 1

PLANO CLAYE

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: TI-01
 HOJA: 011 DE 000

CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO 2



Clasificación de Enteros



DISEÑO: JUAN CAMILO GORRILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORRILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTO: JUAN CAMILO GORRILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES	
Nº	FECHA

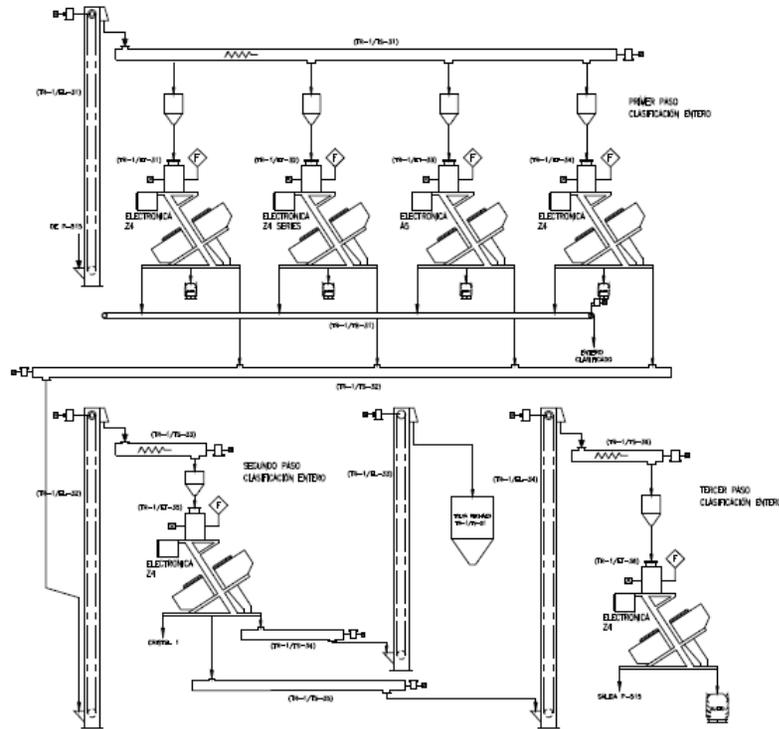
CONTIENE :
 LOCALIZACIÓN :

FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 CLASIFICACION POR TAMAÑO 2

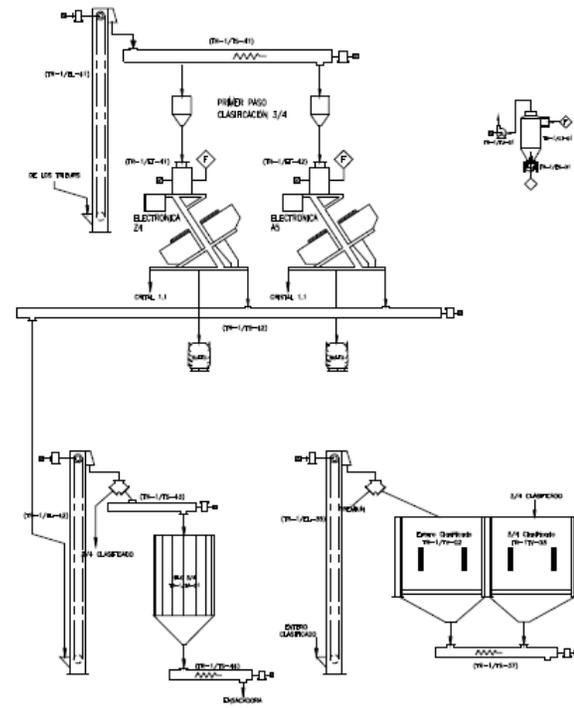
PLANO CLAVE

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N: T1-01
 HOJA: 012 DE 000

CLASIFICACIÓN ELECTRÓNICA



Clasificación Electrónicas



3/4 y Entero clasificado



DISEÑO: JUAN CAMILO GONZALEZ
 DIBUJO: JUAN CAMILO GONZALEZ
 VERIFICADO: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESIDENTE: JUAN CAMILO GONZALEZ

APROBADO: LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES	
N°	FECHA DESCRIPCIÓN

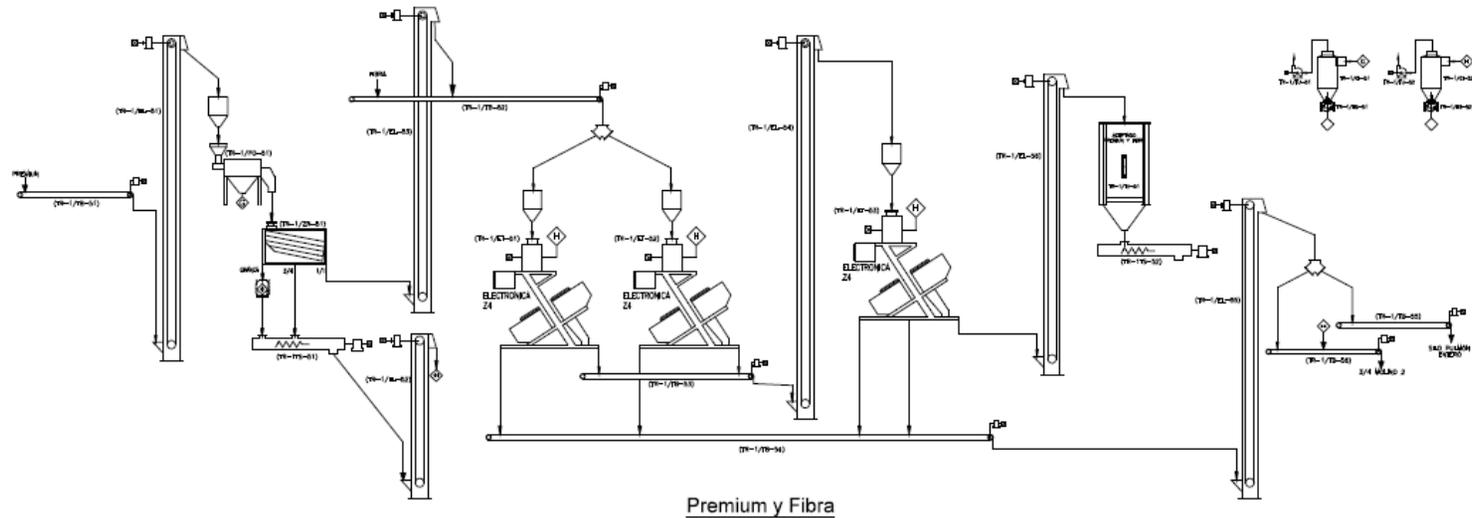
CONTIENE:
 LOCALIZACIÓN:

PLANOGRAMA PLANTA ESPINAL
 CLASIFICACIÓN ELECTRÓNICA

PLANO (TAYE)

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: T1-01
 HOJA: 013 DE 000

PREMIUM Y FIBRA



Premium y Fibra



DISEÑO: JUAN CÁMILLO ORDILLO
 DIBUJO: JUAN CÁMILLO ORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEÑEZ
 PRESENTÓ: JUAN CÁMILLO ORDILLO

APROBÓ: LUIS GABRIEL PEÑEZ

REVISIONES	
N°	FECHA

CONTENIDO:

FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL

LOCALIZACIÓN:

PREMIUM Y FIBRA

PLANO (LÍNEA)

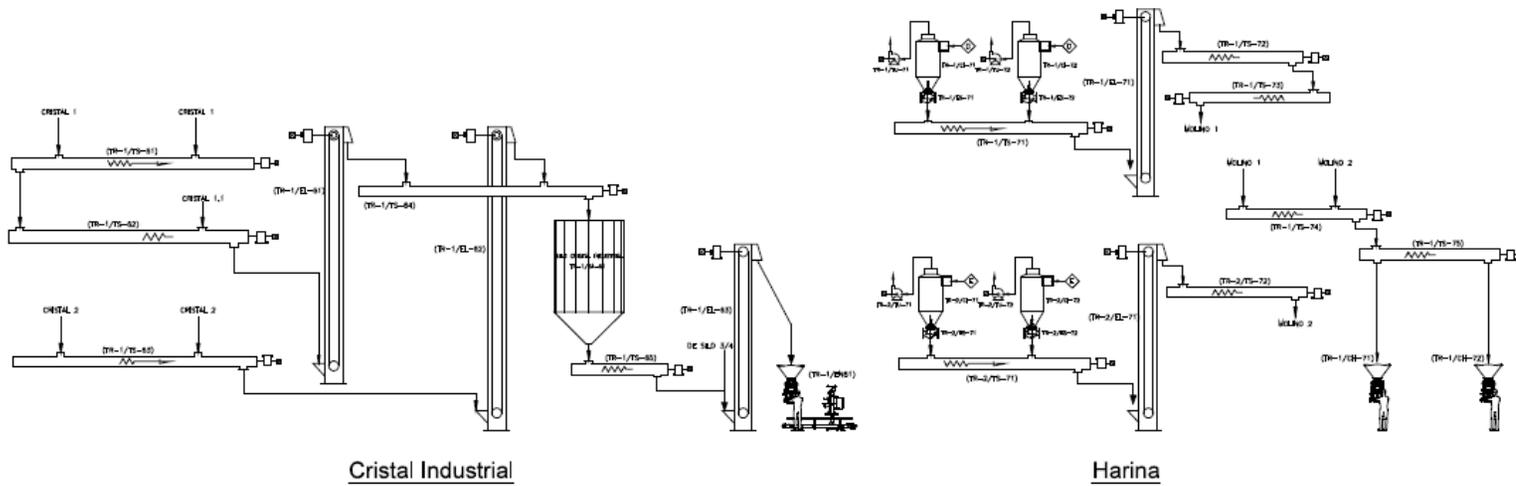
ESCALA: ---

FECHA: AGOSTO 2016

PLANO N°: TI-01

HUAF: 014 DE 000

SUB-PRODUCTOS



DISEÑO: JUAN CAMILO GORRILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORRILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PÉREZ
 PRESENTÓ: JUAN CAMILO GORRILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PÉREZ

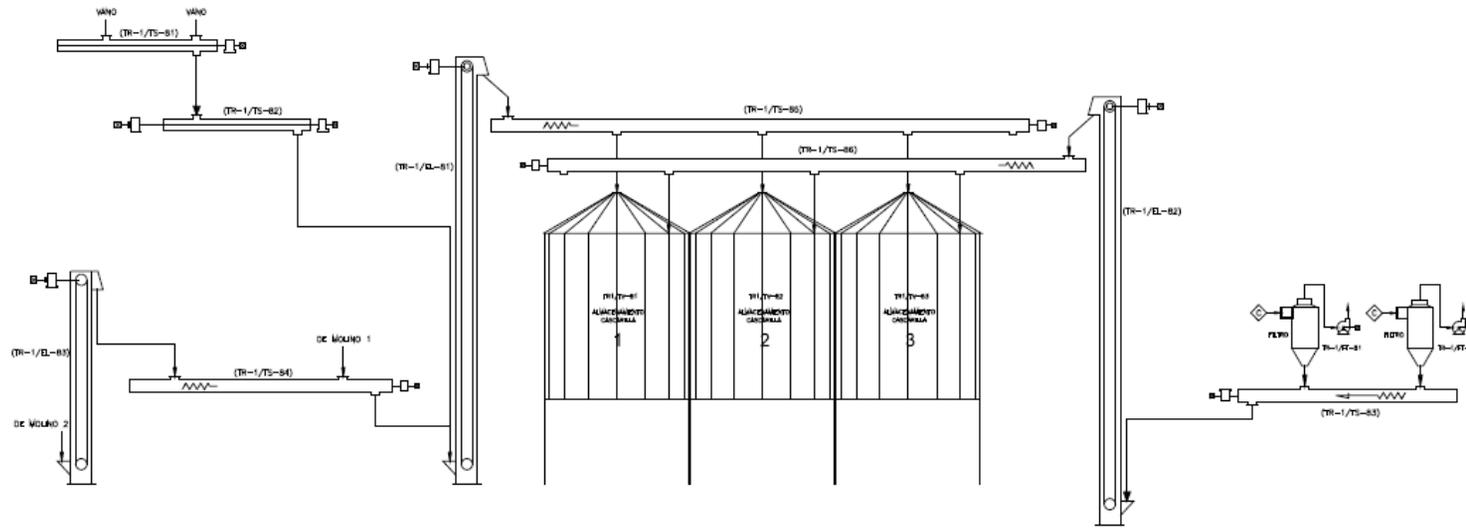
REVISIONES	
N.	FECHA
	DESCRIPCIÓN

CONTIENE :
 FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN :
 SUB-PRODUCTOS

PLANO CLAVE

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N: TI-01
 HOJA: 016 DE 000

CASCARILLA Y VANO



Cascarilla y Vano



DISEÑO: JUAN CAMILO GORCILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORCILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEÑEZ
 PRESENTÓ: JUAN CAMILO GORCILLO

APROBO :
 LUIS GABRIEL PEÑEZ

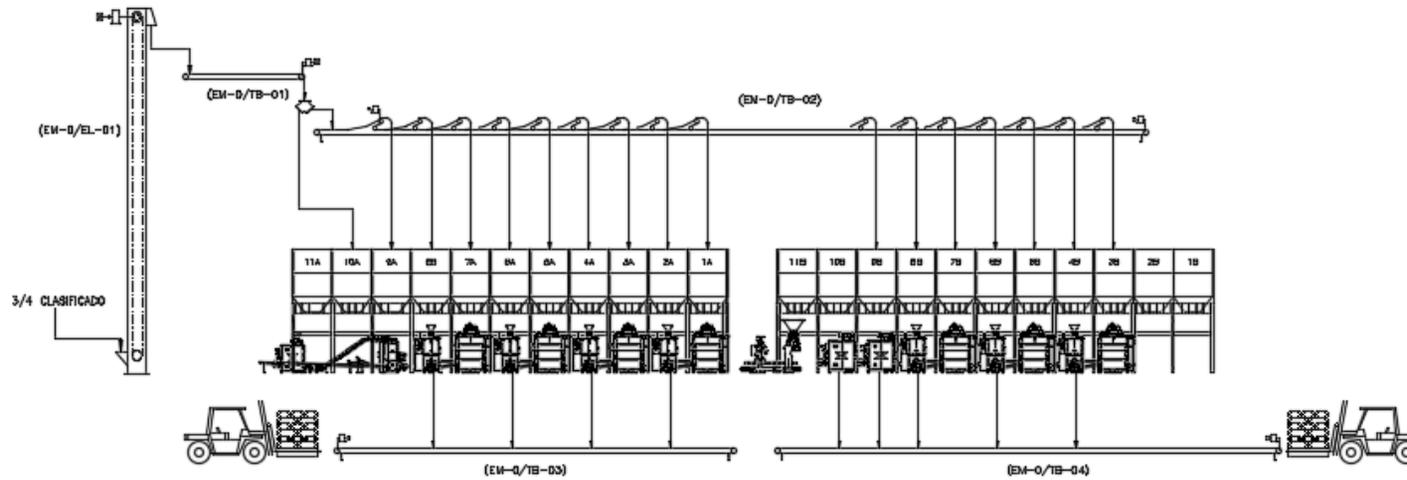
REVISIONES	
N°	FECHA

CONTENIDO :
 FLUJOGRAFÍA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN :
 CASCARILLA Y VANO

PLANO CLAY:

ESCALA: —
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO N°: TI-01
 HOJA: 016 DE 000

EMPAQUETADO



DISEÑO: JUAN CAMILO GORDILLO
 DIBUJO: JUAN CAMILO GORDILLO
 VERIFICÓ: LUIS GABRIEL PEREZ
 PRESENTÓ: JUAN CAMILO GORDILLO

APROBÓ :
 LUIS GABRIEL PEREZ

REVISIONES	
Nº	FECHA

CONTIENE : FLUJOGRAMA PLANTA ESPINAL
 LOCALIZACIÓN : EMPAQUETADO

XLEDO CLAVE

EBCALJa
 FECHA: AGOSTO 2016
 PLANO Nº: T4-01
 Hoja 018 DE 000

ANEXO F. FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

	DIANA CORPORACION S.A.S		
	PLANTA ESPINAL		
	FORMATO	CODIGO	V-01
TIPO DE DOCUMENTO			
NOMBRE	GESTION MANTENIMIENTO / HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	VERSION	
RESPONSABLE POR APLICACIÓN	JEFATURA AREA DE MANTENIMIENTO	FECHA EDICION	
INFORMACION INICIAL			
NOMBRE EQUIPO/MAQUINA			
DESCRIPCION			
RESPONSABLE DEL EQUIPO			
No. PLACA ACTIVO FIJO			

CODIGO			
UBICACIÓN TECNICA			
MARCA			
MODELO			
REFERENCIA			
N° DE SERIE			
FECHA DE ADQUISICION			
CUENTA CON MANUAL?	SI	NO	UBICACIÓN DEL MANUAL
INFORMACION DIMENSIONAL			INFORMACION MOTOR / MOTORREDUCTOR
DIMENSIONES L, A, P, (M)			MARCA MOTOR/MOTORREDUCTOR
PESO APROX. (KG)			MODELO MOTOR/MOTORREDUCTOR
REGISTRO FOTOGRAFICO			No. SERIE
			No. PLACA ACTIVO FIJO

	TENSION DEL MOTOR (V)		
	CORRIENTE NOMINAL (A)		
	POTENCIA (HP)		
	VELOCIDAD ENTRADA (RPM)		
	VELOCIDAD SALIDA (RPM)		
	FRECUENCIA MOTOR (HZ)		
	DIMENSIONES EJE MOTOR (MM)		
	DIMENSIONES CUÑERO EJE MOTOR (MM)		
	ESPECIFICACION ACEITE CAJA REDUCTOR		
INFORMACION SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA			
POR CADENA		POR CORREA	
N° DIENTES PIÑON MOTRIZ		DIAMETRO POLEA MOTRIZ (IN)	
TIPO MANZANA PIÑON		TIPO MANZANA POLEA MOTRIZ	

PRISIONERO PIÑON MOTRIZ (IN)		PRISIONERO POLEA MOTRIZ (IN)	
N° DIENTES PIÑON CONDUCTIDO		DIAMETRO POLEA CONDUCTIDA (IN)	
TIPO MANZANA PIÑON CONDUCTIDO		TIPO MANZANA POLEA CONDUCTIDA	
PRISIONERO PIÑON CONDUCTIDO (IN)		PRISIONERO POLEA CONDUCTIDA (IN)	
PASO TRANSMICION		ESPECIFICACION CORREA	
LONGITUD CADENA (M)		No. DE CORREAS	
DIMENSIONES EJE DE MAQUINA (MM)		DIMENSIONES EJE DE MAQUINA (MM)	
DIMENSIONES CUÑERO EJE MAQUINA (MM)		DIMENSIONES CUÑERO EJE MAQUINA (MM)	
INFORMACION DETALLADA MAQUINARIA			
INFORMACION GENERAL MAQUINARIA		PARA ELEVADOR DE CANGILONES	
ESPECIFICACION SOPORTE RODAMIENTO		ESPECIFICACION CUBETA	
ESPECIFICACION		ESPECIFICACION TORNILLO CUBETA	

RODAMIENTO					
ESPECIFICACION MANGUITO SUJECION		ESPECIFICACION BANDA			
ESPECIFICACION GRASA RODAMIENTOS		LONGITUD BANDA (M)			
PARA TRANSPORTADOR DE BANDA		CUBETAS X METRO			
ESPECIFICACION BANDA		DIAMETRO VOLANTE MOTRIZ (CM)			
LONGITUD BANDA (M)		ANCHO VOLANTE MOTRIZ (CM)			
ESPECIFICACIONES RODILLO GUIA		ESPECIFICACION SOPORTE RODAMIENTO 2			
ESPECIFICACIONES RODILLO RETORNO		ESPECIFICACION RODAMIENTO 2			
DIAMETRO VOLANTE MOTRIZ (CM)		DIMENSIONES EJE DE MAQUINA 2 (MM)			
ANCHO VOLANTE MOTRIZ (CM)		PARA TRANSPORTADOR SINFÍN			
ESPECIFICACION SOPORTE RODAMIENTO 2		DIAMETRO TORNILLO SINFÍN			
ESPECIFICACION RODAMIENTO 2		DIAMETRO CANOA SINFÍN			

DIMENSIONES		ESPECIFICACION	
EJE DE MAQUINA 2 (MM)		TORNILLOS CAPSULA	

ANEXO G. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

PLANTA DE RECIBO 1

ÁREA	EQUIPO	NÚMERO	FRECUENCIA	Imp. Op	Flex. Op	Costos Mtto	Calidad	Seguridad	Ambiental	CONSECUENCIA	RANGO
Planta de Recibo 1	Banda	1	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 1	Banda	2	6	10	2	3	0	2	0	25	ALTO
Planta de Recibo 1	Banda	4	4	4	2	4	0	0	0	12	MEDIO
Planta de Recibo 1	Banda	5	4	4	2	3	0	2	0	13	MEDIO
Planta de Recibo 1	Banda	6	4	4	2	3	0	2	0	13	MEDIO
Planta de Recibo 1	Banda	7	6	2	2	1	0	0	0	5	BAJO
Planta de Recibo 1	Banda	8	6	2	2	4	0	0	0	8	MEDIO
Planta de Recibo 1	Banda	9	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Banda	10	6	4	2	5	0	2	0	15	ALTO
Planta de Recibo 1	Banda	11	6	4	2	4	0	2	0	14	ALTO
Planta de Recibo 1	Elevador	1	6	10	2	5	4	2	0	31	ALTO

Planta de Recibo 1	Elevador	2	6	6	2	4	4	2	0	22	ALTO
Planta de Recibo 1	Elevador	3	6	6	2	4	4	2	0	22	ALTO
Planta de Recibo 1	Elevador	4	4	6	2	4	4	2	0	22	MEDIO
Planta de Recibo 1	Elevador	5	6	2	2	4	4	2	0	14	MEDIO
Planta de Recibo 1	Elevador	6	6	2	2	4	4	2	0	14	MEDIO
Planta de Recibo 1	Elevador	7	4	4	2	5	4	2	0	19	MEDIO
Planta de Recibo 1	Elevador	8	6	3	2	4	4	2	0	16	MEDIO
Planta de Recibo 1	Sinfín	1	6	10	2	4	2	0	0	26	ALTO
Planta de Recibo 1	Sinfín	2	6	2	2	3	2	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 1	Sinfín	3	6	2	2	3	2	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 1	Sinfín	4	6	2	2	4	2	0	0	10	MEDIO
Planta de Recibo 1	Sinfín	5	6	2	2	3	2	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 1	Prelimpiadora 1 c-24	1	4	4	4	4	1	0	2	23	MEDIO
Planta de Recibo 1	Prelimpiadora 2 c-24	2	4	4	4	4	1	0	2	23	MEDIO
Planta de Recibo 1	Scalper 1	1	4	4	4	4	0	0	2	22	MEDIO
Planta de Recibo 1	Scalper 2	2	4	4	4	4	0	0	2	22	MEDIO
Planta de Recibo 1	Scalper 3	3	4	4	4	4	0	0	2	22	MEDIO
Planta de Recibo 1	Scalper 4	4	4	4	4	4	0	0	2	22	MEDIO
Planta de Recibo 1	Ciclón 1	1	3	2	2	2	0	0	0	6	BAJO
Planta de Recibo 1	Ciclón 2	2	3	2	1	3	0	0	0	5	BAJO

Planta de Recibo 1	Ciclón 3	3	3	2	1	2	0	0	0	4	BAJO
Planta de Recibo 1	Ciclón 4	4	3	2	1	2	0	0	0	4	BAJO
Planta de Recibo 1	Esclusa 1	1	3	2	2	2	0	0	0	6	BAJO
Planta de Recibo 1	Esclusa 2	2	3	2	1	1	0	0	0	3	BAJO
Planta de Recibo 1	Esclusa 3	3	3	2	1	2	0	0	0	4	BAJO
Planta de Recibo 1	Esclusa 4	4	3	2	1	2	0	0	0	4	BAJO
Planta de Recibo 1	Turbina 1	1	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 2	2	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 3	3	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 4	4	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 5	5	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 6	6	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 7	7	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Turbina 8	8	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 1	Silo 4	4	1	2	1	3	0	0	0	5	BAJO
Planta de Recibo 1	Silo 5	5	1	2	1	3	0	0	0	5	BAJO
Planta de Recibo 1	Silo 6	6	1	2	1	3	0	0	0	5	BAJO

PLANTA DE RECIBO 2

ÁREA	EQUIPO	NÚMERO	FRECUENCIA	Imp. Op	Flex. Op	Costos Mtto	Calidad	Seguridad	Ambiental	CRITICIDAD	RANGO
Planta de Recibo 2	Banda	1	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 2	Banda	2	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 2	Banda	3	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Planta de Recibo 2	Elevador	1	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 2	Elevador	2	6	6	2	3	0	0	0	15	ALTO
Planta de Recibo 2	Elevador	3	6	6	2	3	0	0	0	15	ALTO
Planta de Recibo 2	Elevador	4	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 2	Elevador	5	6	3	2	4	0	0	0	10	MEDIO
Planta de Recibo 2	Elevador	6	6	3	2	3	0	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 2	Elevador	7	6	6	2	4	0	0	0	16	ALTO

Planta de Recibo 2	Elevador	8	6	3	2	3	0	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 2	Elevador	9	6	3	2	3	0	0	0	9	MEDIO
Planta de Recibo 2	Sinfín	1	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Planta de Recibo 2	Sinfín	2	6	4	2	3	0	0	0	11	ALTO
Planta de Recibo 2	Sinfín	3	6	4	2	3	0	0	0	11	ALTO
Planta de Recibo 2	Sinfín	4	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Sinfín	5	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Sinfín	6	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Sinfín	7	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Sinfín	8	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Prelimpiadora 1 c-24	1	4	4	4	4	0	0	3	23	MEDIO
Planta de Recibo 2	Prelimpiadora 2 c-24	2	4	4	4	4	0	0	3	23	MEDIO
Planta de Recibo 2	Scalper	1	4	4	4	4	0	0	3	20	MEDIO

Planta de Recibo 2	Scalper	2	4	4	4	4	0	0	3	20	MEDIO
Planta de Recibo 2	Scalper	3	4	6	4	4	0	0	3	28	ALTO
Planta de Recibo 2	Scalper	4	4	6	4	4	0	0	3	28	ALTO
Planta de Recibo 2	Ciclón	1	3	2	2	2	0	0	0	6	BAJO
Planta de Recibo 2	Ciclón	1	3	2	2	2	0	0	0	6	BAJO
Planta de Recibo 2	Esclusa	1	3	2	2	2	0	0	0	6	BAJO
Planta de Recibo 2	Esclusa	2	3	2	1	1	0	0	0	3	BAJO
Planta de Recibo 2	Turbina	1	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Turbina	2	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Turbina	3	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Turbina	4	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Planta de Recibo 2	Silo	1	1	4	1	3	5	0	0	12	BAJO
Planta de Recibo 2	Silo	2	1	4	1	3	5	0	0	12	BAJO

SECAMIENTO 1

ÁREA	EQUIPO	NÚMERO	FRECUENCIA	Imp. Op	Flex. Op	Costos Mtto	Calidad	Seguridad	Ambiental	CRITICIDAD	RANGO
Secamiento 01	Banda	1	6	4	2	1	0	0	0	9	MEDIO
Secamiento 01	Banda	2	6	4	2	3	0	0	0	11	ALTO
Secamiento 01	Banda	3	6	4	2	1	0	0	0	9	MEDIO
Secamiento 01	Banda	4	4	4	4	4	0	0	0	20	MEDIO
Secamiento 01	Banda	5	2	2	4	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	6	2	2	4	4	0	0	0	12	MEDIO
Secamiento 01	Banda	7	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	8	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	9	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	10	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	11	6	4	2	4	0	0	0	12	ALTO
Secamiento 01	Banda	12	6	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	13	6	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	14	6	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento 01	Banda	15	6	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamiento	Elevador	1	6	3	2	3	0	0	0	9	MEDIO

o 1 Secamient o 1	Elevador	2	4	6	2	3	0	0	0	15	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Elevador Ceniza	3	4	4	2	3	0	0	3	14	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Sinfín	1	6	2	2	3	0	0	3	10	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Sinfín	2	6	2	2	3	0	0	3	10	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Sinfín	3	6	2	2	3	0	0	3	10	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Sinfín	4	6	2	2	4	0	0	3	11	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Sinfín ceniza	5	6	2	2	4	0	0	3	11	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Horno Ciclónico	1	1	4	2	2	0	5	3	18	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Horno Mamposte ría	1	1	4	2	2	0	5	3	18	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Turbina 1	1	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Turbina 2	2	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
o 1 Secamient o 1	Turbina 3	3	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
o 1 Secamient o 1	Turbina 4	4	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
o 1 Secamient o 1	Turbina 5	5	6	1	2	3	0	0	0	5	BAJO
o 1 Secamient o 1	Turbina 6	6	6	1	2	3	0	0	0	5	BAJO
o 1 Secamient o 1	Turbina 7	7	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Turbina 8	8	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
o 1 Secamient o 1	Batería 10	10	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
o 1 Secamient o 1	Batería 20	20	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO

Secamient o 1	Batería 30	30	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamient o 1	Batería 40	40	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamient o 1	Batería 50	50	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamient o 1	Batería 60	60	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO

SECAMIENTO 2

ÁREA	EQUIPO	NÚMERO	FRECUENCIA	Imp. Op	Flex. Op	Costos Mto	Calidad	Seguridad	Ambiental	CRITICIDAD	RANGO
Secamien to 2	Banda	1	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Secamien to 2	Banda	2	6	10	2	4	0	0	0	24	ALTO
Secamien to 2	Banda	3	4	6	2	3	0	0	0	15	MEDIO
Secamien to 2	Banda	4	4	6	2	3	0	0	0	15	MEDIO
Secamien to 2	Banda	5	4	6	2	3	0	0	0	15	MEDIO
Secamien to 2	Banda	6	6	4	2	2	0	0	0	10	MEDIO
Secamien to 2	Banda	7	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamien to 2	Banda	8	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamien to 2	Banda	9	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamien to 2	Banda	10	4	4	2	3	0	0	0	11	MEDIO
Secamien	Banda	11	6	4	2	1	0	0	0	9	MEDIO

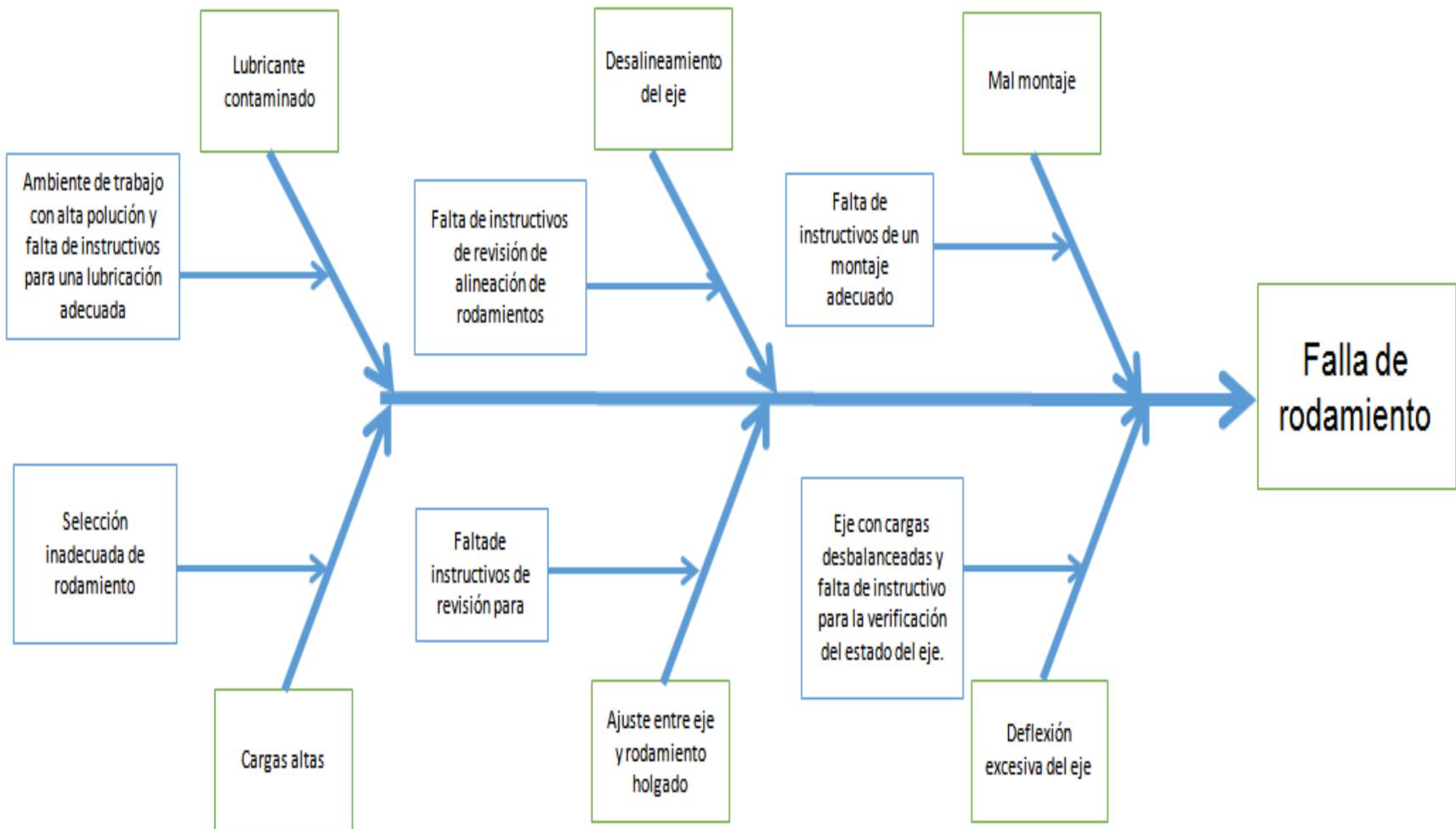
to 2 Secamien to 2	Banda	12	6	6	2	3	0	0	0	15	ALTO
Secamien to 2	Elevador	1	6	6	2	4	0	0	0	16	ALTO
Secamien to 2	Elevador	2	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Elevador	3	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Sinfin	1	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Sinfin	2	6	4	2	3	0	0	0	11	ALTO
Secamien to 2	Sinfin	3	6	4	2	3	0	0	0	11	ALTO
Secamien to 2	Sinfin	4	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Horno Ciclónico	1	1	4	2	2	0	5	3	16	MEDIO
Secamien to 2	Horno Mamposte ría	1	1	4	2	2	0	5	3	16	MEDIO
Secamien to 2	Turbina 1	1	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Turbina 2	2	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
Secamien to 2	Turbina 3	3	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
Secamien to 2	Turbina 4	4	6	2	2	3	5	0	0	12	ALTO
Secamien to 2	Turbina 5	5	6	1	2	3	0	0	0	5	BAJO
Secamien to 2	Turbina 6	6	6	1	2	3	0	0	0	5	BAJO
Secamien to 2	Turbina 7	7	6	2	2	3	0	0	0	7	MEDIO
Secamien to 2	Batería 10	10	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamien to 2	Batería 20	20	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO

Secamien to 2	Batería 30	30	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamien to 2	Batería 40	40	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamien to 2	Batería 50	50	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO
Secamien to 2	Batería 60	60	1	2	1	3	5	0	0	10	BAJO

ANEXO H. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

Fecha de elaboración _____ Equipo Banda 7 molino 1 AMEF # _____
 Área Trilla Responsable _____ Elaborado _____
 Tipo de equipo Banda transportadora

Descripción de parte	Función de la parte	Modo de la falla	Efecto de la falla	Registro fotográfico	Causa de la falla	Probabilidad de la falla	Situación actual					
							Plan de acción	ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	
Rodamiento GRA 112RRB del tambor de cabeza	Disminuir la fricción de giro entre el eje del tambor de cabeza y el soporte del eje	Fractura y ludimiento	Ruido		*Alto estado vibratorio del equipo.	15%	Para el arranque nuevamente del equipo se cambia el tambor de cabeza con ejes, rodamientos y soportes.	5	8	1	40	
			Desgaste prematuro del rodamiento		*Lubricante contaminado, se da por un montaje inadecuado o desalineamiento	40%		7	8	7	392	
			Vibración excesiva		*Montaje incorrecto	30%		Realizar instructivos de procedimiento de montaje y alineación de rodamientos, para que el mecánico realice actividades estandarizadas	5	6	8	240
			Paro de equipo		*Ajuste muy holgado	10%		2	#	7	140	
			Fractura de rodamiento		*Deflexión excesivas de eje	5%		2	8	3	48	
			Total		100%							
Eje tambor de cabeza	Soporta el giro del tambor de cabeza y recibe la energía para generar el movimiento en la banda	Desgaste abrasivo y por ludimiento	Desgaste prematuro del eje		*Ajuste entre eje y rodamiento holgado	10%	Verificar el ambiente de trabajo y tomar acciones correctivas en puntos que generen polución	2	#	7	140	
			Maquinado del eje		*Cargas altas	10%	Hacer un análisis de fallas para atacar directamente el causal del problema que genero el paro.	5	9	#	450	
			Se presentan poros oscuros en el eje		*Lubricante contaminado	50%	8	8	7	448		
			Total		100%							



Tipo de paro	Actividad	costo
Programado	recorte de banda y cambio de cadena y rodamientos	\$ 270.000,00
No programado	Cambio de rodamiento y soporte derecho	\$ 95.000,00
Programado	Cambio de rodamientos, sorportes, tambor y eje	\$ 182.000,00

Falta sumar el valor del eje y tambor.

ANEXO I. ANÁLISIS CAUSA RAIZ

		XXXXXXXXXX	
	REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLA	Versión 1	1/3

1. REGISTRO DEL EVENTO DE FALLA

1.1. Información General

<u>Descripción del evento de falla:</u>			RCA-ME-17-0001
			Finalizado SI <input checked="" type="checkbox"/>
Fecha y hora de evento	18 -01-2017 08:30:00	<u>OTs</u> → NA	TRM \$1,830
Descripción del impacto de falla			Costo de Reparación
Daño en equipos	N/A		USD\$ 0,00
Pérdidas de producción	N/A		USD\$ 0,00
Impacto en el ambiente	N/A		USD\$ 0,00
Impacto en las personas	N/A		USD\$ 0,00
Otros	Pendiente		USD\$ 0,00
Equipo RCA: Lorena Aquirre, Alejandro Murillo, Danny Cardona			TOTAL USD\$

1.2. Valoración de la Falla

Evaluar con matriz de análisis de riesgos (RAM)

Este evento tiene criticidad relevante para el tipo de consecuencias por diferida de producción, así como por imagen de la organización.

2. ANALISIS DE FALLA

2.1 Descripción de los eventos

Los colaboradores del área de secamiento y el área de trilla se encontraban trabajando, cuando de repente hubo un corte de energía

2.2 Evidencias

Aquí se deben plasmar las evidencias siguiendo el criterio de las 4P (papel, partes, posición y personas)

Los datos aquí registrados fueron suministrados por el grupo investigador.

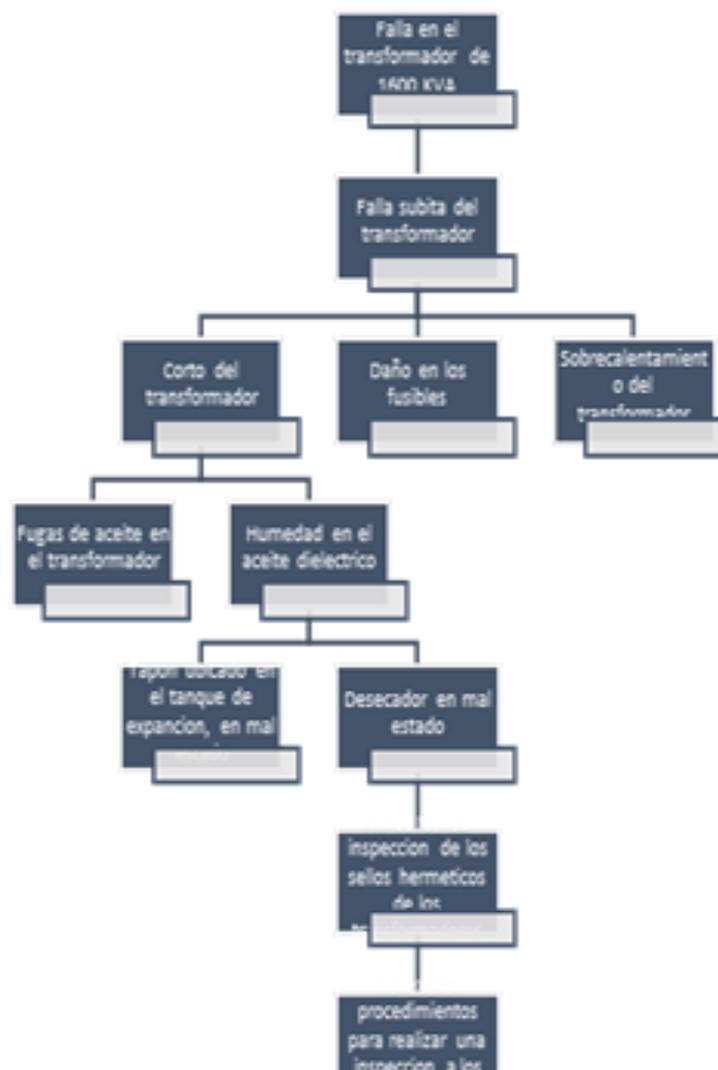
2.3 Antecedentes a La Falla Actual

Se tiene reporte de casos similares en otras plantas

3. ANALISIS DE CAUSA RAIZ

Modificó:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

3.1 Árbol Lógico De Falla



4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Acciones de Verificación

Acciones de verificación			
Hipótesis	Causas Físicas	Acción a verificar	Estado
Corto en el transformador	Tapones herméticos del transformador dañados	Validar el estado de los tapones del transformador	Validado
	Desecador en mal estado	Validar el estado del desecador del transformador	Descartado

4.2 Soluciones a Causa Raíz

Modificó:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Acciones de Verificación

Acciones de verificación			
Hipótesis	Causas Físicas	Acción a verificar	Estado
Corto en el transformador	Tapones herméticos del transformador dañados	Validar el estado de los tapones del transformador	Validado
	Dsecador en mal estado	Validar el estado del desecador del transformador	Descartado

4.2 Soluciones a Causa Raíz

Solución causa raíz					
Hipótesis	Causa Raíz	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento	Tipo Causa
Tapón hermético de aceite del transformador	Vida útil del repuesto cumplida	Validar tiempos de cambio de estos elementos con el promovedor			Física
	Falta de rutinas de inspección de los sellos del transformador	Diseñar procedimientos para inspección física de elementos del transformador, así como procedimientos para atacar problemas presentes en el análisis de aceites			Humana
	No se encuentra un procedimiento claro para la inspección de transformadores	Diseñar procedimientos para inspección física de elementos del transformador, así como procedimientos para atacar problemas presentes en el análisis de aceites			Latente

4.3 Acciones de mejoramiento

Acciones de mejoramiento				
Hipótesis	Hallazgos	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento
No se realizan las recomendaciones sacadas del análisis de aceite realizadas por el promovedor	No se realizan las actividades recomendadas por proveedor	Realizar matriz de criticidad para problemas que presenten los transformadores, después del análisis de aceite, y elaborar procedimientos para la solución a estos problemas		

		RCA	
	Falla de elevador principal alimenta molino Espinal	Versión 1	1/4

1. REGISTRO DEL EVENTO DE FALLA

1.1. Información General

<u>Descripción del evento de falla:</u> Falla del elevador que alimenta el molino de la planta de arroz diana de espinal			RCA-ME-17-0001
			Finalizado SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Fecha y hora de evento	18 -01-2017 08:30:00	<u>OTs</u> → NA	TRM \$1,830
Descripción del impacto de falla			Costo de Reparación
Daño en equipos	N/A		USD\$ 0,00
Pérdidas de producción	N/A		USD\$ 0,00
Impacto en el ambiente	N/A		USD\$ 0,00
Impacto en las personas	N/A		USD\$ 0,00
Otros	Pendiente		USD\$ 0,00
Equipo RCA: Lorena Aguirre, Alejandro Murillo, Danny Cardona			TOTAL USD\$

1.2. Valoración de la Falla

Evaluar con matriz de análisis de riesgos (RAM)

Este evento tiene consecuencias relevantes en la pérdida de capacidad productiva del molino.

Este evento tiene criticidad relevante para el tipo de consecuencias por diferida de producción, así como por imagen de la organización.

2. ANALISIS DE FALLA

2.1 Secuencia de Falla

HH:MM:SS:CC	Δt parcial [HH:MM:SS:CC]	Δt total [HH:MM:SS:CC]	EVENTO

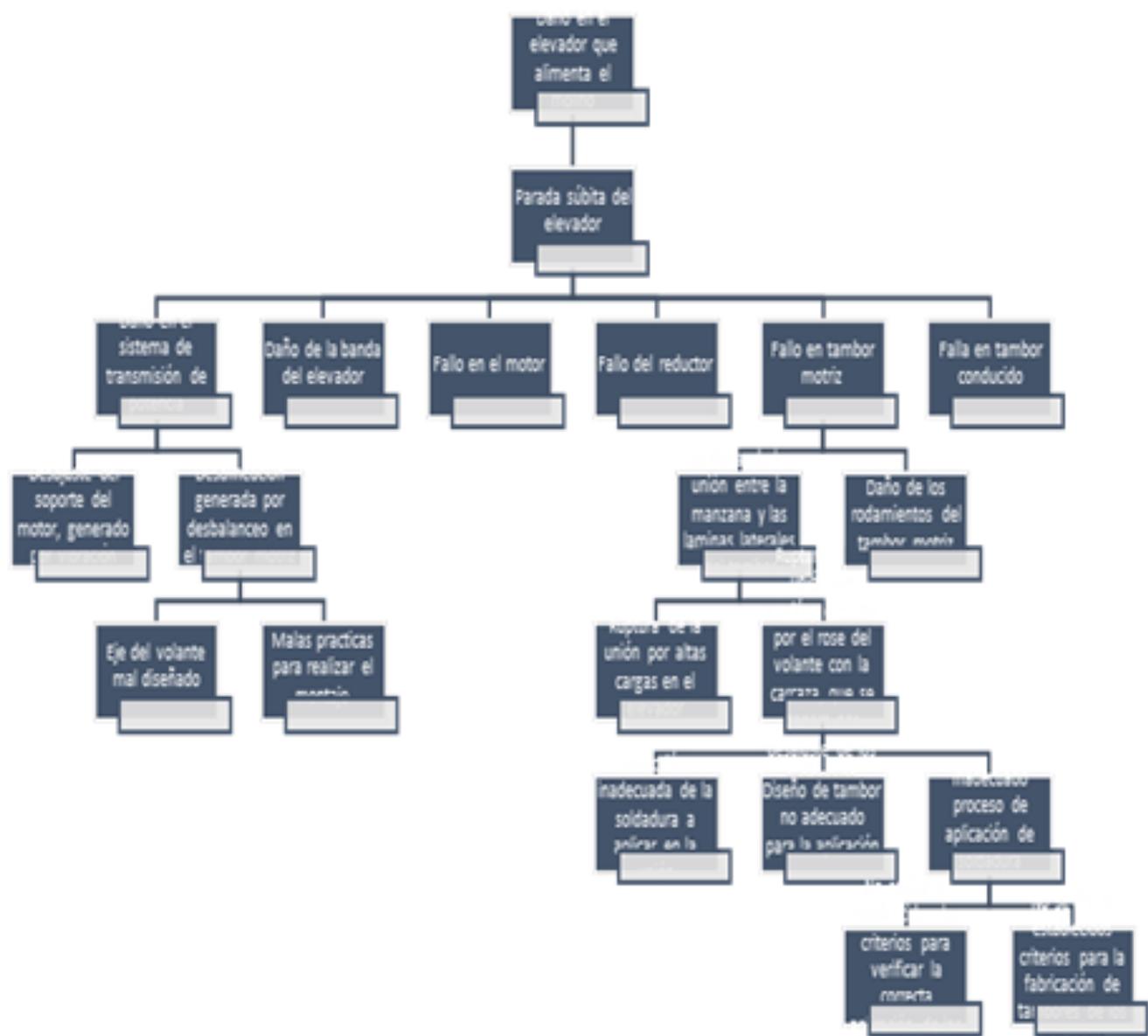
2.2 Descripción de los eventos

El elevador de acero inoxidable que recibe de la báscula de paso y alimenta el molino, presento una falla

Modificó:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

3. ANALISIS DE CAUSA RAIZ

3.1 Árbol Lógico De Falla



		RCA	
	Falla de elevador principal alimenta molino Espinal	Versión 1	3/4

4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Acciones de Verificación

Acciones de verificación			
Hipótesis	Causas Físicas	Acción a verificar	Estado
Daño en el sistema de transmisión de potencia	Desajuste del soporte del motor, generado por vibración	Validar el estado del soporte del motor, verificando que este se encuentre ajustado.	Descartado
	Desalineación generada por desbalanceo en el tambor motriz	Validar el estado del tambor motriz, identificando daños que ocasionan desbalanceo.	Validado
Fallo en tambor motriz	Ruptura de la unión entre la manzana y las láminas laterales del tambor	Verificar el estado del tambor motriz en la unión de la manzana validando el estado de la soldadura	Validado
	Daño de los rodamientos del tambor motriz	Verificar el estado de los rodamientos que soportan el tambor motriz.	Descartado

4.2 Soluciones a Causa Raíz

Solución causa raíz					
Hipótesis	Causa Raíz	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento	Tipo Causa
	Ruptura de la unión por torsión, causada por el rose del tambor con la carcasa, que se genera por desajuste de los prisioneros.	Se deben definir los criterios para la fabricación de volantes, determinando hasta que capacidad el tambor puede llevar ajuste por prisioneros o por bushing.			Física
		Definir los criterios para evaluar			

4.2 Soluciones a Causa Raíz

Solución causa raíz					
Hipótesis	Causa Raíz	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento	Tipo Causa
Ruptura de la unión entre la manzana y las laminas laterales del tambor	Ruptura de la unión por torsión, causada por el rose del tambor con la carcaza, que se genera por desajuste de los prisioneros.	Se deben definir los criterios para la fabricación de volantes, determinando hasta que capacidad el tambor puede llevar ajuste por prisioneros o por bushing.			Física
	Inadecuado proceso de aplicación de soldadura	Definir los criterios para evaluar la soldadura de los trabajos que entregan los contratistas			Humana
	Diseño de tambor no adecuado para la aplicación	Establecer diseños predeterminados para la fabricación de volantes, de tal forma que el proveedor, siga los planos de fabricación determinados.			Humana
	Selección inadecuada de la soldadura a aplicar en la unión	Los planos de fabricación predeterminados deben especificar la soldadura a aplicar así como el procedimiento			Humana
	No se tienen establecidos los criterios para verificar la correcta aplicación de las soldaduras	Desarrollar procedimientos determinen de que manera evaluar el estado de la soldadura.			Latente

Modificó:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

		RCA	
	Falla de elevador principal alimenta molino Espinal	Versión 1	4/4

4.3 Acciones de mejoramiento

Acciones de mejoramiento				
Hipotesis	Hallazgos	Accion a implementar	Responsable	Cumplimiento
No se cuenta con una ventana de inspeccion en los nuevos elevadores que permita hacer una verificacion rapida del estado del tambor	No se cuenta con una ventana de inspeccion en los elevadores del nuevo proyecto	Instalar ventanas de inspeccion en los nuevos elevadores		
No se evalua a severidad la entrega de los trabajos de los proveedores	Se tienen en cuenta algunos parametros, sin embargo no se encuentran definidos en documentos.	Desarrollar los documentos de procedimientos para verificar el estado de entrega de trabajos		

1. REGISTRO DEL EVENTO DE FALLA

1.1. Información General

<u>Descripción del evento de falla:</u>			RCA-ME-17-0001	
			Finalizado	SI <input checked="" type="checkbox"/>
Fecha y hora de evento	18 -01-2017 08:30:00	<u>OTs</u> → NA	TRM \$1,830	
Descripción del impacto de falla			Costo de Reparación	
Daño en equipos	N/A		USD\$ 0,00	
Pérdidas de producción	N/A		USD\$ 0,00	
Impacto en el ambiente	N/A		USD\$ 0,00	
Impacto en las personas	N/A		USD\$ 0,00	
Otros	Pendiente		USD\$ 0,00	
Equipo RCA: Lorena Aguirre, Alejandro Murillo, Danny Cardona			TOTAL USD\$	

1.2. Valoración de la Falla

Evaluar con matriz de análisis de riesgos (RAM)

Este evento tiene criticidad relevante para el tipo de consecuencias por diferida de producción, así como por imagen de la organización.

2. ANALISIS DE FALLA

2.1 Descripción de los eventos

2.2 Evidencias

Aquí se deben plasmar las evidencias siguiendo el criterio de las 4P (papel, partes, posición y personas)

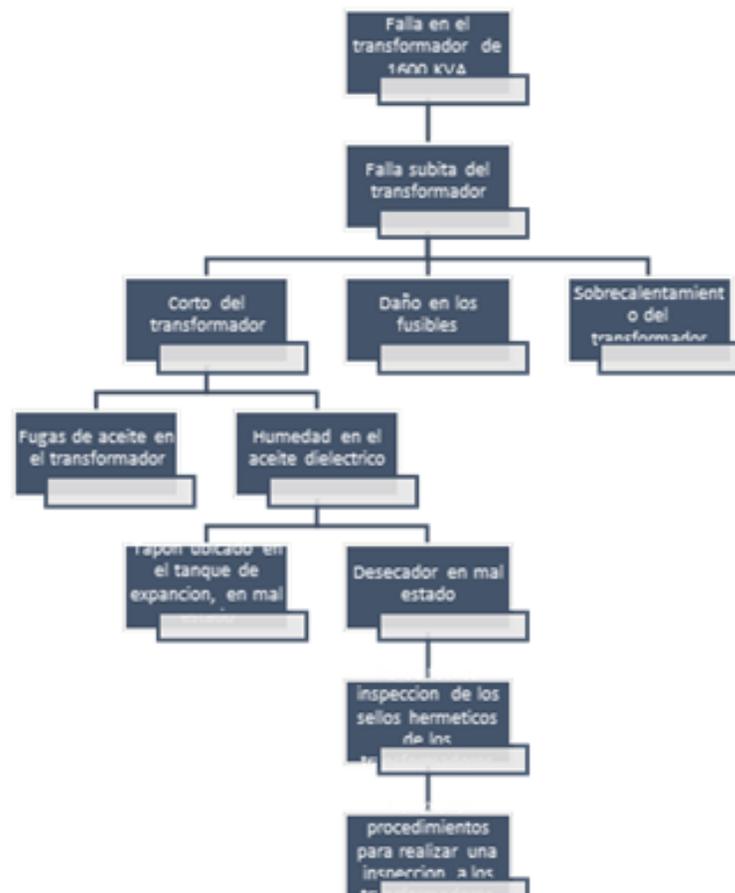
Los datos aquí registrados fueron suministrados por el grupo investigador.

2.3 Antecedentes a La Falla Actual

Se tiene reporte de casos similares en otras plantas

3. ANALISIS DE CAUSA RAIZ

3.1 Árbol Lógico De Falla



Activar Windows
Ve a Configuración

	DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	XXXXXXXXXX	
	REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLA	Versión 1	3/3

4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Acciones de Verificación

Acciones de verificación			
Hipótesis	Causas Físicas	Acción a verificar	Estado
Corto en el transformador	Tapones herméticos del transformador dañados	Validar el estado de los tapones del transformador	Validado
	Desecador en mal estado	Validar el estado del desecador del transformador	Descartado

4.2 Soluciones a Causa Raíz

Solución causa raíz					
Hipótesis	Causa Raíz	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento	Tipo Causa
Tapón hermético de aceite del transformador	Vida útil del repuesto cumplida	Validar tiempos de cambio de estos elementos con el promovedor			Física
	Falta de rutinas de inspección de los sellos del transformador	Diseñar procedimientos para inspección física de elementos del transformador, así como procedimientos para atacar problemas presentes en el análisis de aceites			Humana
	No se encuentra un procedimiento claro para la inspección de transformadores	Diseñar procedimientos para inspección física de elementos del transformador, así como procedimientos para atacar problemas presentes en el análisis de aceites			Latente

Activar Windows
Ve a Configuración

4.3 Acciones de mejoramiento

Acciones de mejoramiento				
Hipótesis	Hallazgos	Acción a implementar	Responsable	Cumplimiento
No se realizan las recomendaciones sacadas del análisis de aceite realizadas por el promovedor	No se realizan las actividades recomendadas por proveedor	Realizar matriz de criticidad para problemas que presenten los transformadores, después del análisis de aceite, y elaborar procedimientos para la solución a estos problemas		

Modificó: Grupo Confiabilidad de Equipo	Revisó: Coordinador IMC	Aprobó: Director Mantenimiento
Fecha:	Fecha:	Fecha:

ANEXO J. RCM

Equipo: Clasificadora electrónica de arroz		Equipo de trabajo	Fecha de Realización
Componente		Aprobado por	Fecha de Aprobación
FUNCIÓN	FALLA DE LA FUNCIÓN	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA
Clasificar arroz a una razón de 10 ton/hora	Incapaz de clasificar arroz blanco	Los vibradores dejan de funcionar	Se para el flujo del producto
		No tiene la presión de aire adecuada	La máquina emite en la pantalla una alarma que no deja funcionar la maquina
		Los eyectores están desactivados en la pantalla	El flujo de producto no se interrumpe la máquina, pero la calidad de producto se afecta
		En la tolva hay objetos extraños que impiden el paso del arroz	Se interrumpe la entrada de producto a la maquina
		Los fusibles de protección se queman	La máquina indica una alarma y no permite activar el resto de funciones
	Clasificar a menos de 10 ton/hora	Los vibradores están descalibrados	Los flujos de los vibradores son diferentes presentan ruidos extraños
		Falla de producto	Cuando el flujo es menor al de la capacidad de la maquina esta funciona pero pierde eficiencia
Clasificar partículas negras en el producto	No se puede clasificar partículas negras	Las cámaras se descalibran	Al descalibrarse una cámara la maquina no puede ver la partícula negra a sacar
		El fondo no es el adecuado	La intensidad de luz fluorescente no es la indica para ver las partículas



CLASIFICADORA DE ARROZ

RCM

Equipo: Clasificadora automática de arroz		Equipo de trabajo	Fecha de Realización
Componente		Aprobado por	Fecha de Aprobación
FUNCION	FALLA DE LA FUNCION	MODO DE FALLA	EFFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA
Empacar bolsas de 500 g de arroz blanco a una razón de 60 bolsas/minuto	Incapaz de empacar arroz blanco	Los servomotores dejan de funcionar	Cuando los servos no trabajan la maquina no arrastra la lámina de plástico y por consiguiente no se pueden formar las bolsas
		No tiene la presión de aire adecuada	No hay refrigeración en los selles y por tanto la bolsa se abre
		El moto reductor del dosificador falla por falta de aceite	El dosificador no gira y por tal motivo no hay suministro de arroz a la maquina ni regulación de peso.
		La fotocelda no funciona	La máquina no desplaza la lámina de plástico
	Empacar bolsas de 500 g a menos de 60 bolsas/minuto	Los servomotores se desprograman debido a fallas eléctricas	El arrastre de la maquina se hace más lento
Dosificar 500 g de arroz blanco	Dosificar menos de 500 g de arroz blanco	Los vasos del dosificador se desgastan	Las bolsas de arroz salen con menos peso y por lo tanto se consideran como averías
Formar bolsas de 500 g	No se puede formar bolsas	El cuello formador se desgasta	Raya la bolsa y deja anomalías en la presentación
Sellar horizontalmente y verticalmente las bolsas de 500 g	No se puede sellar las bolsas	Los bancos de tiristores no funciona	No llegan los impulsos de energía a la mordaza que hacen el selle en las bolsas



CLASIFICADORA DE ARROZ

RCM