



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA EVALUACIÓN Y
MONITOREO DE SÓLIDOS EN LAS AGUAS DEL AREA DE
PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA PASTA EN LA
PLANTA PULPA EN LA EMPRESA MOLDEADOS ANDINOS
C.A.**

Autor:
Bruguera, Francisco
C.I.:
26.759.274

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA EVALUACIÓN Y
MONITOREO DE SÓLIDOS EN LAS AGUAS DEL AREA DE
PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA PASTA EN LA
PLANTA PULPA EN LA EMPRESA MOLDEADOS ANDINOS
C.A.**

**Informe de pasantía presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor:

Bruguera, Francisco
C.I.: 26.759.274

Tutora Académica:

Ing. Gina De Marco
C.I.: 9.090.618

San Diego, Mayo de 2021



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Gina De Marco portador de la cédula de identidad N° 9.090.618, en mi carácter de tutor del informe de pasantía presentado por Francisco Bruguera, portador de la cédula de identidad N° 26.759.274, titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE SÓLIDOS EN LAS AGUAS DEL AREA DE PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA PASTA EN LA PLANTA PULPA EN LA EMPRESA MOLDEADOS ANDINOS C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, acepto la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación según las condiciones de la coordinación de pasantías y trabajo de grado de la facultad de ingeniería de la universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los once días del mes de Mayo del año dos mil veinte y uno.

Ing. Gina De Marco
C.I.: 9.090.618

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía y brindarme la fortaleza y perseverancia para cumplir cada objetivo planteado. A mis amados padres Rhaiza Pérez y Antonio Bruguera que han hecho lo imposible para cumplir mis sueños y objetivos. A mi tía Thanya Pérez por la asesoría, sus consejos y su apoyo incondicional, a mis abuelos y a toda mi familia por el apoyo que me ofrecieron durante toda mi carrera, estando siempre presentes en todo momento durante el transcurso y culminación de este paso tan importante en la vida.

A mis compañeros y amigos que me regalo la universidad Jorge Mendoza, Cesar Torres, William Niño, Luis Álvarez, Odarlys Montes de Oca, María Hurtado y Oriana Mata por acompañarme durante este trayecto y su apoyo constante e incondicional. A mis amigos Daniel Alvarado, Gabriel Márquez, Javier Nácar, Brian Suarez, Jesús Abraham, Fernando Aranguren y Santiago Aranguren y a todas aquellas personas especiales por sus ánimos constantes, apoyo y comprensión en todo momento.

A los todos los profesores desde el primer hasta el último semestre por compartir sus conocimientos y experiencias de gran ayuda en mi formación académica.

A la Ing. Gina De Marco, mi tutora académica por su valiosa asesoría, gracias por su tiempo y colaboración para el logro de los objetivos planteados.

A la Universidad José Antonio Páez por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesional.

A la empresa Moldeados Andinos C.A. por darme la oportunidad de realizar mi proyecto dentro de sus instalaciones, en especial al Ingeniero Héctor Villasmil y al Gerente de Calidad Abelardo Páez por brindarme la información necesaria para la realización de este proyecto y por el apoyo que me dieron durante el transcurso de la pasantía.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de grado a Dios por ser mi fortaleza, a mi madre Rhaiza Pérez por enseñarme a ser siempre disciplinado, paciente y constante, y hacerme la persona que soy hoy en día, por guiarme siempre para salir adelante, por su apoyo con todo lo relacionado a mi vida y mi carrera, por sus ánimos para seguir mejorando siempre y seguir creciendo. Este logro es dedicado para ella. A mi padre Antonio Bruguera por enseñarme a ser un hombre fuerte y por su esfuerzo por cumplir mis objetivos y ser el hombre más importante y especial de mí vida.

A mi tía Thanya Pérez por ser un guía en las últimas etapas de mi carrera, por siempre estar pendiente y por ayudarme en ciertas etapas, por sus consejos y más que nada por el apoyo y el amor que siempre me ha brindado a mí durante mi vida y parte importante de mi carrera universitaria. A mi abuela Thanya Ojeda por su amor tan grande, su apoyo inmensurable durante mi carrera y por enseñarme a ser fuerte, y a mi abuelo Wilfredo Pérez por darme ánimos y el cariño brindado durante mi carrera y mi vida.

A mi tía Belén por la gran ayuda que me ha brindado durante toda mi carrera universitaria, por siempre estar pendiente de mí, y el amor y cariño que siempre me ha brindado a pesar de estar muy lejos. A mi tía Rhaiza por el apoyo durante diversas etapas de mi carrera, por estar siempre a disposición cuando lo necesitaba y por su amor incondicional que siempre me ha mostrado en la vida. A mi abuela paterna Isabel Farfán, a todos mis tíos Verónica Pérez, Mónica Pérez, Wilfredo Pérez, Carlota Ojeda, Laura Bruguera, Isabel Bruguera, Franco Bruguera, Eduardo Madero, Alejandro Blanco, y a mis primos Stefanny Rangel, Ashlee Pinto, Marco Pinto, Gustavo Pinto, Rubén Darío y a los pequeños de la casa Rodrigo, David, Samantha, Diego, Nathalia, Luis y Isabella.

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|------|
| DEDICATORIA | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | xi |
| RESUMEN INFORMATIVO | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPITULOS.

I: LA EMPRESA.

| | |
|--|----|
| 1.1. Descripción de la Empresa..... | 3 |
| 1.2. Organigrama General de la Empresa | 6 |
| 1.3. Visión. | 7 |
| 1.4. Misión. | 7 |
| 1.5. Objetivos de la Empresa. | 8 |
| 1.6. Descripción en donde se ha desarrollado la pasantía. | 10 |

II: EL PROBLEMA.

| | |
|--|----|
| 2.1. Planteamiento del problema..... | 12 |
| 2.2. Formulación del Problema. | 20 |
| 2.3. Objetivos de la Investigación. | 20 |
| 2.3.1. Objetivo General..... | 20 |
| 2.3.2. Objetivos Específicos. | 20 |
| 2.4. Justificación del Problema. | 21 |
| 2.4.1. Limitaciones. | 22 |

III: MARCO TEÓRICO.

| | |
|---|----|
| 3.1. Antecedentes. | 23 |
| 3.2. Bases Teóricas..... | 26 |
| 3.2.1 Fibra Celulosa. | 26 |
| 3.2.2 Pulpa. | 26 |
| 3.2.3 Preparación de la Pulpa. | 26 |
| 3.2.4 Refinación en la Industria Papelera. | 27 |
| 3.2.5 Proceso de Acondicionamiento de la Pulpa..... | 27 |
| 3.2.6 El Agua y su Tratamiento. | 30 |
| 3.2.7 Tipos de Agua en el Sistema. | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.2.8 Flotación. | 40 |
| 3.2.9 Bombas Centrífugas..... | 42 |
| 3.2.10. Máquinas Moldeadoras..... | 43 |
| 3.2.11 Regaderas de Palma y Aguja. | 44 |
| 3.2.12. Plan de Mejoras. | 45 |
| 3.2.13. Sistema de Gestión. | 46 |
| 3.2.14. Gráfico de Control. | 47 |
| 3.2.15. Diagrama de Ishikawa. | 57 |
| 3.2.16. Los cinco porqué..... | 58 |
| 3.2.17. Diagrama de Pareto..... | 59 |
| 3.3 Definición de Términos Básicos | 61 |

IV: MARCO METODOLÓGICO

| | |
|--|----|
| 4.1. Tipo de Investigación. | 63 |
| 4.2. Diseño de la Investigación. | 63 |
| 4.3. Nivel de Investigación..... | 64 |
| 4.4. Población y Muestra..... | 64 |
| 4.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. | 65 |
| 4.5.1. Técnicas para la recolección de datos..... | 65 |
| 4.5.2. Instrumentos de recolección de datos. | 66 |
| 4.6. Técnicas de Análisis de Datos..... | 67 |
| 4.7. Fases de la Investigación..... | 67 |

V: RESULTADOS.

| | |
|---|-----|
| 5.1. Fase I: Estudiar el funcionamiento del sistema actual de agua en el proceso de preparación y tratamiento en la planta pulpa. | 70 |
| 5.2. Fase II: Realizar un registro de los sólidos suspendidos (ppm) en el agua de las tinas contenedoras 120, 209, 211 y la 221 a partir de un muestreo experimental. | 76 |
| 84 | |
| 5.3. Fase III: Analizar las posibles causas potenciales que pudieran generar el incremento o la presencia de estos sólidos suspendidos en las aguas de proceso. | 84 |
| 5.4. Fase IV: Proponer un plan de mejora para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinas 120, 209, 211 y 221 del área de preparación y tratamiento de la pasta en la planta pulpa. | 113 |
| 5.4.1. Mejorar el plan de muestreo experimental. | 116 |
| 5.4.2 Mejorar la Hoja de cálculo de formato digital..... | 119 |

| | |
|--|-----|
| 5.4.3. Valores estándares de los Clarificadores DAF y Krofta, y de las bombas centrífugas 802 y 1211..... | 123 |
| 5.4.4. Implementación de un Mantenimiento Correctivo y Preventivo..... | 124 |
| 5.5. Fase V: Evaluar los costos económicos, sociales y operativos de la implementación del sistema de gestión..... | 136 |
| 5.5.1. Costos Incurridos para la Implementación del Plan de Mejoras. | 136 |
| 5.5.2. Análisis de relación Costo-Beneficio. | 138 |
| 5.5.3 Factibilidad operativa de las propuestas | 140 |
| 5.5.4 Factibilidad Ambiental | 140 |
| 5.5.5 Factibilidad Técnica..... | 142 |
| 5.5.6 Factibilidad Social | 142 |
| CONCLUSIONES | 144 |
| RECOMENDACIONES | 146 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 148 |

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS.

| | |
|---|----|
| Figura 1 Empresa MOLANCA C.A..... | 5 |
| Figura 2 Bandejas y envases MOLANCA C.A. | 5 |
| Figura 3 Regadera de la máquina moldeadora..... | 13 |
| Figura 4 Tina 209 | 32 |
| Figura 5 Tina 211 | 32 |
| Figura 6 Tina 221 | 33 |
| Figura 7 Tina 120..... | 33 |
| Figura 8 Embudo y Matraz. | 34 |
| Figura 9 Papeles filtrantes..... | 34 |
| Figura 10 Balanza Digital. | 35 |
| Figura 11 Horno Industrial..... | 35 |
| Figura 12 Clarificador DAF..... | 40 |
| Figura 13 Clarificador Krofta. | 40 |
| Figura 15 Moldeadora Keyes B-6..... | 43 |
| Figura 14 Moldeadora Hartmann..... | 43 |
| Figura 16 Regadera de aguja Hartmann..... | 45 |
| Figura 17 Regadera de Palma Hartmann. | 45 |

| | |
|--|-----|
| Figura 18 Regadera de aguja Keyes B-6..... | 45 |
| Figura 19 Tabla distribución normal estandarizada..... | 56 |
| Figura 20 Diagrama de los equipos de la planta pulpa..... | 71 |
| Figura 21 Diagrama de flujo de la pulpa papelera..... | 71 |
| Figura 22 Diagrama de flujo de agua para la moldeadora Keyes B-6..... | 72 |
| Figura 23 Diagrama de flujo de agua para la moldeadora Hartmann..... | 72 |
| Figura 24 Tina 211..... | 73 |
| Figura 25 Bomba 1211..... | 73 |
| Figura 26 Tina 209..... | 74 |
| Figura 27 Clarificador Krofta..... | 74 |
| Figura 28 Tina 120..... | 75 |
| Figura 29 Bomba 802..... | 75 |
| Figura 30 Tina 221..... | 75 |
| Figura 31 Clarificador DAF..... | 76 |
| Figura 32 Vaso de toma de la muestra..... | 77 |
| Figura 33 Probeta milimetrada..... | 77 |
| Figura 34 Papel filtrante..... | 77 |
| Figura 35 Balanza digital..... | 77 |
| Figura 36 Filtro de aire..... | 78 |
| Figura 37 Embudo y Matraz..... | 78 |
| Figura 38 Papeles filtrantes después de la prueba..... | 79 |
| Figura 39 Indicador de salida de la bomba 1211..... | 80 |
| Figura 40 Indicador de presión de entrada de aire del Krofta..... | 80 |
| Figura 41 Diagrama de proceso del muestreo de agua y de nivel de presión de los equipos..... | 81 |
| Figura 42 Diagrama de Ishikawa de la variación de nivel de sólidos suspendidos. . | 105 |
| Figura 43 Mejora de la Hoja de cálculo para el control diario de la moldeadora Keyes (1)..... | 120 |
| Figura 44 Mejora de la Hoja de cálculo para el control diario de la moldeadora Keyes (2)..... | 120 |
| Figura 45 Mejora de Hoja de cálculo en los gráficos de ppm y eficiencia del clarificador (1)..... | 121 |
| Figura 46 Mejora de Hoja de cálculo en los gráficos de ppm y eficiencia del clarificador (2)..... | 121 |
| Figura 47 Mejora hoja de cálculo gráficos de control (1)..... | 122 |

| | |
|---|-----|
| Figura 48 Mejora Hoja de cálculo gráficos de control (2)..... | 122 |
|---|-----|

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Unidades producidas en la máquina moldeador Keyes B-6. | 14 |
| Tabla 2 Unidades producidas en la máquina moldeadora Hartmann..... | 15 |
| Tabla 3 Mantenimiento de la máquina moldeadora Keyes B-6..... | 16 |
| Tabla 4 Mantenimiento de la máquina moldeadora Hartmann..... | 18 |
| Tabla 5 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 221..... | 81 |
| Tabla 6 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 120..... | 82 |
| Tabla 7 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 209..... | 82 |
| Tabla 8 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 211..... | 82 |
| Tabla 9 Eficiencia promedio mensual del Clarificador Krofta. | 82 |
| Tabla 10 Eficiencia promedio mensual del Clarificador DAF..... | 82 |
| Tabla 11 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Agosto. | 84 |
| Tabla 12 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Agosto. | 86 |
| Tabla 13 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre. | 87 |
| Tabla 14 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre. | 88 |
| Tabla 15 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Septiembre. | 89 |
| Tabla 16 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Octubre..... | 90 |
| Tabla 17 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Noviembre. | 91 |
| Tabla 18 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre). | 94 |
| Tabla 19 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre. | 97 |
| Tabla 20 Control diario de presión de los equipos de la Hartmann (Septiembre). | 97 |
| Tabla 21 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Septiembre. | 98 |
| Tabla 22 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre). | 98 |
| Tabla 23 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Octubre..... | 99 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 24 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre). | 100 |
| Tabla 25 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Octubre. ... | 101 |
| Tabla 26 Control diario de presión de los equipos de la Hartmann (Octubre). | 102 |
| Tabla 27 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Noviembre. | 102 |
| Tabla 28 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Noviembre. | 104 |
| Tabla 29 Tabla de frecuencia de causas que pudieran generar la variación de ppm. | 111 |
| Tabla 30 Tabla de las causas ordenadas de acuerdo a la frecuencia en que ocurren. | 112 |
| Tabla 31 Mantenimiento correctivo de los equipos y procesos involucrados. | 126 |
| Tabla 32 Plan de Mantenimiento preventivo (1)..... | 134 |
| Tabla 33 Plan de mantenimiento preventivo (2)..... | 134 |
| Tabla 34 Resumen de los costos incurridos en el plan de mejora para el muestreo de los sólidos suspendidos en las tinas contenedoras. | 137 |
| Tabla 35 Valoración de impacto ambiental. | 141 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 Ejemplo de Gráfico de Control: Punto situado más allá de los límites. | 52 |
| Gráfico 2 Ejemplo de Gráfico de Control: 6 puntos consecutivos en un mismo lado. | 53 |
| Gráfico 3 Ejemplo de Gráfico de Control: Tendencia Creciente dentro de los límites. | 53 |
| Gráfico 4 Ejemplo de Gráfico de Control: Puntos consecutivos alternado arriba y debajo de la media..... | 54 |
| Gráfico 5 Niveles promedios de PPM de las Tinas 221 y 120..... | 83 |
| Gráfico 6 Niveles Promedios de PPM de las Tinas 209 y 211. | 83 |
| Gráfico 7 Eficiencia promedio de los Clarificadores DAF y Krofta. | 84 |
| Gráfico 8 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 221..... | 92 |
| Gráfico 9 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 120..... | 93 |
| Gráfico 10 Eficiencia del clarificador DAF. | 94 |
| Gráfico 11 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 209..... | 95 |
| Gráfico 12 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 211..... | 95 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico 13 Eficiencia del clarificador Krofta..... | 96 |
| Gráfico 14 Diagrama de Pareto de las causas atribuibles a la generación de sólidos suspendidos. | 112 |



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA PARA EL ANÁLISIS DE LOS
SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN LAS AGUAS DEL ÁREA DE PREPARACIÓN
Y TRATAMIENTO DE LA PASTA EN LA PLANTA PULPA DE LA
EMPRESA MOLANCA C.A.**

Autores: Bruguera, Francisco.

Tutor: Ing. Gina De Marco.

Fecha: Mayo de 2021.

RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación se desarrolla en la planta pulpa de la empresa Moldeados Andinos C.A., ubicada en la Av. Domingo Olavarría, Zona industrial Sur, Valencia, Estado Carabobo, la cual se dedica a la fabricación de productos en base de plástico, pulpa y aluminio que son parte de la cadena de alimentos. Dentro del proceso de preparación y tratamiento de la pasta se encuentra un sistema de agua el cual permite el transporte, desfibrado y separación de materiales no deseados de la fibra celulosa. Este está compuesto en su mayoría por agua gris, la cual se somete a un proceso de clarificación para la eliminación de sólidos suspendidos en este, sin embargo, aún se presentan dichos sólidos ya que estos van a depender de la eficiencia de los clarificadores. Como no se cuenta con una data en relación a la presencia y comportamiento de estos sólidos, surge el fin de estudio, que se basa en proponer un plan de mejoras con el fin de llevar un control y registro de estos sólidos, y la consecuencia que podrían implicar en el proceso de producción de la planta. Este plan cuenta con estrategias de ingeniería que tienen como finalidad lograr cambios representativos que perduren en el tiempo con la inclusión de todo el equipo de trabajadores. La investigación se elaboró bajo la modalidad cuantitativa con un diseño de campo y documental, y un nivel descriptivo; tomando como población a la empresa, y destacando a la línea de producción como la muestra. Aunado a ello, se empleó como técnicas de recolección de datos: la observación directa, la entrevista no estructurada y la revisión bibliográfica y documental.

Descriptor: Mejora continua, Plan de Mejoras, Sólidos Suspendidos, Organización

INTRODUCCIÓN

El comportamiento del mercado actual se rige por los requerimientos de los clientes, que buscan día a día satisfacer su demanda con productos cada vez más personalizados o hechos a la medida. En este sentido, se hace necesario que todas las empresas se vean en la obligación de fabricar y elaborar lo que el cliente solicita en cantidad, oportunidad, calidad y por supuesto, con un precio competitivo. Es por todo ello que las empresas requieren medios productivos flexibles que le permitan responder a estas necesidades con nuevos productos, o productos modificados, utilizando los recursos disponibles de la manera más eficiente posible.

Por lo anterior, las compañías han empezado a utilizar herramientas de mejora de procesos como la manufactura esbelta o lean manufacturing que provee técnicas que permiten optimizar los tiempos de operación, mejorar los procesos, estandarizar, eliminar los desperdicios, realización de nuevos registros, control de datos, para minimizar la variación de los procesos.

Esta investigación surgió con el objetivo de proponer un plan de mejora basado en un sistema de gestión para el control y análisis de los sólidos suspendidos en las aguas que se utilizan en el proceso de preparación y tratamiento de la pasta en la planta pulpa, a fin de atacar la falta de documentación y datos en relación al comportamiento de los sólidos suspendidos en el agua gris que es de mayor uso en la planta, y en el agua clarificada; y también en base a esto determinar y tomar acciones para monitorear esto evitando así la fabricación de productos finales no conformes o defectuosos, trayendo como consecuencia la inconformidad de parte de los clientes con respecto al producto requerido debido al taponamiento de las regaderas de palma y aguja que limpian los moldes y el producto moldeado en las máquinas moldeadoras.

Con el fin de lograr este objetivo se realizará un muestreo y cálculo de ppm en estas aguas y con ello llevar un registro de su comportamiento, y a partir de herramientas de mejora continua se analizará las posibles causas potenciales que

pudieran generar esos sólidos y con ello establecer un plan de mejoras. Asimismo se presentará la metodología utilizada y sus fases de implementación.

Una vez realizada esta aplicación, se mostrarán dichos resultados obtenidos, así como las conclusiones de trabajo de investigación. Sintetizando un poco, la estructuración del presente trabajo está conformada por cinco capítulos los cuales se describen a continuación:

- Capítulo I; se presenta la descripción de la empresa, su estructura organizacional, como también la misión, visión y objetivos de la empresa, y por consiguiente en donde se ha desarrollado la pasantía.
- Capítulo II; corresponde al planteamiento y formulación del problema, así como también el objetivo general y específico, la justificación de la investigación en la que se especificara las razones por las cuales se realiza la investigación y los posibles aportes y por último los alcances que se esperan obtener.
- Capítulo III; pertenece al marco teórico, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas las cuáles serán las que respalden los conocimientos descritos y la definición de términos.
- Capítulo IV; se describe el marco metodológico en el que se expone cada uno de los objetivos planteados en el proyecto, como lo es el tipo, diseño y nivel de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases de la investigación.
- Capítulo V; Resultados, se presenta la descripción y análisis del muestreo de los sólidos suspendidos, mostrándose los datos obtenidos producto de la observación directa y de las entrevistas no estructuradas aplicadas al personal, luego se presenta las propuestas para el plan de mejora basadas en los resultados obtenidos en la investigación, las conclusiones y recomendaciones del tema tratado y posteriormente las referencias bibliográficas pertinentes.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la Empresa.

Moldeados Andinos C.A. (MOLANCA) es una empresa ubicada en Av. Domingo Olavarría, en la Zona Industrial Sur, Valencia - Edo. Carabobo, Venezuela, encargada de la fabricación de productos de Plástico, Pulpa y Aluminio, que son parte de la cadena de alimentos. MOLANCA C.A. se encarga de agrupar y suministrar este tipo de envases a cadenas de supermercados, abastos, puestos de comida rápida y, sobre todo a empresas relacionadas en el mercado avícola tanto a nivel nacional como internacional, con el objetivo fundamental de promover el desarrollo sectorial y defender a la industria nacional, a fin de convertirla en uno de los pilares fundamentales del crecimiento social y económico de Venezuela.

MOLANCA es una empresa con más de 40 años de experiencia en la elaboración de productos de pulpa, iniciándose en Mayo de 1969 donde un grupo de emprendedores venezolanos funda la sociedad Productos Moldeados C.A., PROMOLCA, para dedicarse a la fabricación de envases moldeados a base de papel destinados a la satisfacción del mercado nacional emergente en ese momento. Luego de estos primeros años, el 15 de Octubre de 1974, es fundada la compañía Moldeados Andinos, C.A, MOLANCA, en la cual los emprendedores de PROMOLCA se asociaron con el grupo colombiano Carvajal y con el grupo norteamericano Keyes Fibre, para la fabricación de envases de pulpa moldeada, con una visión internacional, teniendo como mercado–meta, los países del recién conformado Bloque Andino.

En los años 1980, MOLANCA encuentra una nueva oportunidad de negocios en el sector de envases plásticos y se funda la compañía filial PLÁSTICOS MOLANCA con operaciones en las adyacencias de su ya establecida planta de pulpa. Produciendo espuma de poliestireno, PLÁSTICOS MOLANCA conquistó un posicionamiento

importante en el mercado nacional venezolano. A finales de los años 90, el grupo inició operaciones de producción de bandejas de Foil de aluminio, agregando un negocio más a su actividad productiva.

En el transcurso de estos años, MOLANCA se convierte en un exportador hacia los países de Centroamérica y el Caribe, incursionando incluso en el mercado norteamericano. Como parte del desarrollo de su visión estratégica, a mediados de los años 1990, MOLANCA funda su primera filial en el exterior, Moldeados Panameños S.A., MOLPASA, para situarse en el mercado centroamericano operando en la Ciudad de Panamá. En el año 2000 es fundada Moldeados Dominicanos S.A., MOLDOSA, en la República Dominicana. En el año 2002 se inauguró Guatemalteca de Moldeados S.A., GUAMOLSA, consolidando la presencia de MOLANCA en Centroamérica, en un mercado cada vez más creciente.

Hoy en día, el grupo MOLANCA está conformado por estas seis plantas que actúan en los exigentes mercados de Centroamérica y el Caribe. MOLANCA C.A. está estructurada en tres líneas de producción, que son la Pulpa, el Plástico y el Aluminio, este último no se encuentra operativo debido a la falta de materia prima para la elaboración de productos relacionados a este, por lo que actualmente las plantas que están llevando a cabo el proceso de producción son las de Plástico y Pulpa.

Actualmente la organización cuenta con un área de 64300 m² de terreno, sus instalaciones cuenta con áreas de oficinas, en la cual se desarrollan las actividades administrativas: Gerencia de Negocios, Administración y Compras, Recursos Humanos, Gestión de la Calidad, entre otras; paralelamente existen las siguiente áreas relacionadas: Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad, Almacén de insumos y repuestos, Taller Mecánico, Servicio Médico, departamento de Higiene y Seguridad Industrial y otros (Ver figuras 1 y 2).



Figura 1 Empresa MOLANCA C.A.
Fuente: Bruguera F. (2020)



Figura 2 Bandejas y envases MOLANCA C.A.
Fuente: MOLANCA C.A. (2018).

1.2. Organigrama General de la Empresa.

La estructura organizacional de MOLANCA C.A, está conformada fundamentalmente por dos niveles: el nivel corporativo y el nivel funcional. Nivel corporativo: Es el que ejecuta la máxima dirección y administración de la compañía, el cual está constituido por:

La Presidencia; es el nivel ejecutivo más alto, una forma corporativa y centralizada de pensar y actuar, para aprovechar al máximo la capacidad disponible y permitir la flexibilidad, agilidad, respaldo y continuidad operativa requeridas por las responsabilidades y tareas corporativas del que la integran, el presidente, las cuales son variadas, complejas y exigentes.

La Junta Directiva; es el órgano ejecutivo que posee las más amplias atribuciones de planificar, dirigir, organizar y el control de las actividades, dentro de las normas establecidas y las disposiciones legales y estatutarias.

La Gerencia General; Es la responsable de que las demás gerencias operen eficientemente y de que los resultados estén acorde con las políticas, metas y objetivos trazados por la empresa, entre las gerencias que componen la gerencia general tenemos:

La Gerencia de Administración; encargada de todo lo referente al área administrativa, la cual comprende: el Departamento de Contabilidad, en el cual se encuentran las áreas de Cuentas por Pagar, Cuentas por Cobrar y Computación; el Departamento de Contabilidad de Costos, en el cual se encuentra las áreas de Materiales - Mano de Obra y de Gastos Departamentales; el Departamento de Compras y Almacenes, comprendido por las áreas de Compras, Materia Prima, Suministro de Repuestos y Producto Terminado; el Departamento de Servicios Administrativo, en el que se incluyen las áreas de Facturación, Despacho, Seguridad Industrial y Servicios Generales.

La Gerencia de Producción; es la responsable de velar todo lo referente al proceso de producción. Esta comprende los distintos Departamentos de la División Pulpa, División Aluminio y la División Plástico; en el cual están las diversas áreas:

Línea de Producción; en el que se encuentra el supervisor de producción, el operario, apiladores y preparadores; Departamento de Planificación, el cual programa la producción, control de inventario y la eficiencia; el Departamento de relaciones Industriales, representada por el área de Reclutamiento y selección, Adiestramiento y Planes sociales; por último el Departamento de Mantenimiento, conformada por las áreas de Mantenimiento Mecánico, Mantenimiento Eléctrico y Proyectos-Proceso.

Nivel funcional; Es el encargado de desarrollar las operaciones y los planes estratégicos para el logro de los objetivos de la empresa. Dicho nivel se encuentra dividido en Funciones de Operaciones, encargadas de desarrollar las actividades básicas de la empresa y las Funciones de Apoyo, tienen como finalidad brindar los servicios y asesorías fundamentales para el desarrollo de los objetivos de la compañía.

1.3. Visión.

La visión de la empresa es:

“Ser la corporación productora de empaques ecológicos más rentable de Latinoamérica, ofreciendo productos y marcas de calidad en los distintos segmentos del mercado, fortaleciendo su posición, buscando lograr así la excelente atención y servicio al cliente”.

1.4. Misión.

MOLANCA C.A. tiene como misión la creación de valores y de un mundo mejor mediante soluciones competitivas de empaques ecológicos; ser una corporación comprometida con el bienestar de la gente:

“La Corporación a la cual aspiramos es una Organización financieramente sólida e innovadora, reconocida nacional e internacionalmente por su capacidad para satisfacer necesidades de empaque con diversas soluciones de alta calidad a precios competitivos. Queremos que nuestra empresa sea un modelo de gestión gerencial, con personal altamente calificado y motivado, con tecnología de punta, caracterizada por un crecimiento planificado, moderado y sostenido, y preocupada por la conservación del ambiente y la calidad de vida de la sociedad”.

1.5. Objetivos de la Empresa.

En MOLANCA C.A. están comprometidos con las prácticas corporativas transparentes y razonables, labor que desarrollan cumpliendo la legislación vigente, normas y políticas internas; compitiendo en los mercados basados en precios, calidad, servicio y estrategia comercial, acordes a sus principios y valores. Tienen el compromiso de generar rentabilidad razonable y crear valor en la inversión a largo plazo para hacer sostenible la empresa, producir bienes y servicios de calidad y generar trabajo y bienestar para sus colaboradores.

Cumplir con los más estrictos estándares de calidad y suministro de sus productos a los consumidores es lo que se busca en MOLANCA C.A. La Directiva expresa su Política de la Calidad a través de su misión; dicha política está definida en:

“Somos una organización comprometida a explorar, anticipar y satisfacer mediante la mejora continua, las necesidades de empaques de los mercados nacionales e internacionales, que ofrece una extensa variedad de productos de alta calidad a precios competitivos.”

Para cumplir con esta política, se han definido los siguientes lineamientos como parte de la dirección estratégica:

- Definir Calidad como cumplir o sobrepasar los requisitos aplicables de todos nuestros clientes incluyendo (Accionistas, Colaboradores y la comunidad).
- Mantener un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la prevención.
- Adoptar estándares de realización basados en la excelencia operacional.
- Mejorar continuamente la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Garantizar y promover la motivación y satisfacción de los colaboradores, generando un ambiente de trabajo que cumpla y supere sus expectativas.

Estos lineamientos están respaldados en los objetivos de la Calidad de MOLANCA C.A. La organización se asegura que esta política sea difundida,

conocida, entendida y aplicada permanentemente en todos los niveles de la organización y partes interesadas. Dichos Objetivos de Calidad son:

- Aumentar la satisfacción de los clientes de acuerdo a sus necesidades y expectativas.
- Mantener y mejorar continuamente la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001 Vigente.
- Lograr la eficiencia y eficacia de los procesos productivos.
- Capacitar al personal en función de las necesidades detectadas en la matriz de competencia y toma de conciencia a todos los niveles de trabajo que afecten el desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Mantener una posición de liderazgo en el mercado nacional en las divisiones de Pulpa y Plástico, y mantener la estrategia competitiva y comercial en la división de Aluminio.

Además de lograr una sinergia en cada grupo de trabajo que a su vez conforman un potencial único, de igual forma es esencial cumplir con los valores que tradicionalmente ha caracterizado a la empresa. Dentro de la empresa se sigue una filosofía de trabajo que amparan los valores de la empresa. Son 35 pilares o las bases filosóficas que conforman la raíz del modelaje relacional en MOLANCA C.A. Estas varían de acuerdo al valor que lo representan, pero todas juntas guían el comportamiento humano organizacional. Dichos valores representados en pilares son:

- Integridad: Humildad, Cortesía y Amabilidad, Respeto, Tolerancia y Prudencia, Ambiente positivo de trabajo.
- Liderazgo: Trabajo en equipo, Empatía, Sinceridad, Comunicación, Escuchar.
- Iniciativa: Responsabilidad, Puntualidad, Proactividad, Reconocimiento, Diversidad y cero discriminación.
- Cooperación: Compañerismo, Relaciones de confianza, Compartir social, Colaboración y apoyo, Tono conversacional.
- Superación: Desarrollo de otros, Aprender y enseñar, Conciencia de costos,

Vencer obstáculos, Compromiso.

- Mejora Continua: Estar siempre mejorando, Creatividad e innovación, Superar expectativas, El cliente es la razón de ser, Hacerlo bien desde la primera vez.
- Conservación: Familia, Calidad de vida, Conciencia Ecológica, Orden y Limpieza, Salud y Felicidad.

1.6. Descripción en donde se ha desarrollado la pasantía.

El Departamento de Producción de la División Pulpa de la empresa MOLANCA C.A., está encargado de velar por la manufactura de los procesos y productos que allí se elaboran para la satisfacción de sus clientes internos y externos, garantizando el desarrollo, implementación y revisión periódica del sistema basado en el Manual de la Calidad, actualmente el Departamento de Producción de la división de Pulpa se encuentra conformado por el Jefe de Producción de la Planta, Coordinador de Producción y los Ingenieros de Procesos.

El ingeniero de proceso tiene como propósito general analizar, supervisar y fomentar el desarrollo de los procesos de la empresa y que estos se efectúen bajo los parámetros establecidos por los mismos, además de la producción de los productos semi-elaborados y terminados cumpliendo con las exigencias del aseguramiento de la Calidad con el firme propósito de estandarizar los procesos para que sean orientados a la obtención de los niveles máximos de satisfacción de los clientes internos y externos, además de la estandarización de los procesos de producción, bajo las normas de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la prevención, asegurando la calidad de las materias primas, procesos y los productos, así como también velar por el buen funcionamiento de todos los programas de mejoras implementados y la certificación y mantenimiento del Sistema ISO 9001:2015.

Los ingenieros de procesos desarrollan actividades en el área de extrusión donde se manufacturan los separadores de 30 y 12 cavidades de huevos de gallina, El proceso de producción está estructurado por el ingreso de la materia prima a los

pulpers, los cuales pasan por un proceso de tratamiento y limpieza para que sean almacenados en las tinas contenedoras, y luego sean transportadas a las maquina moldeadoras para obtener así el producto terminado.

Este proceso en general amerita trabajos adicionales basados en estadísticas de procesos estudios de capacidades, recurrencia de fallas, mantenimiento preventivo, correctivo y la mejora continua de los procesos.

A si mismo también el ingeniero de procesos desarrolla actividades en el área de preparación, mediante los procedimientos de arranque, parada y puesta a punto de las maquinas moldeadoras, donde este depende esencialmente de las cavidades que son manufacturadas en el área de moldeo, para luego verificar las condiciones de formado de los productos terminados cumpliendo los estándares del aseguramiento de la calidad.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema.

MOLANCA C.A. está estructurada en tres líneas de producción, que son la Pulpa, el Plástico y el Aluminio, este último no se encuentra operativo debido a la falta de materia prima para la elaboración de productos relacionados a este, por lo que actualmente las plantas que están llevando a cabo el proceso de producción son las de Plástico y Pulpa.

En la Planta de Pulpa se lleva a cabo todo el proceso de preparación y tratamiento de la pulpa papelera para que posteriormente sea suministrada a las máquinas moldeadoras conocidas internamente como Keyes B-6 y Hartmann. Con la pulpa se fabrican separadores de 30 cavidades para los huevos de gallina, también estuches de 12 cavidades para estos mismos, y separadores de vasos, todo esto en base a materia prima reciclada.

El proceso de producción está estructurado por el ingreso de la materia prima a los pulpers, los cuales pasan por un proceso de tratamiento y limpieza para que sean almacenados en las tinas contenedoras, y luego sean transportadas a las moldeadoras. Dentro de este se encuentra un sistema de conexión y transporte el cual está dividido en dos partes: El sistema de agua en general, y el de la Pulpa o pasta papelera. El agua utilizada por la empresa es obtenida de un pozo ubicado en sus instalaciones y a su vez, se abastece del suministro de la región, posteriormente es almacenada en un tanque de concreto para ser separada en dos corrientes, la primera es utilizada en el sistema contra incendios y la segunda es bombeada hacia un tanque elevado que luego la distribuye hacia la división pulpa y la división plástico en dos corrientes independientes.

El agua es una sustancia de suma importancia en este proceso, ya que se utiliza en la preparación de pasta y fundamentalmente como medio de transporte de la fibra de celulosa con la que se fabrica el papel, adicionalmente se emplea para la separación de la fibra celulosa de aquellos materiales no deseados que pueden afectar las características y propiedades de la pulpa, afectando en sí a la calidad del producto final. El agua de mayor uso dentro de la preparación de la pulpa es el agua recuperada o mejor conocida como agua gris (agua de proceso), con ella se llenan los pulpers para el proceso de desfibrado, se realizan las diluciones para el control de consistencia, y además es utilizado en los equipos de limpieza de la Pulpa.

A pesar de que este tipo de agua es el de mayor uso en todo el proceso de preparación y tratamiento de la pulpa, su uso es limitado en diversas etapas del proceso, ya que esta contiene partículas o sólidos que están suspendidos en la misma. Existe un proceso para clarificar el agua gris o agua de proceso, el cual está bajo la responsabilidad de los clarificadores DAF y Krofta, los cuales se encargan de clarificar el agua gris o agua de proceso mediante un sistema de flotación por aire disuelto.

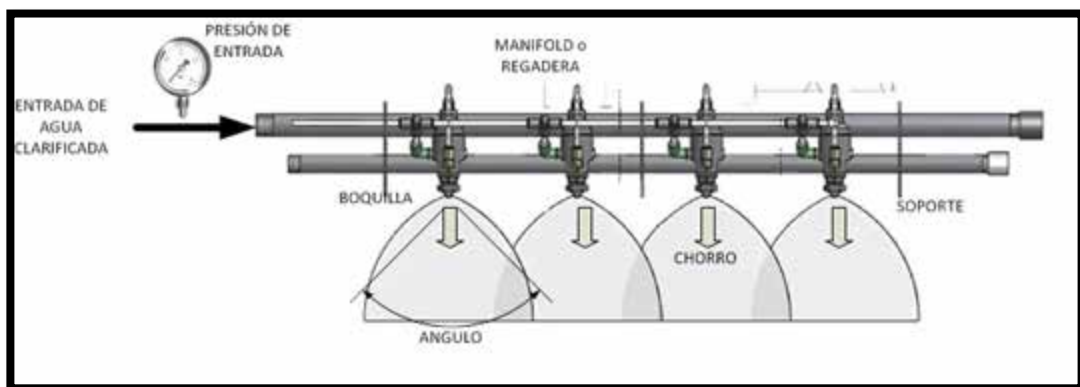


Figura 3 Regadera de la máquina moldeadora
Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A. (2018)

Sin embargo, este proceso de clarificación va a estar en función de la eficiencia del clarificador, por lo que el agua, aun pasando por este proceso, tiende a tener presencia de estos sólidos. A pesar de que en el pasado no se han presentado

inconvenientes en los equipos y maquinaria en la empresa MOLANCA C.A. y no hay información en relación a ello, la presencia de estos sólidos suspendidos puede presentar a largo plazo dentro del proceso, taponamientos de las regaderas de palma y aguja (oscilantes) de las máquinas moldeadoras (Ver Figura 3). Dicho taponamiento traería como consecuencia un acabado defectuoso por parte del producto moldeado, es decir un mayor rechazo del producto final. Esto es debido a que la regadera oscilante se encarga de limpiar el molde y quitar la rebaba y aquella pulpa restante o sobrante en el producto moldeado. Si la regadera se tapa y no cumple esta función, no tendrá un mejor desempeño, por lo que al final esto hace que el producto moldeado (cartón de huevo), venga con defectos en cuanto rebaba sobrante u otro defecto superficial, tal como se evidencia en la Tabla 1 y en la Tabla 2, que representan las unidades producidas y rechazadas por ambas máquinas moldeadoras.

Tabla 1 Unidades producidas en la máquina moldeador Keyes B-6.

| MÁQUINA MOLDEADORA KEYES B-6 | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ABRIL | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION (COLOMBIA) | 1.487.907 | 1.411.200 | 76.707 |
| SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 2.683.546 | 2.545.200 | 138.346 |
| SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 3.512.965 | 3.331.860 | 181.105 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (COLOMBIA) | 2.037.015 | 1.932.000 | 105.015 |
| SEP. SUPER POCKET NACIONAL BIPARTIDO | 17.713 | 16.800 | 913 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION BRASIL | 451.686 | 428.400 | 23.286 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION GRIS PERU | 593.391 | 562.800 | 30.591 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (GUATEMALA) | 3.064.379 | 2.906.400 | 157.979 |
| SEP. SUPER POCKET BIPARTIDO (GUATEMALA) | 97.422 | 92.400 | 5.022 |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION ECUADOR | 619.961 | 588.000 | 31.961 |
| TOTAL | 14.565.985 | 13.815.060 | 750.925 |
| MAYO | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION (COLOMBIA) | 1.604.547 | 1.528.800 | 75.747 |
| SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 4.654.948 | 4.435.200 | 219.748 |
| SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 2.721.705 | 2.593.220 | 128.485 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (COLOMBIA) | 881.619 | 840.000 | 41.619 |
| SEP. SUPER POCKET NACIONAL BIPARTIDO | 114.170 | 108.780 | 5.390 |

| | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION GRIS PERU | 1.707.108 | 1.626.520 | 80.588 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (GUATEMALA) | 2.688.938 | 2.562.000 | 126.938 |
| SEP. SUPER POCKET BIPARTIDO (GUATEMALA) | 872.803 | 831.600 | 41.203 |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION ECUADOR | 819.906 | 781.200 | 38.706 |
| TOTAL | 16.065.743 | 15.307.320 | 758.423 |
| JUNIO | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION (COLOMBIA) | 2.219.848 | 2.100.000 | 119.848 |
| SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 4.159.699 | 3.935.120 | 224.579 |
| SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 1.693.300 | 1.601.880 | 91.420 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (COLOMBIA) | 2.557.265 | 2.419.200 | 138.065 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION BRASIL | 870.180 | 823.200 | 46.980 |
| SEP. UNIVERSAL EXPORTACION (BRASIL) | 355.176 | 336.000 | 19.176 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION GRIS PERU | 2.255.366 | 2.133.600 | 121.766 |
| SEP. SUPER POCKET EXPORTACION (GUATEMALA) | 1.340.788 | 1.268.400 | 72.388 |
| SEP. SUPER POCKET BIPARTIDO (GUATEMALA) | 191.943 | 181.580 | 10.363 |
| TOTAL | 15.643.565 | 14.798.980 | 844.585 |

Fuente: Departamento de Producción MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 2 Unidades producidas en la máquina moldeadora Hartmann.

| MÁQUINA MOLDEADORA HARTMANN | | | |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ABRIL | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 2.239.725 | 1.806.001 | 433.724 |
| TOTAL | 2.239.725 | 1.806.001 | 433.724 |
| MAYO | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACION | 235.190 | 191.520 | 43.670 |
| SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 2.442.160 | 1.988.700 | 453.460 |
| TOTAL | 2.677.350 | 2.180.220 | 497.130 |
| JUNIO | | | |
| Producto | Unidades Producidas | Unidades Aceptadas | Unidades Rechazado |
| ESTUCHES EM 0512 GRIS NACIONAL | 431.590 | 342.720 | 88.870 |
| ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACION | 355.427 | 282.240 | 73.187 |
| SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 772.207 | 613.200 | 159.007 |
| TOTAL | 1.559.224 | 1.238.160 | 321.064 |

Fuente: Departamento de Producción MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

La importancia de aplicar una buena inspección y mantenimiento a los equipos que conforman este sistema es sumamente importante, y es por ello que la empresa realiza un mantenimiento semanal a las maquinas moldeadoras y a los equipos que involucran su proceso directamente de aproximadamente 3 horas, como se observa en las Tabla 3 y 4, ocasionando interrupción de la producción, pero siendo esto inevitable, ya que esto influye de manera positiva a la calidad del producto final, cumpliendo así con las especificaciones solicitadas por el cliente.

Tabla 3 Mantenimiento de la máquina moldeadora Keyes B-6.

| MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PRINCIPALES MOLDEADORA KEYES B-6 | |
|--|---|
| EQUIPO(S) | DESCRIPCIÓN |
| Reductores Stacker Inferior y Superior | Medición y registro de la vibración, temperatura y lubricación (nivel de aceite) |
| Motores Eléctricos Stacker Inferior y Superior | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Reductores Cadenas Inferior y Superior | Medición y registro de la vibración, temperatura y lubricación (nivel de aceite) |
| Motores Eléctricos Cadena Inferior y Superior | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Motores Eléctricos de los Extractores de aire caliente del horno | |
| Ventiladores de aire caliente | Chequeo de las condiciones del equipo, Medición y registro del sonido y vibración |

| | |
|---|---|
| Motores eléctricos de los ventiladores de aire caliente | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Ventiladores de salida de gases (Extractor) | Chequeo de las condiciones del equipo, Medición y registro del sonido y vibración |
| Motores eléctricos de los extractores | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Motor eléctrico de combustión | |
| Ventilador del motor de combustión | Chequeo de las condiciones del equipo, Medición y registro del sonido y vibración |
| Motor eléctrico del extractor chimenea entrada horno Keyes. | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Bomba de lubricación cepillos | Medición y registro de la vibración, temperatura y lubricación (nivel de aceite) |
| Motor-Bomba lubricación | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Motor-Reductor banda superior entrada al horno | |
| Banda superior entrada al horno | Lubricación (nivel de aceite) y ajustes y mantenimiento a los engranajes y componentes de la banda transportadora |
| Motor-Reductor banda inferior entrada al horno | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |

| | |
|---|---|
| Banda superior inferior al horno | Lubricación (nivel de aceite), ajustes y mantenimiento a los engranajes y componentes |
| Motor-Reductor regadera oscilante | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Moldes de formación y Presión | limpieza superficial del molde y chequeo de condiciones |
| Regaderas oscilante | Limpieza interna y externa de los componentes del equipo |
| Motor-reductor principal de la moldeadora | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Fuente de chumaceras (Sistema de transmisión) | Medición y registro de la vibración, temperatura y lubricación (nivel de aceite) |

Fuente: Departamento de Producción MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 4 Mantenimiento de la máquina moldeadora Hartmann.

| MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PRINCIPALES MOLDEADORA HARTMANN | |
|---|---|
| EQUIPO(S) | DESCRIPCIÓN |
| Motor Ventilador Recirculación del Horno | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Motor Ventilador Combustión del Horno | |
| Motor Ventilador recuperador | |

| | |
|---|---|
| de aire caliente | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Motor-reductor Transportador apilador separadores | |
| Motor-reductor Transportadora separador | |
| Motor Recirculación del Horno | |
| Motor Mezcla del Quemado | |
| Motor Extracción de Gases | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido a partir de un dispositivo medidor de vibración |
| Motor-reductor Transportador apilador estuches | |
| Bomba de lubricación cepillos | Medición y registro de la vibración, temperatura y lubricación |
| Motor-Bomba lubricación | Chequeo de las condiciones del equipo, Medición y registro del sonido y vibración |
| Motor-Reductor regadera oscilante | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |
| Regaderas oscilante | Limpieza interna y externa de los componentes del equipo |
| Moldes de formación y presión | limpieza superficial del molde y chequeo de condiciones |

| | |
|---|---|
| | |
| Motor-reductor principal de la moldeadora | Medición y registro de la vibración, temperatura y sonido |

Fuente: Departamento de Producción MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Actualmente y como se mencionó, no han ocurrido paradas maquinaria por taponamiento de regadera y no hay data e información con ello, tampoco hay una data estadística formalmente levantada del contenido de sólidos del agua de proceso o agua gris ni tampoco del agua clarificada, ni existe un plan formal de muestreo a nivel de control de calidad que permita analizar y colocar en control este parámetro.

Debido a que no existe data relacionada con el agua tanto clarificada como de proceso, surge la necesidad de realizar un estudio para determinar la presencia de los sólidos suspendidos que se encuentran presentes en las aguas del área de preparación de la pasta o pulpa papelera, como fuente base de data nueva, y con ello evaluar las posibles causas que me puedan generar esa variación de nivel de sólidos suspendidos.

2.2. Formulación del Problema.

¿De qué manera se puede llevar a cabo un sistema de gestión para el estudio de los sólidos suspendidos en el área de preparación y tratamiento de la pasta papelera en la empresa Moldeados Andinos C.A.?

2.3. Objetivos de la Investigación.

2.3.1. Objetivo General.

Proponer un plan de mejora para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinajas 120, 209, 211 y 221 del área preparación y tratamiento de la pasta en planta pulpa de la empresa MOLANCA C.A.

2.3.2. Objetivos Específicos.

- Estudiar el funcionamiento del sistema actual de agua en el proceso de preparación y tratamiento en la planta pulpa.

- Realizar un registro de los sólidos suspendidos (ppm) en el agua de las tinas contenedoras 120, 209, 211 y 221 a partir de un muestreo experimental.
- Analizar las posibles causas potenciales que pudieran generar el incremento de la presencia de estos sólidos en las aguas en el proceso.
- Proponer un plan de mejora para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinas 120, 209, 211 y 221 del área preparación y tratamiento de la pasta en planta pulpa.
- Evaluar los costos económicos, sociales y operativos de la implementación del sistema de gestión.

2.4. Justificación del Problema.

En MOLANCA C.A. se trabaja de manera continua, ya que la gestión del tiempo es el elemento que más influencia tiene cuando se trata de medir nuestra fuerza de productividad, es decir, el proceso de producción debe de estar en constante funcionamiento para evitar un bajo nivel de productividad.

Los servicios auxiliares son vitales en los procesos productivos de MOLANCA C.A., estos dependen primordialmente de agua, ya que uno de sus fines fundamentales a nivel industrial es su uso en la transferencia de calor, debido a su alto calor específico, su uso como medio de transporte para la materia prima, su bajo costo y alta disponibilidad, por lo que se le debe de tener un control y seguimiento para así buscar de una manera alargar la utilidad o la vida de los equipos en el sistema de producción de pulpa, y así de esta manera disminuir paradas imprevistas que interfieran directamente en el proceso productivo ocasionando pérdidas de dinero en producción, servicios de mantenimiento e inclusive, el reemplazo de elementos del sistema.

La presencia de las partículas suspendidas en el agua puede traer con el tiempo, consecuencias generales en cuanto al sistema de agua y de la producción de la pulpa, pudiendo ocasionar tiempos de parada de máquina, retrasos en la entrega de pedidos, y por consiguiente, la disminución de la producción.

Debido a que MOLANCA C.A. estableció como estrategia principal el aumentar la productividad y no dejar desatendido a sus clientes, se hace necesario la realización de un estudio interno con el fin de buscar un posible origen o causa de esa variación de sólidos suspendidos en las aguas que van a las regaderas, así mismo la presente investigación permite al autor ampliar y aplicar los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria, adquiriendo además una gran experiencia en el ámbito laboral industrial.

2.4.1. Limitaciones.

Una de las principales limitaciones en la realización de este estudio es el tiempo que se requiere, ya que solo se dispondrá de un periodo de 4 meses con la investigación, agregando además la situación actual debido a la pandemia COVID-19 que pudiera afectar la continuidad en las mediciones y el estudio en general. También el estudio se realizará con los materiales y equipos que dispone la empresa MOLANCA C.A.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes.

Dentro de los antecedentes que sirven de base para la realización de este trabajo, se encuentran investigaciones o estudios realizados por diversos autores que enriquecen los conocimientos para el cumplimiento de los objetivos planteados. Entre ellos están:

A. Ellana y P. Jiménez (2019) llevaron a cabo un trabajo especial de grado titulado: **Evaluación hidrogeoquímica y calidad química de las aguas de la laguna Píritu del edo. Anzoátegui, Venezuela**, el cual fue presentado en la Universidad Central de Venezuela para la obtención del título de Licenciado en Química. Dentro de este trabajo fue realizada una evaluación hidrogeoquímica en las aguas de Laguna Píritu del edo. Anzoátegui. Para ello, tomaron 15 muestras de aguas superficiales a través de un muestreo sistemático con el fin de cubrir la mayor área posible y realizar la interpolación de los datos químicos, para así establecer lo que vendría siendo la calidad química de las aguas.

Para cumplir con los objetivos planteados, durante la fase de campo fueron medidos los parámetros pH y conductividad; mientras que en el laboratorio se determinó la concentración de las especies químicas Sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos. Los valores de los resultados que se obtuvieron en el trabajo permitieron determinar que el 87% de las muestras se clasifican como aguas salmueras, mientras que el 13% restante se clasificó como aguas saladas. Por otro lado, a través de los mapas de distribución espacial y relaciones iónicas realizados en el estudio, se pudo concluir que el proceso principal que podría estar controlando la composición química de las aguas es principalmente la intrusión marina, además se señala que el 100% de las aguas de la zona de estudio se asocia básicamente a usos

industriales que no requieren de agua potable, a la navegación, generación de energía y transporte sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente. Este proyecto de investigación contribuye al presente trabajo conocimientos en cuanto a la cuantificación de especies químicas, como la concentración de sólidos suspendidos, a su vez aporta diversos puntos en cuanto a la toma y análisis de muestras de agua, para establecer las características composicionales, determinar la calidad química del agua y clasificar los tipos de aguas presentes, así como observar la posible acumulación y distribución de las mismas en dicha laguna.

A continuación, B. Fuentes (2014) presento un Informe de Pasantía titulado: **Propuesta de un plan de mejoras para reducir la cantidad de levadura enviada a la planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.), generada en el proceso de fermentación de la cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín**, presentado en la Universidad José Antonio Páez, San Diego-Estado Carabobo, para la obtención del título de Ingeniero Industrial, presenta en su informe la situación del proceso generación, almacenamiento y disposición generada en el proceso de elaboración de la cerveza, para luego llevar a cabo un análisis de las causas potenciales que lo generan en el proceso de fermentación de la Cervecería Polar C.A. por medio de herramientas de ingeniería como los diagramas de flujo y el diagrama de la espina de pescado; Llegando como consecuente a la proposición de un plan de mejoras para la reducción de la cantidad de levadura rechazada, con a su vez la realización de un análisis costo-beneficio. Esta investigación permitió ampliar la información con respecto al tratamiento de las aguas de proceso y con ello también la utilización de herramientas de mejora de procesos para la implementación de un plan de mejoras.

F. Cabrera (2017) presentó asimismo una investigación titulada: **Estudio de los sólidos suspendidos en el agua del río Tabacay y su vinculación con la cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca** en la Universidad de Cuenca, Ecuador. Este trabajo de investigación se enfocó al estudio de los sólidos en suspensión que se producen en la microcuenca, para vincularlo posteriormente con la cobertura y los usos del suelo, ya que la cuenca del río Tabacay por los diferentes usos de suelo y de

cubiertas vegetales, proporciona una amplia gama de concentración de sedimentos afectando a los usos del agua destinados a consumo humano y a centrales hidroeléctricas. La investigación sugiere medidas de control y prevención de la contaminación de las aguas, convirtiéndolo en una herramienta de gestión útil, para que sean entregadas a entes encargadas del control de aguas superficiales.

Y por último, N. Herrera y A. Montes (2017) presentaron un trabajo especial de grado titulado: **Propuestas para el mejoramiento del proceso del agua de servicios de la empresa Moldeados Andinos C.A.**, que fue presentado en la Universidad de Carabobo para la obtención del título de Ingeniero Químico. Dentro de este trabajo de grado se llevaron a cabo análisis fisicoquímico en el sistema de tratamientos de agua dentro de la empresa Moldeados Andinos C.A., este sistema está basado en la suavización y filtración. Dentro de este análisis se evidenció una alta concentración de alcalinidad, de más de doble de la dureza presente, por lo que ese tratamiento del agua se debe basar en eliminar la alcalinidad y al hacerlo se elimina la dureza asociada a ella, por las características del equilibrio carbónico del agua.

En consecuencia, se identificó dicho problema y se determinó lo que vendría siendo el rumbo de esta investigación, se estudiaron todos los equipos que se surten del agua de servicios para conocer sus requerimientos en lo que a esta se refiere, posteriormente se analizaron los parámetros fisicoquímicos del agua más influyentes en diversos puntos del sistema. Al final se concluyó el diagnóstico, y se plantearon diversas alternativas con el propósito de elegir la más conveniente considerando ámbitos operacionales, de mantenimiento y de seguridad, entre otros. Posteriormente, una vez seleccionada la mejor opción, se realizó un diseño que cumple con los requerimientos de la empresa. Finalmente para sustentar esa decisión tomada para mejorar el proceso del agua de servicios se realizó en el trabajo un análisis beneficio – causa, que pone en evidencia la ganancia para la empresa, en términos monetarios, de la implementación de la mejora propuesta.

Este trabajo especial de grado brinda a la presente investigación, ciertos conocimientos relevantes en cuanto al sistema de tratamientos de la empresa

Moldeados Andinos C.A., reforzando puntos característicos de este sistema permitiendo así una mejor comprensión a la hora de ver y entender el funcionamiento de este y su importancia dentro de la elaboración de la pulpa, lo cual permite completar el desarrollo de este estudio.

3.2. Bases Teóricas

Para la documentación y procedimientos de trabajo deben estudiarse, además tener claro conceptos que estén involucrados en el proceso y desarrollo del mismo. A continuación se presentaran las bases teóricas correspondientes al área de preparación y tratamiento de la pulpa.

3.2.1 Fibra Celulosa.

Los productos de origen agrícola y forestal están constituidos por tres polímeros estructurales: Fibra Celulosa, Hemicelulosa, Lignina. La hemicelulosa y la lignina son componentes no deseables en la producción de papel y por tanto normalmente son extraídos del material vegetal al inicio del proceso. La Fibra Celulosa es el polímero que forma la estructura rígida de todas las plantas, y es en definitiva el elemento base de la fabricación de todos los productos de papel conocidos. Tiene forma alargada y tubular, está compuesta por unidades de glucosa que están unidas en forma lineal mediante puentes de hidrógeno. Forman las fibras compactas que constituyen el principal componente estructural de las células vegetales. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

3.2.2 Pulpa.

Se puede definir a la pulpa como una suspensión acuosa de fibras celulosas y una cantidad específica de productos químicos naturales o sintéticos denominados cargas. Dicho de otra forma, es una masa amorfa de fibras suspendidas en agua, se obtiene mediante diferentes procesos, los cuales dan origen a sus nombres (Moldeados Andinos C.A., 2019):

3.2.3 Preparación de la Pulpa.

La pulpa es preparada mediante un proceso completamente mecánico haciendo uso de papel reciclado, cartón o celulosa virgen. Una vez escogida la materia prima

según requerimientos y disponibilidad se vierte en un equipo llamado Pulper en donde a estos elementos se les agrega abundante agua y se desfibran (separación de las fibras de celulosa). Una vez cumplido el proceso de desfibrado la pulpa celulósica es enviada a equipos de depuración, regulación y control de flujo para posteriormente ser enviada a las máquinas moldeadoras. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

3.2.4 Refinación en la Industria Papelera.

Se refiere a cuando las fibras en suspensión se han de tratar físicamente mediante un proceso de fricción, para aumentar su capacidad de "afieltrarse" y unirse entre sí. A este proceso se le llama "refino". Consiste en frotar las fibras entre sí y contra unos discos metálicos (equipo refinador). Esto hace que se rompan parcialmente y se creen una especie de pelos que son los que crearán los puentes de hidrógeno y darán al papel mayor resistencia a la tracción. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Cada tipo de fibra papelera y cada tipo de papel usan una refinación distinta que se adecua a cada necesidad. Al aumentar el grado de refinación de una pasta disminuye su opacidad, aumenta la resistencia a la tracción y disminuye la porosidad. Por ejemplo, el papel cebolla (típico papel usado en dibujo, semitransparente) está muy refinado.

3.2.5 Proceso de Acondicionamiento de la Pulpa.

El término acondicionamiento se refiere a la preparación que debemos hacerle a la materia prima para convertirla en pulpa, depurarla y prepararla para su utilización en las máquinas moldeadoras, dicho proceso conlleva una secuencia de eventos y una serie de equipos involucrados para su acondicionamiento, los cuales mencionaremos a continuación (Moldeados Andinos C.A., 2019):

El proceso de preparación de pasta debe iniciar, necesariamente, con una máquina capaz de desfibrar la materia prima. En el caso de material seco debe ser el Pulper, donde la materia prima sea papel reciclado o fibra virgen o una mezcla de ambas, es separada en fibras o haces de fibras de forma tal que puedan ser procesadas en etapas posteriores. Estos equipos son máquinas de concepción sencilla compuesta por una batea dentro de la cual gira un rotor con forma adecuada al trabajo requerido. El

problema de diseñar y operar un Pulper es la potencia instalada de acuerdo con el volumen de producción requerido, lo que determina un equipo voluminoso y pesado. Las potencias usuales hacen que su operación sea delicada porque los fallos pueden tener resultados devastadores.

El Pulper es, también, el primer separador de materiales indeseables, sean alambres, plásticos y otros materiales que acompañan a la materia prima. Convertir material fibroso en pulpa es relativamente sencillo, pero debe ser hecho de la forma correcta. El Pulper debe tener la relación correcta entre agitación y trabajo mecánico, también entre consistencia entregada y desfibrado. Las posibilidades de que alguna parte del proceso sea mal efectuada son muy amplias. El material debe permanecer en el Pulper el tiempo necesario para que sea correctamente desfibrado y ese tiempo también influye sobre la penetración de agua dentro de la fibra. Estos dos factores son muy importantes para los procesos siguientes ya que influyen sobre la capacidad de trabajo de los equipos y los cambios en la viscosidad y concentración de la pasta, que se producen necesariamente mientras las fibras absorben agua hacia su interior.

Existe necesidad de depurar la Pulpa. La pulpa producida con papel reciclado contiene muchos contaminantes. Los contaminantes comunes son (Moldeados Andinos C.A., 2019):

- Metales: ganchos, grapas, alambre
- Plásticos: cinta adhesiva, accesorios de encuadernación, etc.
- Minerales: piedras, arena, tintas minerales.
- Orgánicos: tinta orgánica, residuos.

Las etapas de limpieza que se manejan en el caso de MOLANCA C.A. es la siguiente: La pulpa proveniente de los Pulper, pasa por el primer equipo de limpieza depurador llamado Epurex. Los depuradores se utilizan en el proceso de tratamiento del papel de desecho, para separar y eliminar los contaminantes presentes en la suspensión fibrosa. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

El depurador Epurex fabricado por la empresa QuattroPaper Technologies Inc.

tiene la finalidad de eliminar de la pulpa los residuos bastos presentes en ella, tales como piedras, hierro, plástico, etc. El Epurex trabaja en combinación con un Pulper de alta consistencia y forma con éste un único sistema. La conexión Pulper-Epurex está compuesta por una tubería en la cual se ha introducido una válvula de hoja pasante que regula el flujo de la masa.

Al concluir el primer proceso de limpieza de la pulpa, la misma continúa a la segunda etapa de limpieza donde se encuentra una trampa magnética y el depurador horizontal llamado Belcor.

La trampa magnética tiene como función atrapar el material ferroso restante contenido en la pulpa del proceso, para lo cual cuenta con una pieza imantada dividida en tres cilindros, la cual se encuentra instalada en la tubería de flujo de pasta entre los Limpiadores Centrífugos de Alta Densidad y el Belcor (Moldeados Andinos C.A., 2019).

En la siguiente etapa de limpieza de la pulpa, la misma transita a través de un depurador llamado Belcor. Es un equipo fabricado por la extinta Beloit-Jones Corporación que continúa el proceso de desfibrado y separa la pasta aceptada de contaminantes livianos en el proceso. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Este tipo de equipo funciona bajo el concepto de separación por vórtice para concentrar los contaminantes livianos en el centro del tanque los cuales son expulsados a través de la tubería de rechazo. La pulpa aceptada pasa a través de un tamiz para ser llevadas a las tinas de almacenamiento 106 y 316.

Las tinas se utilizan como contenedores que permiten el almacenamiento de la pasta. En el interior de las tinas se encuentran instalados agitadores cuyo movimiento es accionado por motores eléctricos que permiten mantener una mezcla homogénea de la pasta. Una vez contenida y tratada la pasta, pasa al siguiente proceso que son los limpiadores de alta densidad.

Los limpiadores de alta densidad son capaces de procesar varios cientos de toneladas de fibra por día. El propósito principal de los limpiadores de alta densidad es separar los contaminantes pesados de las fibras en las suspensiones de fibras en el

agua (a menudo denominadas "existencias"). (Moldeados Andinos C.A., 2019).

MOLANCA posee dos equipos fabricados por la empresa QuattroPaper Technologies Inc. utilizados para para eliminar los sólidos más densos (pesados) que la pasta los cuales viajan con el flujo de esta, tales como: grava, vidrio, partículas metálicas y plásticos pesados.

El proceso de limpieza cuando el flujo de pasta entra al cono del limpiador en forma tangencial con una presión ideal de 48 psi, lo cual genera la formación de un vórtice e induce que las partículas sólidas cuyas densidades son mayores que la de la pasta emigren a la pared del cono debido a la fuerza centrífuga, mientras que la fibra cuya densidad es menor, no se ve afectada por esta fuerza lo cual permite que con la ayuda de inyección de agua con una presión ideal de 44 psi sea empujada y aceptada hacia la siguiente etapa del proceso que es el Zaranda.

El Zaranda cumple la función de separar los desperdicios pesados y livianos provenientes del Belcor y las fibras que pueden utilizarse en el proceso productivo. Para ello posee en su estructura un tamiz perforado en toda su extensión, cuyos orificios tienen un diámetro de 3/16" por los cuales pasa la fibra útil. A su vez cuenta con un motor que impulsa un eje con excéntricas, el cual produce una vibración que le permite al equipo cumplir con su función, que es la de separar la fibra contenida en los rechazos provenientes del Belcor. Esta fibra recuperada es enviada a la Tina 106 y 316, las impurezas caen en un colector de desperdicios que luego son pesados por el encargado del área. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Otro de los componentes son unas regaderas fijas las cuales operan con agua recuperada; dichas regaderas son utilizadas para limpiar el rechazo, lo cual ayuda en la separación de las fibras y las impurezas.

3.2.6 El Agua y su Tratamiento.

El agua es una sustancia de características tan excepcionales y únicas que sin ella sería imposible la vida, ya que el hombre requiere de agua para preparar y cocinar los alimentos, para la higiene, la agricultura, para la industria en diversas áreas, para las centrales de energía, etc. (Carbajal y Gonzales, 2012).

El agua es una molécula formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Esta singular composición y estructura confiere el agua unas características físicas y químicas de gran trascendencia en sus funciones en cuanto a su capacidad solvente, de transporte, estructural y termorreguladora. (Carvajal y Gonzales, 2012).

Es abundante, 71 % de la superficie de la tierra, tiene una capacidad calórica muy alta, por esta propiedad, es el líquido por excelencia en el transporte de calor (Vapor/aguas calientes/aguas frías), en la utilización de múltiples procesos, (Fabricación de pulpa/papel, alimentos, minerías, etc.). (Moldeados Andinos C.A., 2019).

En el proceso industrial papelerero, el agua se utiliza en la preparación de pasta y fundamentalmente como medio de transporte de la fibra de celulosa con la que se fabrica el papel. Partiendo de madera o de papel para reciclar, el proceso consiste en separar las fibras de celulosa de la lignina en el primer caso y de las grapas, plásticos, tintas, etc. en el segundo. Se prepara después una solución acuosa de fibras de celulosa, ya que la técnica de fabricación se basa precisamente en la propiedad natural que tienen las fibras de celulosa de unirse en presencia de agua, sin necesidad de adhesivos.

3.2.7 Tipos de Agua en el Sistema.

Agua Fresca.

En pulpa moldeada el término agua fresca (*fresh water*) se usa para indicar el agua que ha ingresado al proceso desde una fuente externa. La fuente externa puede ser un cuerpo acuoso, el acueducto o el agua del subsuelo (pozo profundo). El agua fresca puede ingresar al proceso en cualquier punto. Los puntos más usuales son (Moldeados Andinos C.A., 2019):

- Tinas de agua de proceso y clarificada.
- Alimentación de agua al pulper.

- Alimentación de agua clarificada o depurada a la moldeadora.
- Dilución final antes de la entrada de pulpa a la máquina.
- Regaderas de las moldeadoras.

Agua Clarificada (blanca).

Es el agua que ha sido sometida a un proceso de clarificación, en el cual se ha reducido significativamente los sólidos en suspensión. Está destinada a ser usada principalmente en las regaderas de las moldeadoras. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

La cantidad de sólidos en suspensión presentes está en función de la eficiencia del clarificador y de la calidad del agua gris. En nuestro caso el agua clarificada se encuentra en la tina T-221 para la máquina Keyes y en la T-209 para la máquina Hartmann (Ver Figuras 4 y 5).



Figura 4 Tina 209

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 5 Tina 211

Fuente: Bruguera F. (2020).

Agua Recuperada (gris).

Es el agua que no ha sido sometida a un proceso de clarificación. Con ella se llenan los pulpers para el proceso de desfibrado, se realizan las diluciones para el control de consistencia, y además es utilizada en los equipos de limpieza de la Pulpa (Moldeados Andinos C.A., 2019). En nuestra planta se almacena en las tinas T-120, T-121 y T-208, T-211, T-116 (Ver Figuras 6 y 7).



Figura 6 Tina 221

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 7 Tina 120

Fuente: Bruguera F. (2020).

Sólidos en Suspensión (ppm).

Son materiales que permanecen en suspensión en el agua residual y se determina como la cantidad de material retenido después de realizada la filtración de una muestra. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

El agua de proceso contiene muchos sólidos en suspensión (finos, en términos

5. Luego se procede a filtrar la muestra. Se coloca el papel en el embudo (Figura 8), se agita la muestra de agua para homogeneizar, se abre un filtro de aire que va conectado con un matraz, y se vierte la muestra en el papel filtrante lentamente.



Figura 11 Horno Industrial.
Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 10 Balanza Digital.
Fuente: Bruguera F. (2020).

6. Luego de haber terminado, se lleva el papel filtrante al horno y se deja adentro aproximadamente unos 10 minutos.
7. Una vez terminado los 10 minutos, se procede a pesar el papel filtrante en la balanza, y se toma el peso final.

Una vez obtenidos los datos principales que son el peso inicial (antes de filtrar la muestra) y el peso final (después de la filtrar la muestra), se realizan los cálculos para obtener los ppm utilizando la siguiente fórmula:

PPM (Partes por millón):

Partes por millón (ppm) es una unidad de medida con la que se mide la concentración. Determina un rango de tolerancia. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

El agua de proceso contiene muchos sólidos en suspensión (finos, en términos papeleros), la cuales estas son representadas en la empresas comúnmente con la unidad de medida ppm.

Fuentes de Contaminación.

Las fuentes de contaminación de los circuitos de aguas en la fabricación de papel y cartón son (Moldeados Andinos C.A., 2019):

Las materias primas fibrosas:

Constituyen la fuente de contaminación principal de las aguas, varía considerablemente en función del tipo de fibra utilizada en el proceso de producción. Los parámetros más importantes son: el contenido de partículas finas, el contenido de materia orgánica soluble y la concentración de microorganismos (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Otra fuente de contaminación importante es la elevada concentración de microorganismos como consecuencia de la suciedad y la humedad del medio antes de su reutilización. Por otra parte, los almidones presentes en el papel reciclado son un excelente medio de crecimiento para los microorganismos presentes.

Las fuentes de contaminación en los procesos de fabricación de papel son provenientes principalmente del papel reusado, los cuales contienen productos como: tintas, resinas, polímeros de encolados, almidones, rellenos como carbonato de calcio ,titanio, satinados o pinturas de superficie que aportan diversos pigmentos de color. Otro elemento es el aporte de bacterias/hongos y levaduras que provienen en formas de esporas huevos o cigotos que se desarrollan en el agua de proceso y sus niveles se controlan con la aplicación de bactericidas.

Los aditivos:

Se consideran la segunda fuente de contaminación de las aguas de proceso en la industria papelera. Los que afectan en mayor medida son (Moldeados Andinos C.A., 2019):

- Cargas: caolín, carbonato cálcico, dióxido de titanio, talco, alúmina y silicatos

- Almidones: los almidones agregados en la parte húmeda son la fuente principal de nutrientes orgánicos para los microorganismos
- Agentes encolantes: almidones, colofonias, AKD, ASA y emulsiones de ceras
- Agentes mejoradores de la resistencia en húmedo.
- Agentes de destinado.

Un aspecto importante son los problemas ocasionados, como consecuencia de las interacciones entre los aditivos y las impurezas presentes en el agua.

Con el agua fresca se introduce en el proceso una gran variedad de contaminantes. La naturaleza y concentración de los contaminantes está generalmente relacionada con el origen del agua utilizada.

Consecuencias de cerrar el circuito de agua.

Sería técnica, económica y ecológicamente inadmisibles en la actualidad la fabricación de papel en circuitos totalmente abiertos el consumo de agua. Por tanto, todas las fábricas utilizan, algún grado de reciclado del agua en sus procesos. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Las ventajas de cerrar el circuito de agua son:

- Menor pérdida de Materia Prima.
- Incremento de la temperatura y por ende el Drenaje.
- Ahorro energético por Incremento de la temperatura.
- Contribuye a la conservación del medio ambiente.

Las desventajas de cerrar el circuito de agua son:

- Incremento de los sólidos en suspensión (finos).
- Incremento de la materia disuelta y coloidal.
- Incremento de la temperatura.
- Se producen malos olores por ácido butírico/oxálico, etc., como subproducto metabolismo bacteriano.

El tratamiento del agua en la fabricación de papel y cartón puede afectar la calidad del producto final. Los defectos más comunes son:

- La menor resistencia del papel.
- Formación de espumas.
- Mala Formación del Producto.

Procesos de depuración de aguas contaminadas.

Las aguas no puras contaminadas por uso industrial, aguas residuales urbanas, entre otros, las cuales contienen sólidos suspendidos, solubles (orgánicos/inorgánicos), deberían ser sometidos a diversos procesos para ser depurados en el mayor grado que se pueda y para ello son sometidas a una serie de pasos para su tratamiento, entre ellos (Moldeados Andinos C.A., 2019):

- Clarificación.
- Filtración.
- Intercambio iónico.
- Nano filtración u Ósmosis Inversas.

El proceso de clarificación es el más empleado en papeleras, por lo que en materia de esta investigación se tratará de dar una breve información acerca de este proceso, el cual consiste en varias etapas:

- Desbaste o eliminación de partículas gruesas.
- Coagulación/floculación.
- Separación de sólidos floculados por :
 1. Sedimentación: Es el proceso mediante el cual el sólido suspendido transportado por una corriente de agua se deposita en el fondo.
 2. DAF: Es un tratamiento de aguas o proceso que clarifica aguas residuales, mediante la remoción de materia suspendida como aceites o sólidos. La remoción se logra disolviendo en el agua residual aire bajo presión y luego liberando el aire a presión atmosférica en tanques de flotación. La liberación de aire forma pequeñas burbujas que se adhieren a la materia suspendida y la hacen flotar en la superficie del agua donde serán removidas por un dispositivo mecánico.

El objetivo de la clarificación es separar mediante un proceso físico/químico de depuración los sólidos suspendidos (finos/coloides) al agua de proceso para su reúso en aplicaciones muy sensibles al contenido de sólidos en suspensión, como por ejemplo, las regaderas de la máquina moldeadora. Las aguas en distintas cantidades, contienen material suspendido, sólidos que pueden sedimentar en áreas de baja velocidad, o sólidos dispersos que no sedimentan con facilidad. Una parte considerable de estos sólidos que no sedimentan pueden ser coloides. En los coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por una serie de cargas de igual signo sobre su superficie, haciendo que se repelan dos partículas vecinas como dos polos magnéticos de igual signo, esto impide el choque de las partículas y la formación de masas mayores llamadas flóculos. Para esto es necesario los proceso de floculación y coagulación, que por lo general se logran con la adición de agentes químicos y proceso físicos muy específicos. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

El proceso de coagulación se realiza en un tanque de mezcla rápida, donde el agua entra con los sólidos suspendidos, y luego la corriente de agua continúa en el tanque con mezcla lenta para que se logren formar los flóculos. En resumen el proceso de Coagulación/Floculación se refiere a la aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos. En MOLANCA C.A., el agua que se recupera en el proceso de preparación pasta, es enviada a su respectivo sistema de flotación por aire disuelto (DAF), donde las burbujas de aire se adhieren a los sólidos suspendidos incrementando su capacidad de ascenso, de esta forma se puede extraer fácilmente la capa de lodo que flota en la superficie. En el proceso, para cada máquina se tiene una unidad de flotación por aire disuelto (Ver Figuras 12 y 13). Una vez que el agua es clarificada, se envía al sistema de regaderas. Cuando se tiene un alto contenido de sólidos suspendidos en estas aguas, se administra agua fresca del pozo propiedad de la empresa.



Figura 12 Clarificador DAF.
Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 13 Clarificador Krofta.
Fuente: Bruguera F. (2020).

Por otra parte, el lodo, proveniente de la unidad de flotación por aire disuelto, es removido hacia un tanque. Éste es considerado un desecho y consecuentemente, es trasladado hacia el vertedero de la planta. Mediante el sistema DAF el cual dispone la empresa, se realiza el tratamiento al agua recuperada del proceso con el objetivo de recircularla al mismo nuevamente, logrando una notable disminución en el consumo de agua fresca.

3.2.8 Flotación.

La flotación es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas o líquidas de una fase líquida. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase líquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascensional que experimenta el conjunto partícula-burbuja de aire hace que suban hasta la superficie del líquido. De esta forma, es posible hacer ascender a la superficie partículas cuya densidad es mayor que la del líquido, además de favorecer la ascensión de las partículas cuya densidad es inferior, como el caso del aceite en el agua. La flotación se emplea para la eliminación de la materia suspendida y para la concentración de los fangos biológicos. La principal ventaja de este proceso consiste en que permite eliminar mejor y en menos tiempo las partículas pequeñas o ligeras cuya deposición es lenta. Una vez las partículas se hallan en superficie, pueden recogerse mediante un rascado

superficial (Metcalf y Eddy, 1995).

La aplicación práctica de la flotación en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas se limita, en la actualidad, al uso del aire como agente responsable del fenómeno. Las burbujas se añaden, mediante los siguientes sistemas:

- Inyección de aire en el líquido sometido a presión y posterior liberación de la presión a que está sometido el líquido (flotación por aire disuelto).
- Aireación a presión atmosférica (flotación por aireación).
- Saturación con aire a la presión atmosférica, seguido de la aplicación del vacío al líquido (flotación por vacío).

Flotación por aireación.

En los sistemas de flotación por aireación, las burbujas de aire se introducen directamente en la fase líquida por medio de difusores o turbinas sumergidas. La aireación directa durante cortos periodos de tiempo no es especialmente efectiva a la hora de conseguir que los sólidos floten. La instalación de tanques de aireación no suele estar recomendada para conseguir la flotación de las grasas, aceites y sólidos pesados en las aguas residuales normales, pero ha resultado favorable en el caso de algunas aguas residuales con tendencia a generar espumas (Metcalf y Eddy, 1995).

Flotación por vacío.

La flotación por vacío consiste en saturar de aire el agua residual directamente en el tanque de aireación, o permitiendo que el aire penetre en el conducto de aspiración de una bomba. Al aplicar un vacío parcial, el aire disuelto abandona la solución en forma de burbujas diminutas. Las burbujas y las partículas sólidas a las que se adhieren ascienden entonces a la superficie para formar una capa de espuma que se elimina mediante un mecanismo de raspado superficial. La arena y demás sólidos pesados, que se depositan en el fondo, se transportan hacia un cuenco central de fangos para su extracción por bombeo (Kemmer y McCallion, 1989).

Flotación por aire disuelto.

En los sistemas DAF (flotación por aire disuelto), el aire se disuelve en el agua en

un entorno presurizado, y a continuación se libera la presión hasta alcanzar la atmosférica. En las instalaciones de pequeño tamaño, se puede presurizar a (275-202) kPa mediante una bomba la totalidad del caudal a tratar, añadiendo el aire comprimido en la tubería de aspiración de la bomba. El caudal se mantiene bajo presión en un calderín durante algunos minutos, para dar tiempo a que el aire se disuelva. Luego, el líquido presurizado se alimenta al tanque de flotación a través de una válvula reductora de presión, lo cual provoca que el aire deje de estar en disolución y que se formen burbujas distribuidas por todo el volumen de líquido (Kemmer y McCallion, 1989).

En las instalaciones de mayor tamaño, se recircula parte del efluente del proceso de FAD entre (15-30) % el cual se presuriza, y se suministra con aire. El caudal recirculado se mezcla con la corriente principal sin presurizar antes de la entrada al tanque de flotación, lo que provoca que el aire deje de estar en disolución y entre en contacto con las partículas sólidas a la entrada del tanque. Las principales aplicaciones de la flotación por aire disuelto se centran en el tratamiento de vertidos industriales y en el espesado de fangos (Metcalf y Eddy, 1995).

3.2.9 Bombas Centrífugas.

Las bombas son dispositivos que se encargan de transferir energía a la corriente del fluido impulsando, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión. (Moldeados Andinos C.A., 2019).

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste de un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o cárter, o una cubierta o coraza. Se denominan así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga.

La bomba centrífuga, es la máquina más utilizada para bombear líquidos en general. Las bombas centrífugas son siempre rotativas y transforman la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido entra por el centro del impulsor, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es

recogido por la carcasa o voluta. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida.

3.2.10. Máquinas Moldeadoras.

En la industria papelera se puede definir a una Máquina Moldeadora como aquella que recibe pulpa con una consistencia alrededor del 1% y mediante un conjunto de sistemas (vacío, soplado, moldes) debidamente sincronizados forma el producto requerido para luego ser entregado a un horno secador (Moldeados Andinos C.A., 2019).

En líneas generales existen dos tipos de moldeadoras según sea el principio de funcionamiento, las reciprocantes y las rotativas.



Figura 15 Moldeadora Hartmann.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 14 Moldeadora Keyes B-6.

Fuente: Bruguera F. (2020).

Las primeras están diseñadas para pequeñas producciones y están dirigidas hacia artículos de pared gruesa con dimensiones de altura considerable en su diseño, mientras que las segundas están diseñadas para producciones a gran escala con productos de pared intermedia cuyo diseño no contiene grandes alturas. Actualmente

existen grandes fabricantes de máquinas moldeadoras a nivel mundial, entre los cuales dos de los principales son Hartmann (Danesa), Huhtamäki (Finlandesa) y Hongrun Machinery (China).

Estas máquinas poseen un sistema de alimentación, las cuales se encargan de llevar la pulpa y el agua hasta la máquina moldeadora; para ambos casos del proceso se considera que la máquina comienza en la tina de máquina. Este proceso contempla por lo general ciertos equipos en el sistema, como la Tina de máquina, la Bomba centrífuga para la pulpa, Lazo de control de consistencia del 2%, Sistema de tanque de cabeza o sistema de bomba de tornillo, Lazo de control de consistencia, Cuba, y el sistema de regaderas.

Actualmente MOLANCA C.A. cuenta con dos máquinas moldeadoras de fabricantes distintos (Ver Figuras 14 y 15):

- Máquina Moldeadora Keyes modelo BF6 construida por la extinta compañía Keyes Fiber la cual fue absorbida por Huhtamäki.
- Máquina Moldeadora Hartmann modelo 1144 construida por la compañía Hartmann.

3.2.11 Regaderas de Palma y Aguja.

Las regaderas oscilantes son equipos de inyección de agua que cumple la función de limpiar los moldes de las moldeadoras Keyes B-6 y Hartmann, y de quitar aquella pulpa restante o rebaba sobrante del producto ya moldeado. La regadera de palma se encarga de quitar la rebaba del producto moldeado (Figura 17), y la regadera de aguja limpia los moldes superficialmente (Figura 16 y 18). Estos equipos trabajan mediante la inyección de agua clarificada proveniente de las tinas 209 (Hartmann) y 221 (Keyes B-6) a presiones relativamente altas.



Figura 16 Regadera de aguja Hartmann.

Fuente: Manual Moldeadora Hartmann, Dpto. Producción, MOLANCA C.A. (2019).



Figura 17 Regadera de Palma Hartmann.

Fuente: Manual Moldeadora Hartmann, Dpto. Producción, MOLANCA C.A. (2019).



Figura 18 Regadera de aguja Keyes B-6.

Fuente: Bruguera F. (2020).

3.2.12. Plan de Mejoras.

Un plan de mejora es como el conjunto de acciones programadas para conseguir un incremento en la calidad y el rendimiento de los resultados de una organización. El

plan de mejora no se centra en los problemas esporádicos de una organización. En su lugar, se dirige hacia los problemas crónicos. Son estos los responsables de un insuficiente rendimiento que se manifiesta en un nivel estable de resultados, aunque insatisfactorio. La mejora continua es crucial tanto para las personas como para las organizaciones, porque nada en esta vida es permanente. Siguiendo estos conceptos Robles, A. (2014), da como definición que el plan de mejoras a una manera de extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecido por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado. Un plan de mejoras me permite:

- Comprender el problema.
- Permite establecer los objetivos en base a las causas que provocan las debilidades detectadas.
- Analizar los factores relevantes.
- Establecer prioridades en las líneas de actuación.
- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.
- Negociar la estrategia a seguir, incrementar la eficacia y eficiencia de la gestión.

3.2.13. Sistema de Gestión.

Un sistema de gestión es una metodología que ayuda a visualizar y administrar mejor una empresa, área o procesos, permitiendo así lograr mejores resultados a través de acciones y toma de decisiones basadas en datos y hechos (Gutiérrez, 2017).

Los indicadores forman parte esencial de un sistema de medición, y un sistema de medición es parte fundamental de un sistema de gestión, este último comprende planeación, asignación, medición (indicadores), evaluación, comunicación y retroalimentación, y por lo tanto mejorar el desempeño en la empresa (círculo de mejora).

En base a lo anteriormente mencionado, un sistema de gestión debe responder las

siguientes preguntas:

1. ¿Qué quiero lograr? (Objetivos Estratégicos).
2. ¿Cómo voy a revisar si lo logro? (Definición de Factores Clave de Éxito e Indicadores).
3. ¿Qué tengo que hacer para lograrlo, quién, cuándo? (Metas y Responsables).
4. ¿Cómo informo a quien lo tiene que hacer y me aseguro que lo haga?
5. ¿Cómo sé si se está cumpliendo el objetivo? (Revisión periódica de Indicadores y Reportes).
6. ¿Qué tengo que hacer para corregir incumplimientos? (Planes de Acción a desviaciones de Indicadores, Seguimiento a Planes de Acción).

3.2.14. Gráfico de Control.

Es una representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de una muestra, en función del número de la muestra o el tiempo (Montgomery, 1991).

Creado por Walter Andrew Shewhart en 1920, un gráfico de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición. Esta herramienta es una de las 7 herramientas de calidad definidas por Ishikawa.

La gráfica tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de calidad, correspondiente al estado bajo control, y también se muestran otras dos líneas horizontales, llamadas límite superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC).

Montgomery (1991) resalta que, mientras que los puntos se encuentran dentro de los límites, se considera que el proceso está bajo control y no es necesario tomar ninguna acción. Sin embargo, un punto que se encuentra fuera de los límites de control, se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control y son necesarias acciones de investigación y corrección a fin de encontrar y eliminar las causas atribuibles a este comportamiento. Incluso si todos los puntos se hallan dentro de los límites de control, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, esto

indica que el proceso está fuera de control.

En los gráficos de control por variables (peso, pulgada, temperatura, etc.) es posible medir la característica de calidad a estudiar. En estos casos conviene describir la característica de calidad mediante una medida de tendencia central (usualmente la media muestral) y una medida de su variabilidad (usualmente el rango o la desviación estándar).

Los gráficos de control por variables son más “sensibles” que los gráficos de control por atributos, razón por la cual son capaces de “avisarnos” de posibles problemas de calidad incluso antes de que éstos sean ya relevantes.

Los límites de control se sitúan de forma que un porcentaje fijado de los puntos estén dentro de ellos. Los límites establecidos para el estudio se calculan para incluir el 95% de los datos (nivel de significancia de 0,05) ya que este valor está representado como un valor estándar para estudios y análisis generales de este tipo a nivel estadístico. Esto quiere decir que para estos gráficos, sólo el 2,5% de los valores deben dar por encima o por debajo de los límites. Esto al ser tan restrictivo, en esta situación si un dato sale fuera de los límites significará que ha habido una circunstancia inusual en el proceso.

Cuando una gráfica muestra una situación fuera de control, se puede iniciar una investigación para identificar las causas y tomar una decisión que corrija las desviaciones. Cabe resaltar que, los valores mostrados en el diagrama, deben ser completamente aleatorios y seguir una distribución estadística normal, estando centrados en el la línea del punto medio y teniendo una variabilidad que podría deberse a dos factores:

- Común: que es inherente al proceso, y por lo tanto no podemos evitar.
- Especial: que causa una variación excesiva, y debe ser corregida.

En cualquier proceso de fabricación, sin importar su buen diseño o mantenimiento cuidadoso, siempre existirá cierto grado de variabilidad inherente o natural. Esta variabilidad natural es el efecto acumulativo de muchas pequeñas causas,

esencialmente incontrolables. Esto a menudo se le conoce como “sistema estable de causas fortuitas” descrito por el señor Douglas Montgomery, y en un proceso que funciona sólo con causas fortuitas de variabilidad, se considera que está bajo control estadístico. Hay otros tipos de variabilidad, que por lo general pueden ser por un ajuste incorrecto de máquinas, errores de operario, o defectos en las materias primas (o alguna combinación de estos factores). Esta variabilidad es en general mayor, y normalmente representa un nivel inaceptable del funcionamiento del proceso, y un proceso que funciona por estas causas en presencia se le considera como fuera de control.

Es muy común que los procesos de fabricación funcionen en un estado bajo control, sin embargo, se presentan causas atribuibles, aparentemente al azar, que provocan un cambio hacia un estado fuera de control. Por lo que es necesario a partir de los gráficos de control estadístico, y como objetivo también de estos, detectar rápidamente la ocurrencia de estas causas atribuibles, e investigar y tomar acciones correctivas lo antes posible, evitando que afecte al proceso de producción en sí. El fin de esta herramienta de control estadístico es la eliminación de la variabilidad del proceso.

Incluso, como dato importante para volver a resaltar es que si, a pesar de que todos los puntos se encuentren dentro de los límites de control, pero se controlan de manera sistemática o no aleatoria, esto indica que el proceso está fuera de control. Importante, y como principio básico es que *“Los datos deben de tener un esquema esencialmente aleatorio”*.

La implantación de esta herramienta para este estudio es de mucha importancia porque se ha demostrado a lo largo de la historia del uso de este en las industrias de los Estados Unidos, ya que:

- Los diagramas de control son una técnica probada para mejorar la productividad.
- Son eficaces para evitar defectos.

- Evitan ajustes innecesarios al proceso.
- Proporcionan información para el análisis.
- Y los diagramas de control proporcionan información acerca de la capacidad del proceso.

Existen comportamientos y patrones en los datos representados, que nos darán un indicio de que hay una variabilidad no aleatoria que debe investigarse. Para términos de un mes, el proceso está dentro de control estadístico cuando 25 o 31 puntos consecutivos están dentro o entre los límites de control (límite superior y límite inferior). Pero, ¿Cuándo el proceso está funcionando mal, o está fuera de control?

Como ya se mencionó, una gráfica puede indicar que está fuera de control sin que un solo punto esté fuera de los límites, si el patrón de los puntos muestra un comportamiento no aleatorio o sistemático. En muchos casos, el patrón de los puntos proporcionará información útil para el diagnóstico del proceso, la cual se puede usar para modificar el proceso, a fin de reducir la variabilidad (la meta de los controles estadísticos de procesos).

En la obra *Statistical Quality Control Handbook* (1956, página 149-183), de la compañía Western Electric, establecieron lo que sería las reglas y sus usos en cuanto a la interpretación de los gráficos de control. Las reglas más conocidas son las cuatro primeras reglas:

- La regla de Shewhart: un valor cae fuera de cualquier límite de control tres sigmas.
- Dos de tres valores consecutivos caen fuera de los límites de advertencia de dos sigmas del mismo lado.
- Cuatro de cinco valores consecutivos caen fuera de los límites de advertencia de un sigma del mismo lado.
- Ocho valores consecutivos se encuentran por encima o debajo.

No obstante, debemos de tener cautela al utilizar reglas de interpretación, ya que debemos evitar demasiadas señales falsas positivas en los gráficos de control en

cuanto a las secuencias que muestra; teniendo en cuenta que una secuencia se refiere a la secuencia de puntos entre eventos cuando el gráfico está indicando.

Estableceremos parámetros para interpretar secuencias en los gráficos de control basándonos en las reglas de compañía Western Electric, y por su parte interpretaciones en su mayoría del señor Douglas Montgomery y de la Cámara de la Agricultura de Girona (*Chambre d'agriculture de la Gironde*).

Primero que nada, cuando se construye un gráfico de control, es importante hacer un análisis en tiempo real para validar una serie de análisis; y, posteriormente, estudiar las posibles tendencias o problemas. Entonces, ¿Cuándo el proceso está fuera de control?

- Cuando hay un punto fuera de los límites del 95%. Por definición, el 5% de los puntos estarán fuera de este límite, por lo que este caso solo debería preocuparnos si el punto se aleja mucho del límite o si sospechamos que hay algo mal. En resumen, esta es quizás la más pequeña de las probabilidades.
- Cuando se aprecian tendencias crecientes o decrecientes en más de 4 puntos seguidos.
- Cuando más de 6 puntos seguidos se encuentran en la mitad superior o inferior del gráfico. En este caso, el proceso está descentrado y habría que recalibrarlo.
- Cuando se aprecia que los valores siguen un patrón, no siento estos valores aleatorios.
- Cuando se presenta varios puntos consecutivos alternándose arriba y debajo de la media
- Cualquier patrón recurrente que estés observando, puede ser considerado algo inusual.

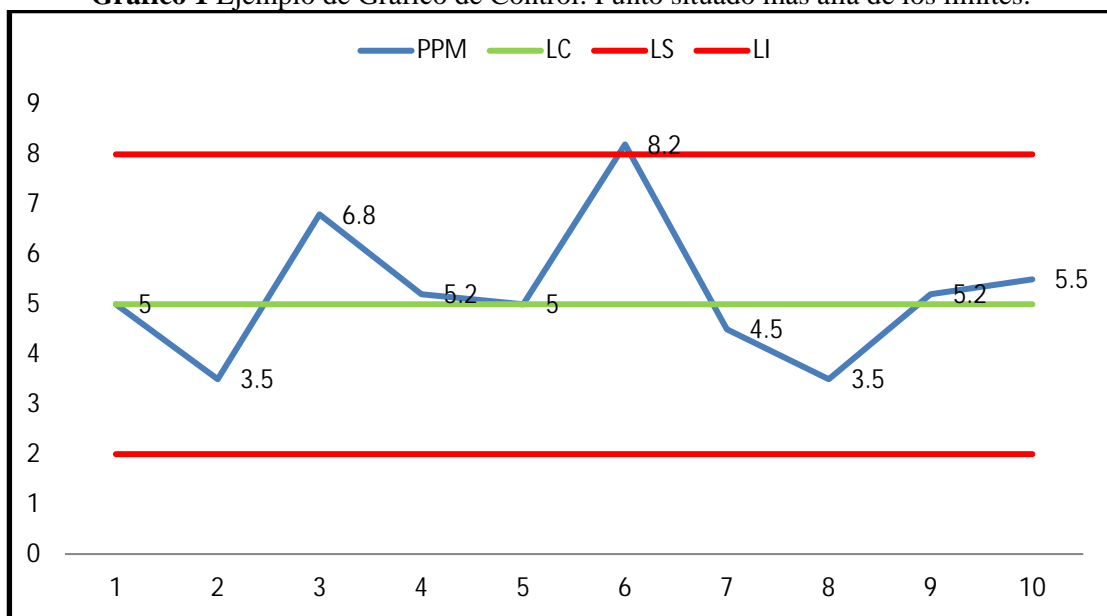
El gráfico de control ayuda a mantener el proceso bajo control, lo que es congruente con la filosofía de “hacerlo bien desde el principio”. A menudo, el patrón

de los puntos en el diagrama de control contiene información diagnóstica para un operario o ingeniero con experiencia.

Esta información permite implementar un cambio en el proceso que mejore su rendimiento. La gráfica de control ofrece información sobre el valor de parámetros importantes en el proceso y de su estabilidad en el tiempo. Esto permite también estimar la capacidad del proceso.

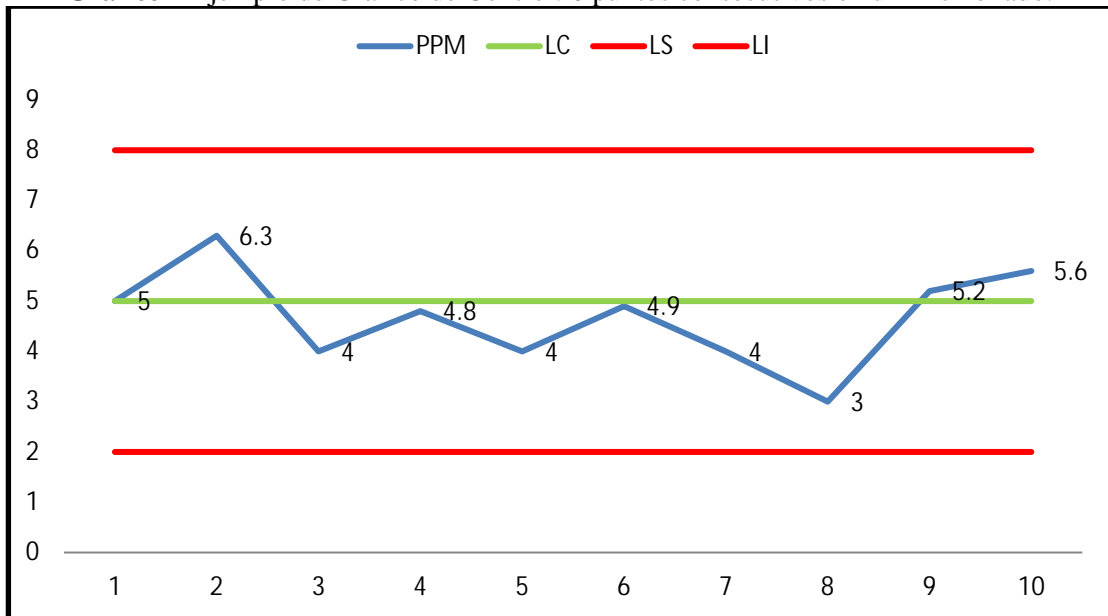
A continuación se mostrarán algunos ejemplos gráficos en cuanto a lo mencionado anteriormente del comportamiento de los puntos en los gráficos de control:

Gráfico 1 Ejemplo de Gráfico de Control: Punto situado más allá de los límites.



Fuente: Control Estadístico de la Calidad, Montgomery D.
Autor: Bruguera F. (2020).

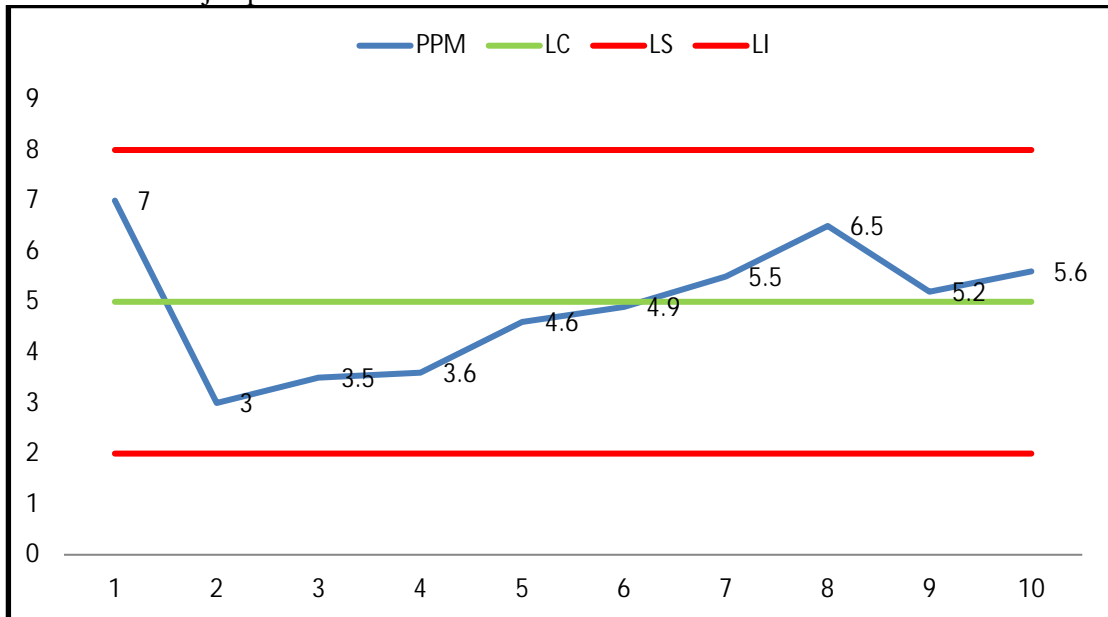
Gráfico 2 Ejemplo de Gráfico de Control: 6 puntos consecutivos en un mismo lado.



Fuente: Control Estadístico de la Calidad, Montgomery D.

Autor: Bruguera F. (2020).

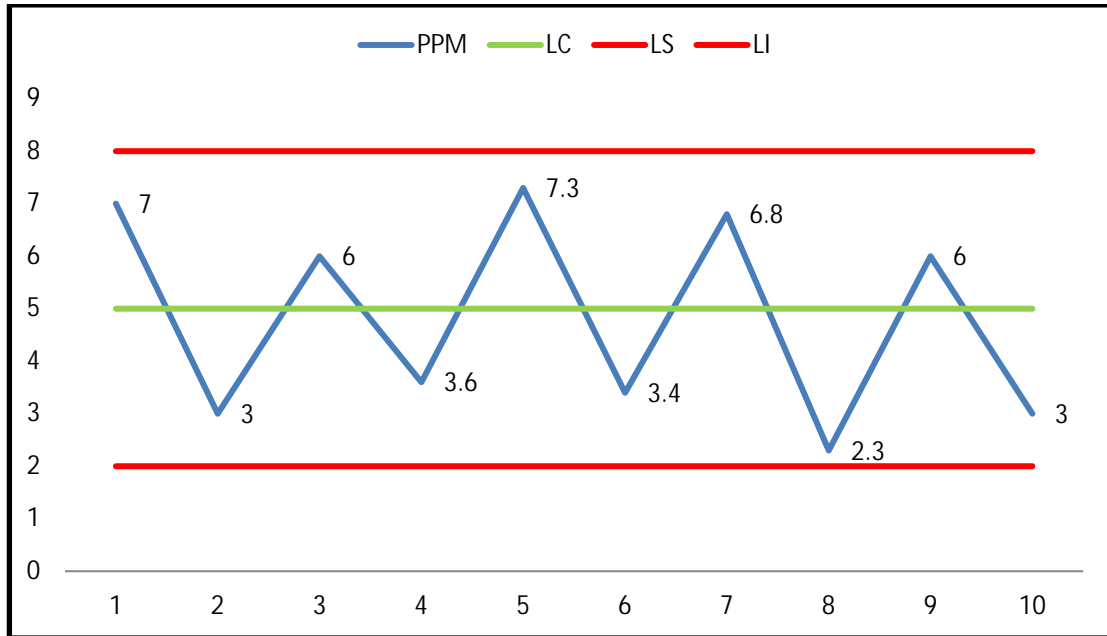
Gráfico 3 Ejemplo de Gráfico de Control: Tendencia Creciente dentro de los límites.



Fuente: Control Estadístico de la Calidad, Montgomery D.

Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 4 Ejemplo de Gráfico de Control: Puntos consecutivos alternado arriba y debajo de la media.



Fuente: Control Estadístico de la Calidad, Montgomery D.
Autor: Bruguera F. (2020).

Se puede observar que en los gráficos anteriores aparecen unos comportamientos o patrones cíclicos que pueden ser el resultado de un factor ambiental, puede ser como se ha observado durante el análisis y estudio de esta investigación por una fluctuación de voltaje o presión. También cuando se presentan 6 puntos consecutivos ya sea de forma ascendente o descendente, se le conoce como cambio de nivel en un proceso, y estos cambios puede ser el resultado de la introducción de nuevos trabajadores, métodos, máquinas, cambios en el método o estándares de inspección, etc. Otro factor cuando se presenta una tendencia, desplazamiento continuo en cierta dirección o cambio de nivel, podría ser por algún desgaste o deterioro gradual de una herramienta o componente crítico del proceso; también puede ser por causas humanas como cansancio o la presencia del encargado o supervisor.

Los gráficos de control estadístico son una herramienta ideal ya que su finalidad es la mejora continua y el control o monitoreo de los procesos para asegurarse de que

estos funcionen adecuadamente. Permiten también mediante un buen análisis en los patrones, llevar a cabo acciones para la prevención de dichos acontecimientos que pudieran afectar el nivel de partículas suspendidas.

Las observaciones de los comportamientos extraños en los niveles de sólidos suspendidos de las tinas, deben de ser analizados por un encargado especializado en control de calidad, para que luego junto con jefe superior lleven a cabo la toma de acciones, es decir, si presenta un problema que amerite una respuesta inmediata, estableciendo ciertos parámetros, niveles estándares para el respectivo análisis, y llevar a cabo pasos a realizar si se presentan problemas en general que puedan afectar el proceso productivo.

3.2.14.1. Cómo hacer un gráfico de control.

1. Seleccionar la característica objeto de análisis en el gráfico de control.
2. Seleccionar el tipo apropiado de gráfico de control.
3. Decidir el subgrupo (una pequeña recopilación de artículos, en el marco de los cuales las variaciones se deben probable y únicamente al azar), sus dimensiones, y la frecuencia de muestreo del subgrupo.
4. Recolectar y registrar datos sobre 20 o 25 subgrupos por lo menos, o utilizar datos registrados previamente.
5. Calcular estadísticamente las características de cada muestra del subgrupo.
6. Calcular los límites de control sobre la base de las estadísticas de las muestras de subgrupos.
7. Construir un gráfico y colocar las estadísticas del subgrupo.
8. Examinar el colocar por si hay puntos fuera de los límites de control y patrones que indiquen la presencia de causas asignables o especiales.
9. Decidir las acciones a tomar en el futuro.

A continuación se mostrará las formulas correspondientes a aplicar para obtener los límites superior, central e inferior:

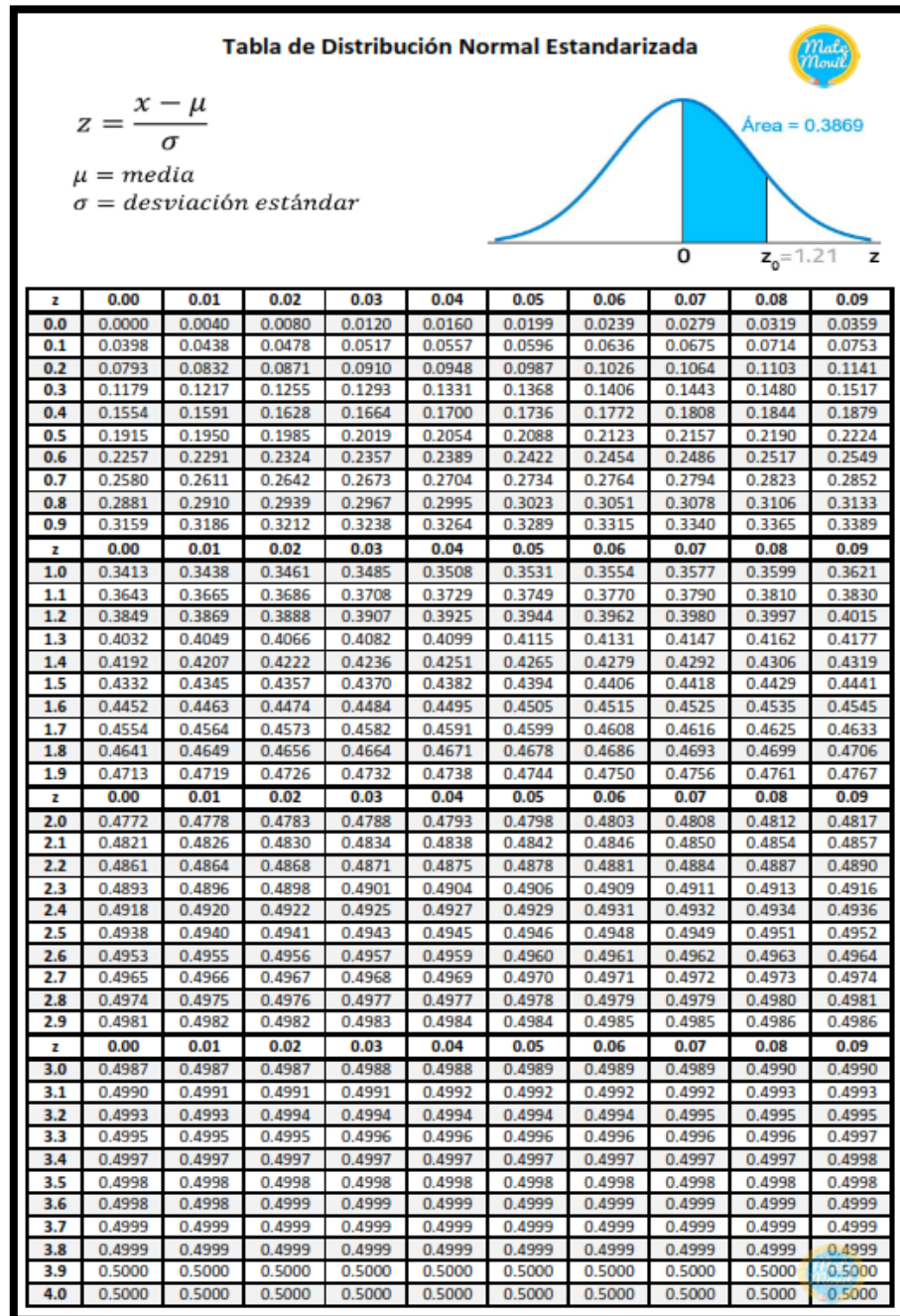
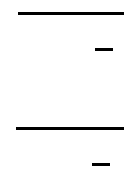


Figura 19 Tabla distribución normal estandarizada.
Fuente: Mate Móvil (2018).



El valor de Z se obtiene mediante la tabla de Distribución Normal Estandarizada (Figura 19) a partir del nivel de significancia establecido. En caso de que no, se establece un nivel aproximadamente de 5% (0,05) para determinar cuan inusuales deben ser los datos antes de poder ser considerados significativos. La construcción de estos gráficos de control está enfocada como se observó en la estadística matemática.

3.2.15. Diagrama de Ishikawa.

El diagrama causa efecto, conocido también como espina de pescado, diagrama de pescado o diagrama de Ishikawa, consiste en la representación de las causas en torno a un problema o situación específica. Es específicamente útil en un ambiente de grupo o en situaciones en las que se tienen pocos datos cuantitativos disponibles. Es específicamente útil en un ambiente de grupo o en situaciones en las que se tienen pocos datos cuantitativos disponibles. Su creador, Kaoru Ishikawa recomendaba que la espina de pescado se desarrollara hasta el quinto nivel de causas (Betancourt, 2016).

3.2.15.1. Cómo hacer un diagrama de Ishikawa.

La elaboración de un diagrama de Ishikawa gira en torno a una lluvia de ideas que tiene como enfoque un problema o situación. En este sentido, puede ser útil considerar técnicas de generación de ideas que te permitan “exprimir” al máximo a los asistentes (Betancourt, 2016).

1. Definir y escribir el problema, situación o evento que se desea analizar: Se escribe y luego se dibuja una caja alrededor de él, esta es la cabeza del pescado. Hecho esto, traza una recta (la espina central) por el lado izquierdo de la caja de texto.

2. Realizar una lluvia de ideas de causas probables de lo escrito en la cabeza del diagrama: Cada una de las causas detectadas será una espina mayor derivada de la espina central (la recta del paso 1).
3. Analizar el problema desde cada una de las espinas mayores: ¿Por qué se presenta dicho problema? Se traza una línea desde espina mayor y se coloca la respuesta.
4. Analizar el problema desde el segundo nivel de causas: Ahora vas a tomar la respuesta del interrogante anterior y vas a hacer el mismo procedimiento con respecto al problema central. Traza una línea desde el segundo nivel de causas y coloca la respuesta. Este es el tercer nivel de causas con respecto a la p de precio.
5. Se profundiza las causas según sea necesario como lo permita el problema.
6. Completa las otras causas probables: Realiza el mismo procedimiento según tantas causas mayores hayas identificado.
7. Si el grupo se queda sin ideas, centra la atención en aquellas espinas donde las ideas son pocas.
8. Analiza las causas obtenidas y determina cuáles se va a actuar: Por votación o consenso definimos cuáles son las causas principales y cuáles vamos a intervenir. Se considera factores como el número de veces que se presenta la causa, el impacto sobre el problema central, el costo, tiempo y esfuerzo que se requeriría para su solución.
9. Preparar un plan de Acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas.

3.2.16. Los cinco porqué.

Los cinco porqués (5 why's) es una herramienta de análisis de causa–efecto que actúa a través de preguntas. Con la técnica conseguimos analizar un problema haciéndonos la pregunta ¿por qué? Obtenida la respuesta, nuevamente debemos preguntarnos ¿por qué? y así sucesivamente. La técnica suele denominarse los 5 ¿Por qué? sin embargo el 5 no es camisa de fuerza, ya que la pregunta debe hacerse hasta

considerar que hemos llegado a la causa raíz del fenómeno analizado (Betancourt, 2018).

No obstante, hay quienes afirman que con 5 porqués suelen llegar a la causa raíz del problema pero cada problema es único.

3.2.17. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno, basados en el principio de Pareto (Betancourt, 2016).

Arenhart De Bastiani, Martins (2018) explican que el Principio de Pareto presenta el concepto de que, en la mayoría de las situaciones, el 80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas. Esto permite tratar las no conformidades, identificar puntos de mejora y definir qué planes de acción deben ser atacados primero en lo que se refiere a la prioridad.

Según la metodología, los problemas referentes a la calidad de productos y procesos, que resultan en pérdidas, pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Pocos vitales: Representan pocos problemas que resultan en grandes pérdidas;
- Muchos triviales: Representan muchos problemas que resultan en pocas pérdidas.

Esta herramienta permite mostrar un gráfico de barras que permite determinar, por ejemplo, qué problemas se deben resolver primero por medio de las frecuencias de las ocurrencias.

Es posible visualizar que, la mayoría de las veces, hay muchos problemas menores ante otros más graves, que representan mayor índice de preocupación y mayores pérdidas para la organización.

3.2.17.1. Cómo hacer un diagrama de Pareto.

1. Seleccionar los aspectos que se van a analizar. ¿Cuál es el problema y las causas que se van a tratar?
2. Determinar los problemas (causas o categorías) en torno a la situación

problemática, incluyendo el periodo de tiempo. Elaborar una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tiempos de entrega.

3. Recolección de datos. Buscar causas, frecuencia con la que ocurren las incidencias y ordenar datos de manera ascendente.
4. Ordena de mayor a menor. Ordenamos de mayor a menor las causas con base en los datos que recolectamos y su medida. Por ejemplo, si es el número de veces que se presenta un evento será por cantidad, si es por costo de desperdicios según el tipo de producto, será en unidades monetarias.
5. Realizar los cálculos. A partir de los datos ordenados, calculamos el acumulado, el porcentaje y el porcentaje acumulado.

Para obtener el porcentaje relativo de cada causa o factor, con respecto a un total:

La suma de todos los porcentajes debe ser igual al 100%. Para calcular el porcentaje acumulado, se suma en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema.

6. Identificar los ejes. El eje X se colocan las causas, se anotan los factores de izquierda a derecha en orden decreciente en cuanto a su frecuencia. Se colocan dos ejes Y, el eje Y izquierdo y eje Y derecho. El izquierdo es para la frecuencia de cada causa, y el eje vertical derecho mostrara el porcentaje relativo acumulado.
7. Graficar las causas y la curva acumulada. Trazar las barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que se presentó el factor, se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras. Colocar los puntos que representan el porcentaje relativo

acumulado, tomando en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan partiendo desde el origen y después en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos.

3.3 Definición de Términos Básicos

- **Dilución:** Una dilución es una mezcla homogénea, uniforme y estable, formada por dos o más sustancias denominadas componentes, en donde la sustancia en mayor cantidad es el solvente, y a la de menor cantidad se le llama soluto y es la sustancia disuelta.
- **Coloide:** Es una mezcla formada por partículas microscópicas en estado sólido que están dispersas en una sustancia (fase fluida o dispersor), líquida o gaseosa.
- **Suspensión:** Mezcla formada por un sólido en polvo o por pequeñas partículas no solubles (fase dispersa) que se dispersan en un medio líquido (fase dispersante o dispersora).
- **Filtración:** La filtración es un método de separación física utilizado para separar sólidos a partir de fluidos ya sean líquidos o gases mediante la interposición de un medio permeable capaz de retener partículas sólidas que permite únicamente el paso de líquidos.
- **Microorganismos:** Un microorganismo, también llamado microbio, es un ser vivo, o un sistema biológico, que solo puede visualizarse con el microscopio.
- **Aditivos:** Un aditivo es definido como cualquier material sintético o natural, a parte de las materias primas básicas, utilizado para mejorar el producto final, o cualquier sustancia que pueda afectar a las características de un producto.
- **Coagulación:** Proceso de desestabilización de la carga (aniónica) de los sólidos suspendidos por efecto de la intervención de productos químicos de carga catiónica (PAC- Policloruro de Aluminio, poliacrilamidas catiónicas, Cloruro Férrico).

- Floculación: La Floculación es el proceso de unión de las macro partículas desestabilizadas en la coagulación, por floculantes químicos.
- Mejora: Es el cambio beneficioso o progreso de una cosa que está en cierta condición hacia un estado mejor.
- Herramienta: De acuerdo con su definición, la palabra herramienta proviene del latín “ferramenta”, es un instrumento que nos permite realizar ciertos trabajos.
- Eficiencia: Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de Investigación.

La investigación que se está llevando a cabo tiene un enfoque cuantitativo, Tamayo (2007), señala que el enfoque cuantitativo:

“Consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio”. (p.47).

Por lo antes expresado, se confirma que este, está enmarcado bajo este tipo de enfoque; puesto que, a través de la recolección y análisis de los datos numéricos, se estará evaluando el registro de los sólidos suspendidos que están influyendo dentro de las tinas de agua en la empresa MOLANCA C.A.

4.2. Diseño de la Investigación.

Arias (2012) define el diseño de la investigación como; “la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental”. (p. 27).

En este sentido, Arias (2012) define:

“La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”. (p. 31).

Por lo antes mencionado, la presente investigación será no exploratorio apoyado en una investigación de campo, ya que la información que se obtendrá será extraída directamente de las visitas y pruebas realizadas en la empresa MOLANCA C.A.

4.3. Nivel de Investigación.

Según Arias (2012), “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. (p. 23).

Por otra parte, Arias (2012), define:

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos”. (p. 26).

En este proyecto se busca recolectar datos relacionados al acontecimiento de estudio, en la empresa MOLANCA C.A., que mediante herramientas se puedan analizar e interpretar, además de poder evaluar las posibles causas que están originando la formación de sólidos suspendidos en las tinas de agua recuperada, con la finalidad de que esta información sirva de soporte a la gerencia para definir un plan de control de dicho parámetro que es clave en el proceso de producción de la pulpa.

4.4. Población y Muestra.

Arias (2012) define la población como, “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas o válidas las conclusiones de la investigación. Esta población queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio”. (p. 81).

De la misma manera, Arias (2012) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83).

En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. Por otro lado, Tamayo (2006), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población

considerada" (p.176).

Para este estudio, se establece como la población el agua clarificada y el agua gris o agua de proceso en el área de preparación de pulpa, y se toma como muestra de esa población 100 ml en las tinas 209 y 221 de agua clarificada, y en las tinas 211 y 120 de agua gris o de proceso respectivamente para el cálculo y registro de los sólidos suspendidos.

4.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

4.5.1. Técnicas para la recolección de datos.

El autor Arias (2012), establece que “se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p.67).

Las técnicas utilizadas para recolectar la información en el presente trabajo de investigación y definidas por el autor estarán conformadas por:

- Observación directa: “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (Arias, 2012, p.69).

En relación a ello, se realizará una observación participante, la cual, Arias (2012) define “en este caso el investigador pasa a formar parte de la comunidad o medio donde se desarrolla el estudio” (p.69). De igual forma, este autor señala que la observación libre o no estructurada “es la que se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados” (p.70).

De este modo, se visitará la empresa y se observarán las diversas fuentes de información involucradas al proceso de estudio; se observara el sistema de agua, principalmente el de agua recuperada y agua clarificada, y todos aquellos factores y equipos que forman parte de este sistema.

- Entrevista semiestructurada: “Entrevista en la que, aun cuando existe una guía de preguntas, el entrevistador puede realizar otras no contempladas

inicialmente, debido a que una respuesta puede dar origen a una pregunta adicional o extraordinaria. Esta técnica se caracteriza por su flexibilidad. Además de sus instrumentos específicos, tanto la entrevista estructurada como la no estructurada pueden emplear instrumentos tales como el grabador y la cámara de video”. Arias (2012, p.74).

Estas entrevistas se realizaran a todo el personal que forma parte del proceso de producción de la pulpa (Operadores, supervisores, ingenieros encargados, personal de control y gestión de calidad, etc.).

- Revisión documental: “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos por otros investigadores. El propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (Arias, 2012, p.27). De acuerdo a lo anterior, se revisarán documentos y procesos productivos en otras empresas que sirvan de referencia y como antecedentes dentro de la presente investigación, al igual que los documentos proporcionados por la empresa MOLANCA C.A.

4.5.2. Instrumentos de recolección de datos.

Según Arias (2012) define: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p.68)

En este sentido los instrumentos involucrados en la presente investigación son:

- Cámara fotográfica y de vídeo: con el fin de tener un registro fotográfico del almacenaje, las condiciones de trabajo y demás aspectos que puedan interesar.
- Libreta de notas: con el propósito de llevar un control de los procesos observados, y de las inquietudes planteadas a los trabajadores. Cabe resaltar que en esta libreta se llevará a cabo la recolección de datos de las muestras que se realizan en las tinas 209, 211, 221 y 120, y de los equipos involucrados en este.
- Documentos de la empresa: son un conjunto de documentos que conservan

información sobre el proceso de producción de pulpa de la empresa, el sistema de agua y su tratamiento, etc. (reportes de producción y de control de calidad)

- Hojas de cálculo: Son Formatos digitales en las que se usan herramientas y funciones automatizadas para analizar la información y encontrar posibles respuestas o conclusiones que se buscan.

4.6. Técnicas de Análisis de Datos.

Según Arias (2004), "En este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso. " (p. 111).

En lo referente al análisis, se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados. En resumen, para este estudio el procedimiento y análisis de los datos se realizara por medio de la revisión, clasificación y análisis de la información obtenida. Las técnicas a utilizar son:

- Diagrama Causa-efecto, para la esquematización de las posibles causas.
- Diagrama de Pareto, para identificar las causas críticas, que estarían generando la no conformidad.
- Los Cinco Porqué, para buscar el origen del problema.
- Análisis de imágenes; como proceso de extracción de información a través de imágenes como fotografías.
- Análisis de datos: centrado principalmente en la deducción, es decir, derivar una conclusión basándose solamente en lo que conoce el investigador.

4.7. Fases de la Investigación.

Fase I: Estudiar el funcionamiento del sistema actual de agua en el proceso de preparación y tratamiento en la planta pulpa.

En esta fase se buscará tener un panorama general del proceso actual, es decir, se pretende conocer la situación actual del sistema de las aguas mediante las siguientes actividades:

- Realizar visitas a la empresa MOLANCA C.A., con el fin de observar el proceso de producción de pulpa incluyendo el sistema de agua, principalmente el de agua recuperada y agua clarificada.
- Realizar un diagrama de flujo que refleje el sistema de agua en todo el proceso de producción y preparación de la pulpa.
- Observar y estudiar los procesos involucrados en nuestro estudio como lo son el llenado y vaciado de las tinas 209, 211, 120 y 221 y el proceso de clarificación.
- Hacer entrevistas al personal involucrado en el área de preparación pulpa.

Fase II: Realizar un registro de los sólidos suspendidos (ppm) en el agua de las tinas contenedora 120, 209, 211 y la 221 a partir de un muestreo experimental.

En esta fase se llevará a cabo la toma de muestras de las aguas que se encuentran en las tinas 209, 211, 221 y 120, con el fin de determinar la cantidad de sólidos suspendidos disueltos en cada una de ella. Esto se logrará a partir de un registro diario en el que se tomara el peso inicial del papel filtrante y el peso final del papel filtrante en el cual ha sido humedecido con la muestra.

Con estos datos se podrán obtener los ppm suspendidos en las aguas de cada una de las tinas. Este procedimiento se realizara en horas de la mañana.

A su vez se llevaran registros siguiendo el mismo procedimiento de la presión de entrada del clarificador DAF, la presión de aire del clarificador Krofta, y la presión de salida de las Bombas Centrifugas 802 (tina 209) y 1211 (211), con el fin de llevar un registro de su comportamiento para el análisis a la hora de evaluar las posibles causas de la generación de estos sólidos suspendidos.

Fase III: Analizar las posibles causas potenciales que pudieran generar el incremento o la presencia de estos sólidos en las aguas en el proceso.

Durante esta etapa se recolectara información y datos de los equipos involucrados en este (Clarificadores y las bombas 802 y 1211).

Una vez recolectado toda la información relacionada a este, se procederá a evaluar

el sistema de agua de proceso (antes y durante del proceso de clarificación) y de agua clarificada (después del proceso de clarificación), utilizando las herramientas para la mejora continua a fin de ordenar aquellos factores o causas primordiales que ocasionan dicho problema, y el origen que me genera esa causa o problema presente que afecta el estado del agua gris y agua clarificada.

Fase IV: Proponer un plan de mejora para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinas 120, 209, 211 y 221 del área preparación y tratamiento de la pasta en planta pulpa.

Una vez profundizado en las principales debilidades encontradas en la línea productiva, como resultado del análisis anterior, y del establecimiento de las oportunidades de mejora, se procederá al planteamiento de propuestas, la cual consiste en el diseño de un plan de mejora mediante la aplicación de técnicas y herramientas propias de ingeniería industria.

Fase V: Evaluar los costos técnicos, sociales, operativos y económicos de la implementación del sistema de gestión.

En esta última etapa, se procede a evaluar la factibilidad de la propuesta desde distintos puntos de vista, con la finalidad de establecer criterios de decisión, que permitan aprobar o no su implementación, desde el enfoque técnico que se refiere a la viabilidad de compra de equipos, maquinaria o la redistribución del área productiva; desde el enfoque operativo que se asocia con las modificaciones al método de trabajo; y desde la perspectiva económica, se refiere a determinar la rentabilidad del proyecto a través de la relación entre los costos incurridos y los beneficios adquiridos, en virtud de la implementación de la propuesta.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo, se describen los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación, dando así cumplimiento a los objetivos trazados, los cuales fueron estructurados en cinco (5) fases que se desarrollaran a continuación:

5.1. Fase I: Estudiar el funcionamiento del sistema actual de agua en el proceso de preparación y tratamiento en la planta pulpa.

El objetivo de esta fase fue conocer el proceso de producción en la planta pulpa, conociendo a su vez el proceso de clarificación de las aguas.

Durante el principio de la pasantía en la empresa MOLANCA C.A., se realizaron recorridos para conocer todo el proceso que se lleva a cabo para la realización del producto. Este recorrido abarco las zonas principales como el almacén de materia prima reciclada; los tanques y el pozo de agua que forman parte del sistema; la zona donde se realiza el desfibrado de la materia prima para luego transportarla a las tinas contenedoras y pasarlas por procesos de limpieza y adición de químicos para darle propiedades al producto (Figura 20); también el área donde se encuentran las maquinas moldeadoras (Hartman y Keyes B-6); las oficinas de producción y de control de calidad; el almacén y área de despacho del producto terminado.

Una vez ya realizado estos recorridos para conocer parte importante de la planta, se procedió a realizar un recorrido enfocado a la conexión de aguas, y con ello mediante la observación guiada, se realizaron preguntas a los operadores y personal de este sistema, y también por observación directa, se realizó el levantamiento del diagrama de flujo de dicho sistema para mostrar de forma gráfica y más detallada todo el sistema de tuberías de agua para el proceso completo de producción y preparación de la pulpa. En el diagrama (Figura 21) está reflejado el flujo de la pasta o pulpa papelera, así como el flujo de agua de la parte central del proceso de

producción. Los diagramas de agua se dividen en dos partes: Uno enfocado a la moldeadora Keys B-6, y otro enfocado a la moldeadora Hartmann (Ver Figuras 22 y 23).

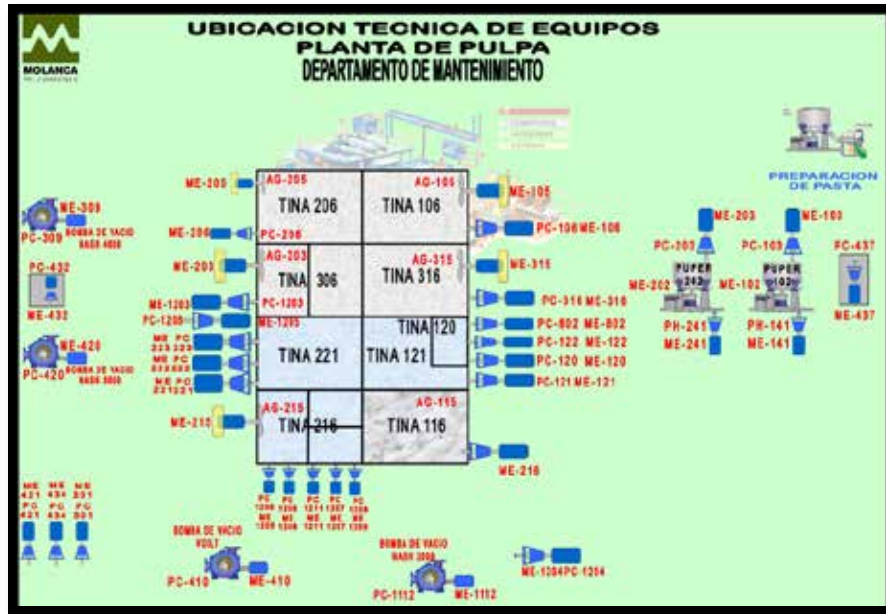


Figura 20 Diagrama de los equipos de la planta pulpa.

Fuente: MOLANCA C.A. (2020).

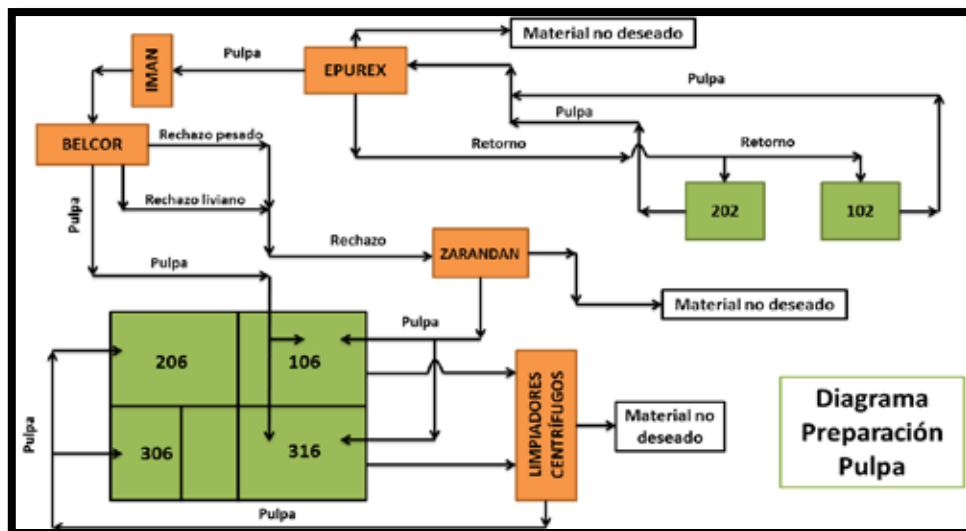


Figura 21 Diagrama de flujo de la pulpa papelerá.

Fuente: Bruguera F. (2020).

Durante el estudio y el desarrollo del diagrama, se observaron todas las actividades involucradas como lo son el llenado y vaciado de las tinas 209, 211, 221 y 120 y el proceso de clarificación.

La tina 211 (Figura 24) recibe agua de proceso. El agua de proceso viene por la acción de la bomba 1204 del tanque separador. Esta a su vez tiene una conexión de agua fresca proveniente del tanque elevado, pero esta no se usa constantemente, solo se usa en casos de limpieza. Esta tina es vaciada constantemente por acción de la bomba centrífuga 1211 (Figura 25) hacia el clarificador Krofta, la cual esta envía el agua ya clarificada a las tinas 208 y a la tina bajo estudio como lo es la tina 209.



Figura 24 Tina 211.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 25 Bomba 1211.

Fuente: Bruguera F. (2020).

La tina 209 (Figura 26) por su parte, y como se mencionó anteriormente, recibe el agua clarificada por parte del equipo Krofta (Figura 27). Ésta es vaciada hacia el Scrubber por la bomba 1209 (que esta la recircula a la misma tina 209), y por la bomba 1207 es vaciada finalmente hacia la moldeadora Hartmann para usarse en las regaderas oscilantes. Ésta tina tiene una conexión que le permite recibir agua fresca solo en caso de limpieza para la tina, o para darle más claridad y limpieza al agua.



Figura 26 Tina 209.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 27 Clarificador Krofta.

Fuente: Bruguera F. (2020).

El llenado de la tina 120 (Figura 28) es principalmente agua de proceso, la cual proviene del tanque de cabeza que contiene dicha agua. La tina 120 tiene una conexión para que le llegue agua fresca, sin embargo esta no la recibe constantemente durante todo el proceso, ya que se suele usar en caso para limpieza de dicho contenedor. Se pudo observar en el diagrama que parte del agua de la tina 221 (Figura 30) es bombeada por la bomba 223 a la tina 120 junto con el agua proveniente del tanque de cabeza, esto con el fin de recircular dicha agua. El vaciado de esta tina viene realizada por la acción de tres bombas centrifugas:

- La bomba 120 que bombea agua hacia los pulpers 202 y 102.
- La bomba 802 (Figura 29) que transporta agua al clarificador DAF.
- Y la bomba 122, que envía a los Limpiadores Centrífugos, y a los equipos como el Zaranda, y el Belcor.

La tina 221 recibe agua ya clarificada por parte del clarificador DAF. Ésta, como en las otras tinas mencionadas, tiene una conexión que le permite recibir agua fresca, pero solo en caso de limpieza para la tina, o para darle más claridad y limpieza al agua.

El proceso de formación de los estuches y separadores se lleva a cabo en las máquinas moldeadoras Keyes B-6 y Hartmann. Dichas máquinas moldeadoras poseen un sistema de regaderas de palma y aguja, la cual tiene la función de mantener

constantemente limpias las mallas de los moldes para la formación del producto, para a su vez lograr toda la cobertura de la pulpa a lo ancho de cada molde.



Figura 28 Tina 120.
Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 29 Bomba 802.
Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 30 Tina 221.
Fuente: Bruguera F. (2020).

El agua que se recupera en todo el proceso de producción, como se mencionó, se almacena en las tinas contenedoras 211 y 120, y es enviada a su respectivo sistema de clarificación de los Clarificadores DAF (Figura 31) y del Krofta.

Estos clarificadores trabajan con un sistema de flotación por aire disuelto, donde las burbujas de aire se adhieren a los sólidos suspendidos incrementando su capacidad de ascenso, haciendo que de esta forma se pueda extraer fácilmente la capa de lodo que flota en la superficie. Y, una vez que el agua es clarificada, se envía al sistema de regaderas de palma y aguja, las cuales como se mencionó cumplen la función descrita.



Figura 31 Clarificador DAF.

Fuente: Bruguera F. (2020).

5.2. Fase II: Realizar un registro de los sólidos suspendidos (ppm) en el agua de las tinas contenedoras 120, 209, 211 y la 221 a partir de un muestreo experimental.

Una vez ya comprendido en su mayoría el proceso de producción en general, el sistema de agua, el llenado y vaciado de las tinas 209, 211, 221 y 120, el proceso de clarificación y todos aquellos procesos involucrados, se procedió a llevar a cabo la toma de muestras de las aguas que se encuentran en dichas tinas, para determinar así la cantidad de sólidos suspendidos disueltos en cada una de ellas. El procedimiento para determinar los ppm se realizó de la siguiente manera:

Al inicio de la jornada, aproximadamente a las 8:00 am en el área de preparación y tratamiento de la pulpa, se procede a tomar una cantidad de agua en cada una de las tinas. Inicialmente, se toma la muestra sin ninguna medida de referencia en cantidad

suficiente (Figura 32) para posteriormente surtir una cantidad de 100 ml de esta agua en una probeta milimetrada de plástico (Figura 33) 100 ml de agua de proceso de las tinas 211 y 120, y 100 ml de agua clarificada de las tinas 209 y 221. Posteriormente estos vasos previamente identificados con el número de la tina muestreada son llevadas al laboratorio de calidad.



Figura 32 Vaso de toma de la muestra.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 33 Probeta milimetrada.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 34 Papel filtrante.

Fuente: Bruguera F. (2020).

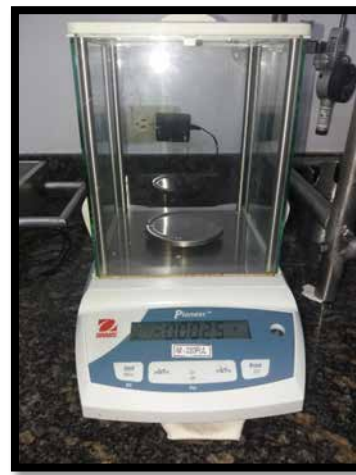


Figura 35 Balanza digital.

Fuente: Bruguera F. (2020).

En el laboratorio de calidad se procede a tomar el peso de los papeles filtrantes (Figura 34) para la obtención de los sólidos suspendidos en cada una de las tinas.

Primero se toman los papeles filtrantes y se colocan en el horno aproximadamente un minuto para quitar la humedad que estas pudieran contener y que no afecte en si el peso inicial. Luego pasado el minuto, se sacan los papeles y se colocan uno por uno en una balanza (Figura 35) para la obtención del peso inicial, y luego estos se van registrando en la libreta de notas junto con la hora en que se tomó dicho peso inicial.

Una vez realizado esto, se coloca uno por uno los papeles en el embudo (Figura 37) para surtir dentro de este y por encima del papel la muestra de agua correspondiente de cada tina. Se coloca el papel, se abre el filtro de aire (Figura 36) para generar succión, y se va surtiendo poco a poco la muestra. Este filtro ayuda a succionar bien el agua, cumpliendo a su vez que las partículas o sólidos suspendidos se adhieren bien al papel.



Figura 37 Embudo y Matraz.
Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 36 Filtro de aire.
Fuente: Bruguera F. (2020).

Ya terminado este paso, se retira el papel húmedo del embudo y se coloca en el horno durante unos 10 minutos. Durante este tiempo se puede ir surtiendo la muestra de la otra tina correspondiente en unos de los papeles filtrados que se están utilizando y luego se coloca en el horno, y así sucesivamente.

Luego de haber pasado los 10 minutos, se retira el papel filtrante del horno y se lleva a la balanza para calcular su peso final. Una vez obtenido este valor, se registra

en la libreta de notas junto con la hora en que se retiró el papel del horno y a la temperatura a la que se encontraba dicho horno en el momento. Esta parte del muestro dura aproximadamente unos 55 minutos en total (Ver Figura 38).

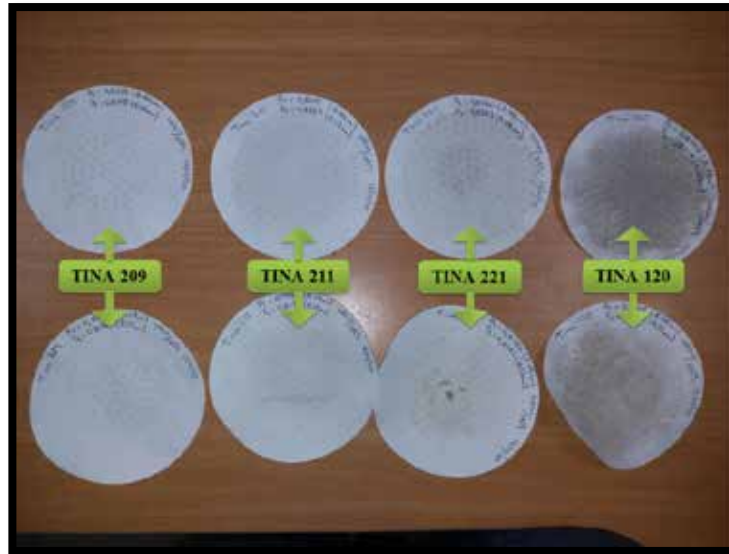


Figura 38 Papeles filtrantes después de la prueba.

Fuente: Bruguera F. (2020).

A continuación se procede a tomar las presiones de diversos equipos que forman parte del estudio terminado el muestreo experimental. Estos datos se irán tomando a partir de un manómetro que indica el nivel de presión (psi), y estos se irán anotando en la libreta de notas. Dichos equipos son los que intervienen principalmente en cada una de estas tinas y parte del proceso de clarificación; estos son:

- La presión de entrada de agua y aire del clarificador DAF.
- La presión de entrada de aire del clarificador Krofta (Figura 40).
- La presión de salida de la bomba 1211 (Figura 39) de la tina 211 (agua de proceso).
- La presión de salida de la bomba 802 de la tina 120 (agua de proceso).



Figura 40 Indicador de presión de entrada de aire del Krofta.

Fuente: Bruguera F. (2020).



Figura 39 Indicador de salida de la bomba 1211.

Fuente: Bruguera F. (2020)

Ésta etapa de la toma de datos dura aproximadamente unos 5 minutos en total. Culminado la toma del nivel de presión de los equipos, se procede a ir al departamento de producción a registrar dichos datos obtenidos (tanto de las presiones como de los ppm's) en una hoja de cálculo (formato digital) correspondiente al mes en el que se está realizando el estudio.

Dicha hoja de cálculo está desarrollada de manera de que cuando se va ingresando los datos de la libreta de notas, esta vaya arrojando resultados (ppm's obtenidos), datos e información para su respectivo análisis.

A continuación se mostrará en la Figura 41 un diagrama de flujo general en el que se reflejarán los pasos y las etapas durante el muestreo y la toma del nivel de presión de los equipos. Dicho diagrama está representado en tres etapas, la cual la primera representa la toma de las muestras de agua y el cálculo de los papeles filtrantes, la segunda etapa es el proceso de surtir la muestra de agua determinada en el respectivo papel filtrante, colocar el papel en el horno y anotar los resultados obtenidos; y la última etapa es la toma del nivel de presión de las bombas mencionadas y los clarificadores. Cada etapa tiene indicado el tiempo aproximado que dura realizar dicha etapa y al final se muestra el tiempo total de todo el proceso de muestreo:

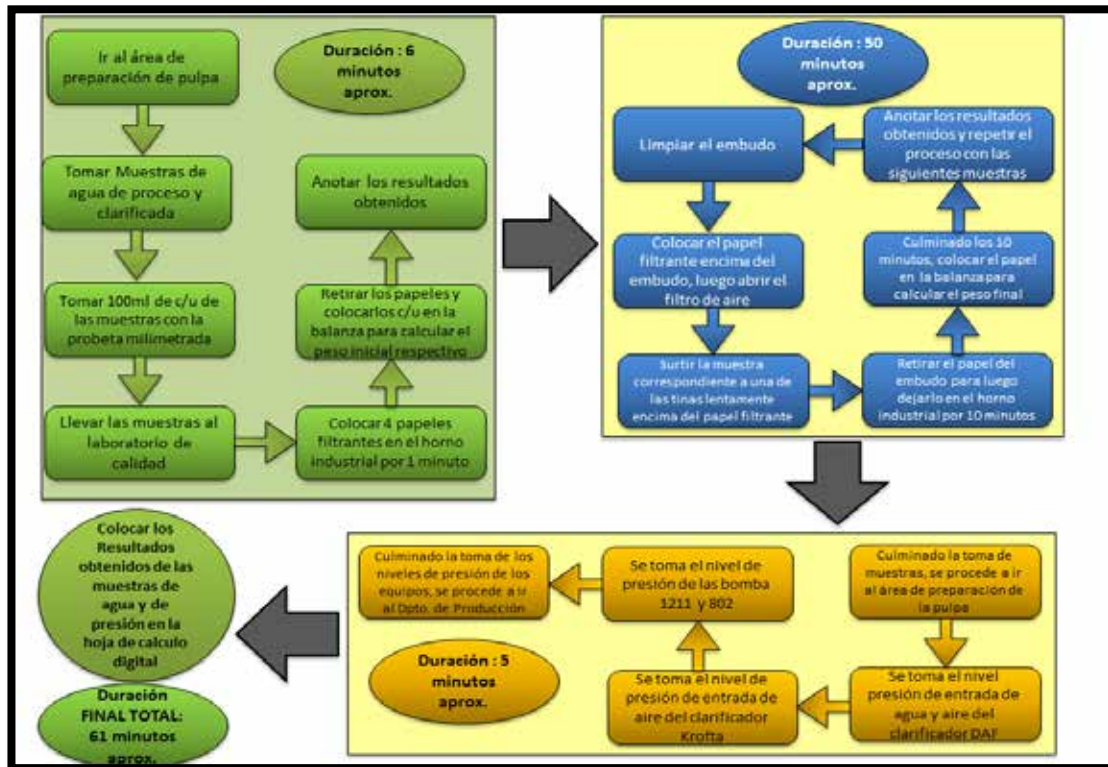


Figura 41 Diagrama de proceso del muestreo de agua y de nivel de presión de los equipos.
Fuente: Bruguera F. (2020).

Culminado la pasantía, y realizado los muestreos experimentales con respecto al nivel de partículas suspendidas las cuales fueron ingresadas en la hoja de cálculo de formato digital, se representará a continuación en las siguientes tablas y gráficos el nivel promedio mensual de ppm de cada una de las tinas como también el rendimiento promedio mensual de los clarificadores con lo que respecta al estudio.

Tabla 5 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 221.

| PPM Tina 221 2020 | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| 375 | 506 | 250 | 140 | 206 | 295 |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 6 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 120.

| Nivel sólidos suspendidos Tina 120 2020 | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| | | | | | 758 |
| 625 | 1.124 | 600 | 845 | 595 | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 7 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 209.

| Nivel sólidos suspendidos Tina 209 2020 | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| | | | | | 135 |
| 160 | 235 | 167 | 45 | 66 | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 8 Nivel de sólidos suspendidos mensuales de la tina 211.

| Nivel sólidos suspendidos Tina 211 2020 | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| | | | | | 397 |
| 333 | 698 | 590 | 196 | 169 | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 9 Eficiencia promedio mensual del Clarificador Krofta.

| Eficiencia del Clarificador Krofta | | | | | |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| | | | | | 67% |
| 69% | 69% | 58% | 81% | 56% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

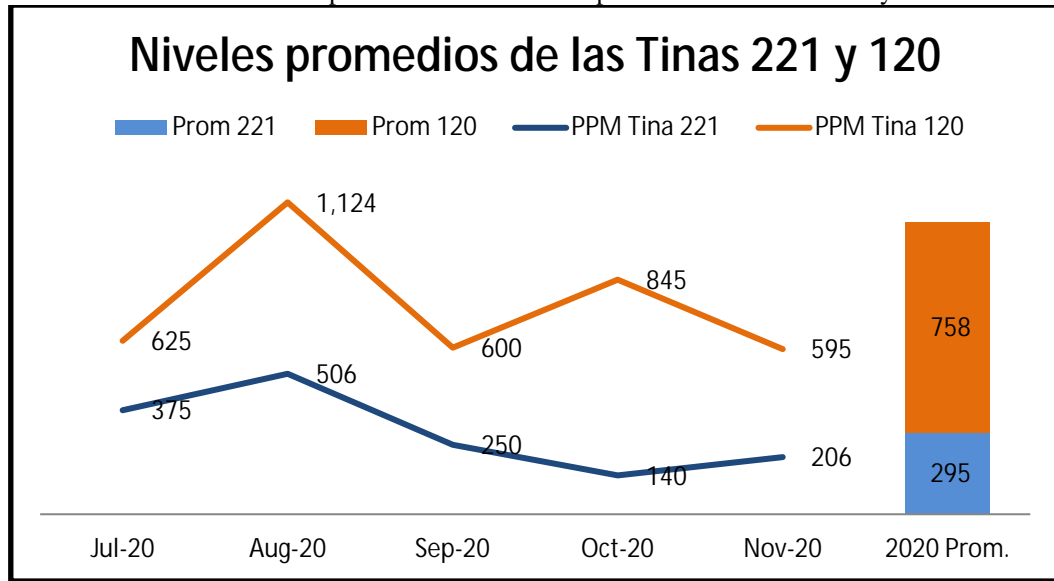
Tabla 10 Eficiencia promedio mensual del Clarificador DAF.

| Eficiencia del Clarificador DAF | | | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Jul-20 | Aug-20 | Sep-20 | Oct-20 | Nov-20 | 2020 Prom. |
| | | | | | 61% |
| 46% | 54% | 64% | 80% | 62% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

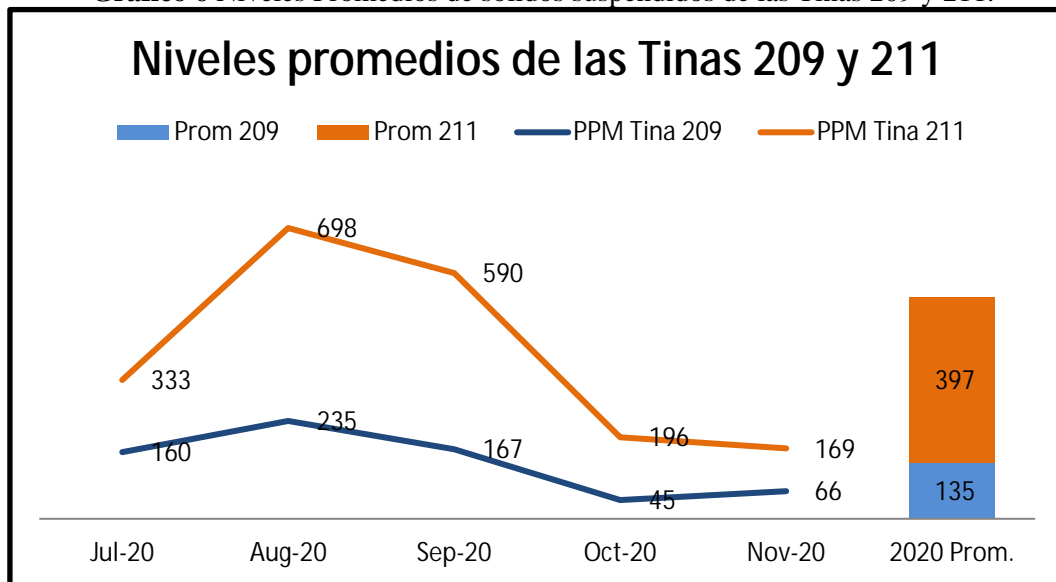
Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 5 Niveles promedios de sólidos suspendidos de las Tinas 221 y 120.



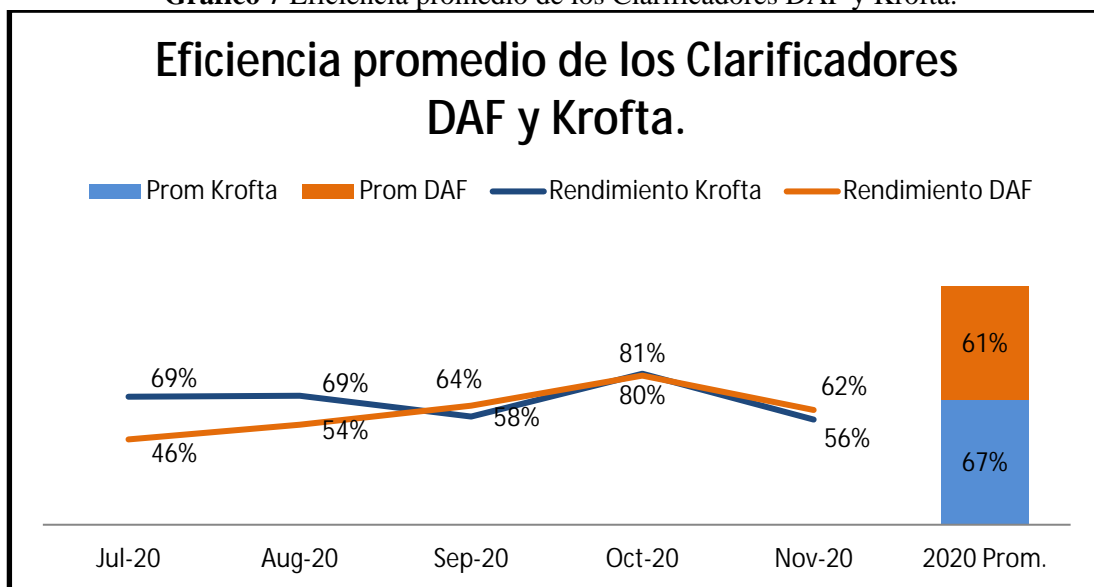
Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 6 Niveles Promedios de sólidos suspendidos de las Tinas 209 y 211.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 7 Eficiencia promedio de los Clarificadores DAF y Krofta.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

5.3. Fase III: Analizar las posibles causas potenciales que pudieran generar el incremento o la presencia de estos sólidos suspendidos en las aguas de proceso.

Una vez recolectada la información y obtenidos los datos de la muestra y estudio de los ppm's, los equipos involucrados, entre otros; se procederá a evaluar el sistema de agua de proceso y de agua clarificada. Cabe destacar que antes de que se comenzara a tomar las muestras, ya se habían realizado algunas durante el mes de julio, y ésta fue registrada en el indicador de dicho mes y por ende aparecerá como parte del estudio reflejando el porcentaje promedio de los clarificadores de ese mes, y también el nivel de sólidos suspendidos de las tinas durante ese periodo.

Tabla 11 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Agosto.

| Día | Producto | Tina 120 | Tina 221 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|---|----------|----------|------------|------------------|
| 19 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GUATEMALA | 1100 | 400 | 64% | 66% |
| | | 1150 | 370 | 68% | |
| 20 | SEP. SUPER POCKET | 1370 | 460 | 66% | 66% |

| | | | | | |
|---|---|-------------|------------|-----|------------|
| | EXPORTACIÓN GUATEMALA | 1330 | 450 | 66% | |
| 21 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GUATEMALA | 890 | 440 | 51% | 51% |
| | | 770 | 380 | 51% | |
| 22 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 23 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 24 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 1800 | 900 | 50% | 48% |
| | | 940 | 500 | 47% | |
| 25 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 1120 | 410 | 63% | 45% |
| | | 830 | 610 | 27% | |
| 26 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GRIS PERU | 840 | 510 | 39% | 90% |
| | | 900 | 440 | 51% | |
| 27 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 1600 | 710 | 56% | 56% |
| | | | | 0% | |
| 28 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 29 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 30 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 31 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| Promedio PPM de las Tina 120 y 221 | | 1124 | 506 | | 54% |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Para el mes de agosto se comenzó a realizar la toma de muestra en las tinas para el estudio de ppm el día miércoles 19/08/2020, esto debido a que para los primeros días no se disponía del matraz de vidrio requerido para realizar el estudio ya que en estos días se estaba buscando el repuesto para dicho instrumento, a esto se debe la falta de continuidad en la data para dicho mes en su mayoría. La eficiencia de dichos clarificadores fueron medidos a partir de los valores del nivel de sólidos suspendidos

de las tinas contenedoras de agua y de agua de proceso del muestreo experimental (Ejemplo: La eficiencia del Clarificador DAF se calculó a partir nivel de partículas suspendidas de la tina 120 y 221) mediante la siguiente formula:

Tabla 12 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Agosto.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|---|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------------|
| 19 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 200 | 0 | 100% | 86% |
| | | 320 | 90 | 72% | |
| 20 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 350 | 120 | 66% | 65% |
| | | 280 | 100 | 64% | |
| 21 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 1170 | 300 | 74% | 71% |
| | | 450 | 150 | 67% | |
| 22 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 23 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 24 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 900 | 400 | 56% | 59% |
| | | 580 | 220 | 62% | |
| 25 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 930 | 420 | 55% | 56% |
| | | 690 | 300 | 57% | |
| 26 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 1460 | 330 | 77% | 80% |
| | | 1150 | 190 | 83% | |
| 27 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 28 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 29 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 30 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 31 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 600 | 200 | 67% | 67% |
| | | | | 0% | |
| Promedio PPM de las Tina 211 y 209 | | 698 | 235 | | 69% |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 13 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|--|----------|----------|------------|------------------|
| 9 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 400 | 200 | 50% | 50% |
| | | | | 0% | |
| 10 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 11 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 12 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 13 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 14 | BOMBA 1211 ESTABA EN MANTENIMIENTO | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 15 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 16 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GRIS PERU | 100 | 60 | 80% | 80% |
| | | | | 0% | |
| 17 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 18 | BOMBA 1211 ESTABA EN MANTENIMIENTO | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 19 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 20 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 21 | ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACIÓN | 300 | 200 | 33% | 33% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

A partir del mes de septiembre se empezaron a realizar las pruebas con una secuencia de tres días (lunes, miércoles y viernes). En algunos días se podrá apreciar que no se pudo realizar el muestreo debido al problema general de la cuarentena y el transporte, o también por paradas de la máquina moldeadora la cual tuvo una gran intervención durante este estudio. También habrán algunos días como martes y jueves en los que sí se pudo ir a la empresa, y por ende se aprovechó y se realizaron la toma y muestra para el estudio.

El día 14 no se tomó muestra debido a que la bomba 1211 estaba en mantenimiento. Igualmente el día 18, la bomba no estaba en funcionamiento porque el motor que tenía dicha bomba se le colocó a la bomba 802, ya que el motor de este se quemó. Hubo algunos días como en la semana del 23 y 25 que se logró ir a la empresa el 22 y 24 que cayeron día martes y jueves.

Tabla 14 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|-----------------------------------|----------|----------|------------|------------------|
| 21 | ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACIÓN | 300 | 200 | 33% | 50% |
| | | | | 0% | |
| 22 | ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACIÓN | 200 | 0 | 100% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 23 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 24 | PORTAVASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN | 200 | 100 | 50% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 25 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 26 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 27 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 28 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 200 | 100 | 50% | 80% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Para el control diario de la Keyes B-6 hubo una gran cantidad de días en las que no se tomaron muestras de sólidos suspendidos debido a que hubo una parada en la maquina moldeadora entre los días 1 y 8. En cambio los otros días que aparecen vacíos son aquellos en los que no se pudo ir a la empresa por el transporte.

Tabla 15 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Septiembre.

| Día | Producto | Tina 120 | Tina 221 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|-------------------------------|----------|----------|------------|------------------|
| 1 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 2 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 3 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 4 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 5 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 6 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 7 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 8 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 9 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 400 | 0 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

En octubre, en el control diario de la Hartmann no se logró tomar muestra los días 12, 16, 19 y 26. Y para las tinas de la Keyes no se tomaron los días 12, 13, 16, 19, 26 y 29; para el día 13 la máquina moldeadora estaba parada por mantenimiento.

A continuación, en este mes se comenzaron a realizar las muestras los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, cambiando totalmente la secuencia en que se estaban tomando antes. Esta secuencia comenzó a realizarse a partir del día martes 20.

Tabla 16 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Octubre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|---|----------|----------|------------|------------------|
| 20 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 200 | 0 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |
| 21 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 281 | 40 | 86% | 86% |
| | | | | 0% | |
| 22 | SEP. SUPER POCKET CERDE MALAQUITA EXPORTACIÓN | 185 | 35 | 81% | 81% |
| | | | | 0% | |
| 23 | SEP. SUPER POCKET CERDE MALAQUITA EXPORTACIÓN | 213 | 121 | 43% | 43% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

A pesar de haber establecido una nueva secuencia, en el control diario de las tinas de la Keyes no se tomaron muestras los días 12 y 16 correspondiente a la secuencia planteada antes. El día 29 la máquina moldeadora estaba parada por mantenimiento, haciendo que la bomba 802 y el clarificador DAF estén fuera de servicio, y por ende, las tinas 221 y 120 estén vacías.

A su vez, no se lograron tomar muestras los días 19 y 26 para ambos indicadores (Hartmann y Keyes) debido a que no se pudo lograr ir a la empresa. En este mes se comenzó a utilizar a partir del día 07, el instrumento de pesaje (Balanza Digital) del laboratorio y no el que se encontraba al lado de la estufa, ya que este es más preciso.

Culminando con el mes de noviembre se siguió la secuencia de muestras hasta el día lunes 16 debido a que la pasantía culminó ese mismo día y no se regresó más a la empresa para continuar con el muestreo.

Para las tinas de la Hartmann se tomaron los días correspondientes excepto el día 16, ya que en ese día la maquina moldeadora estaba de parada. En cambio, para las tinas de la Keyes no se logró tomar muestras el día 11 debido a que dicha moldeadora estaba de parada para el cálculo de sólidos suspendidos.

Tabla 17 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Noviembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|--|----------|----------|------------|------------------|
| 2 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 239 | 68 | 72% | 72% |
| | | | | 0% | |
| 3 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 131 | 107 | 18% | 18% |
| | | | | 0% | |
| 4 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 42 | 10 | 76% | 76% |
| | | | | 0% | |
| 5 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 171 | 106 | 38% | 38% |
| | | | | 0% | |
| 6 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GUATEMALA | 137 | 134 | 2% | 2% |
| | | | | 0% | |
| 7 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 8 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 9 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 147 | 43 | 71% | 71% |
| | | | | 0% | |
| 10 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 131 | 90 | 31% | 31% |
| | | | | 0% | |
| 11 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 229 | 7 | 97% | 97% |
| | | | | 0% | |
| 12 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 262 | 60 | 77% | 77% |
| | | | | 0% | |
| 13 | PORTA VASOS EN BOLSAS | 202 | 37 | 82% | 82% |

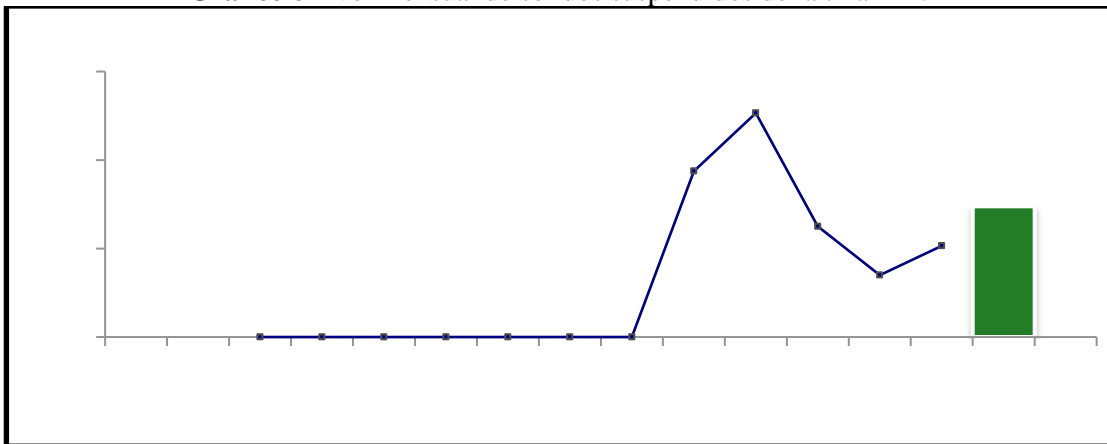
| | | | | | |
|---|---------------------------------|------------|-----------|----|------------|
| | EXPORTACIÓN UPAK | | | 0% | |
| 14 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 15 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 16 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| Promedio PPM de las Tina 211 y 209 | | 169 | 66 | | 56% |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Culminado la pasantía en la empresa MOLANCA C.A., se pudo recolectar la información necesaria para la continuación del estudio y elaboración de un plan de mejora. A continuación se mostrarán gráficos que representan el nivel de sólidos suspendidos promedio de cada mes en cada una de las tinas, recordando que el ppm es una unidad de medida que expresa la concentración de unidades en una sustancia, en este caso las aguas que forman parte de este estudio.

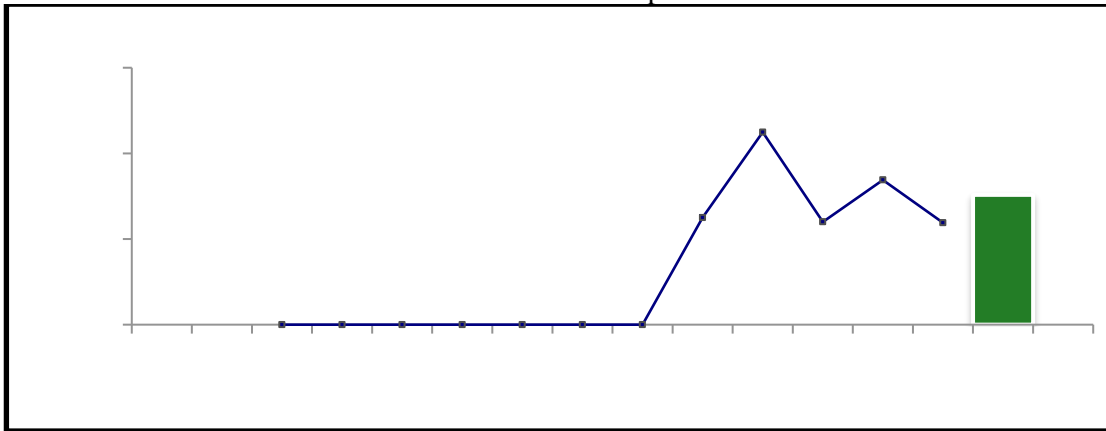
Gráfico 8 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 221.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 9 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 120.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

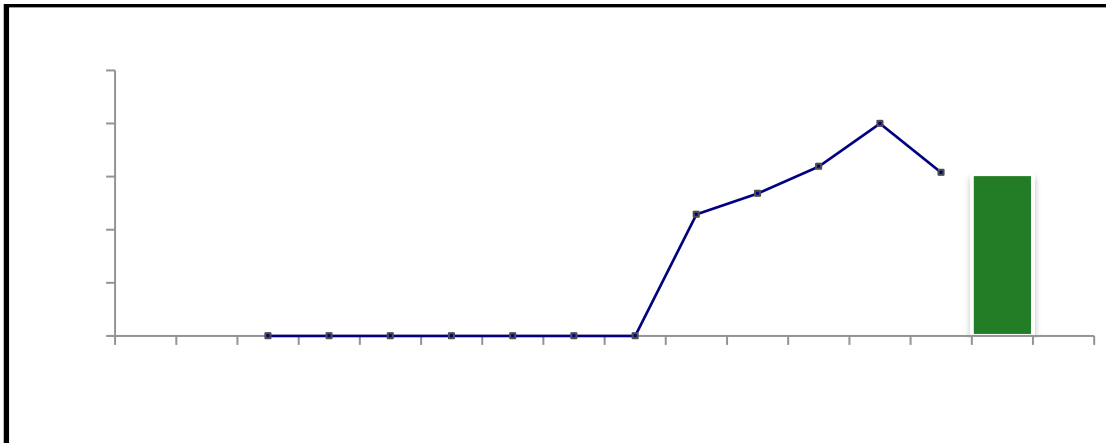
Se observa que para las tinas 221 y 120 que alimentan a la moldeadora Keyes B-6, presentan ambas un nivel muy alto en el mes de agosto. Este valor alto pudo ser afectado por varios factores, uno de ellos es que en este mes, las muestras se comenzaron a tomar el día 19, ya que como se mencionó, no se disponía del matraz de vidrio requerido para realizar el estudio y por ende en los primeros días del mes no se tomaron muestras. Si se hubiera tomado las muestras y realizado el estudio los respectivos primeros días, podría haber una variación en los datos y resultados finales, pero esta suposición no es del 100% verídica.

En cambio, la eficiencia del clarificador DAF estuvo por debajo de su normal comportamiento mostrando un valor de 54% en lugar de al menos 60% es su valor usual, esto tiene impacto directo en el número de ppm's. No se logró tomar los niveles de presión en los equipos involucrados en ese proceso, por lo que tampoco se puede tener un dato extra que pudiera haber impactado en el alto valor observado de ppm.

Sin embargo, para el mes de octubre, el nivel promedio de sólidos suspendidos en la tina 221 fue muy bajo, llegando a ser inferior; y en la tina 120 tuvo un nivel promedio de 845 ppm.

Esto refleja que para este mes el rendimiento del clarificador DAF fue muy bueno, logrando una eficiencia del 80%, siendo superior al promedio de todo el año en ese momento que fue de un 61%.

Gráfico 10 Eficiencia del clarificador DAF.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 18 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre).

| n° | Clarificador | | |
|----|---------------|----------------|------------------|
| | P. aire (psi) | P. Bomba (psi) | P. entrada (psi) |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 120 | 100 | 95 |

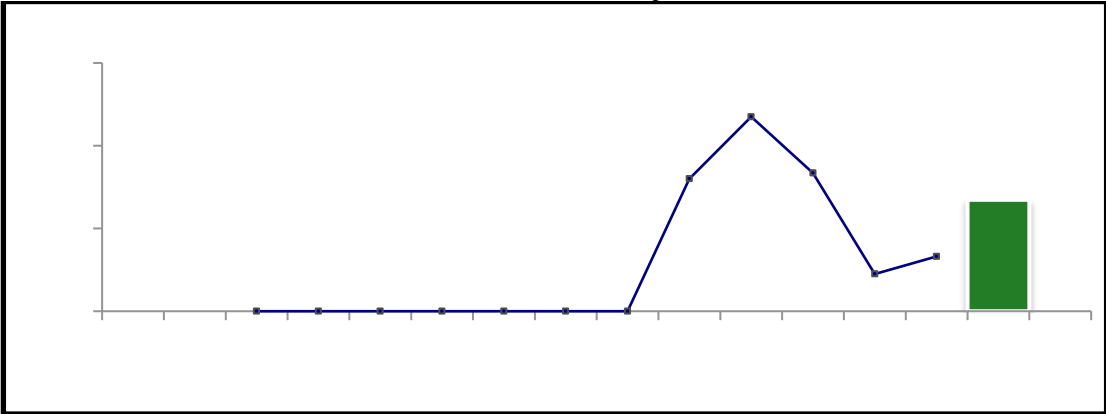
Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

El nivel de presión para los equipos involucrados en el indicador de la Keyes B-6 en el mes de Octubre fueron equilibrados, excepto el día viernes 02. Este día las presiones fueron muy altas siendo la presión de entrada del clarificador DAF de 95 psi, y la presión de la bomba 802 de unos 100 psi. Este nivel se vio reflejado el mismo día llegando a tener una eficiencia del 100% con respecto a la eficiencia del clarificador ese día. Cabe destacar que en ese momento se usaba la balanza que se

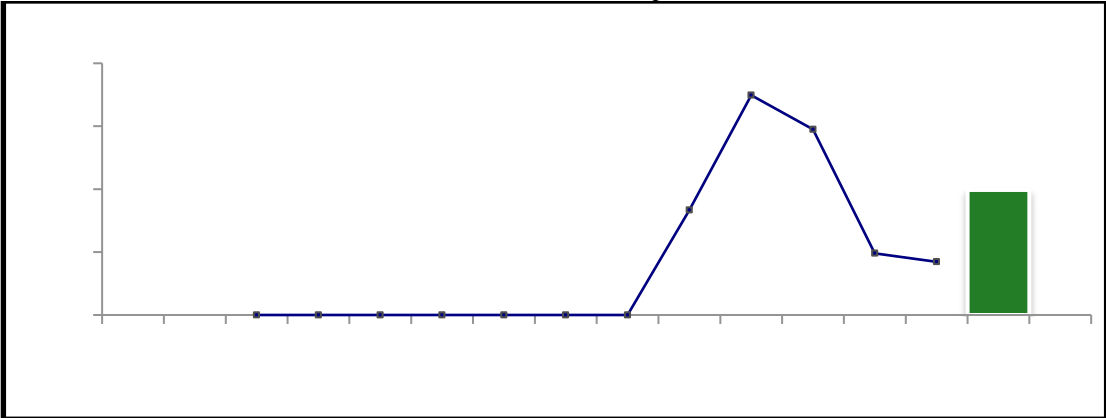
encontraba al lado de la estufa, por lo que los valores en cuanto al peso no pueden ser tan precisos.

Gráfico 11 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 209.



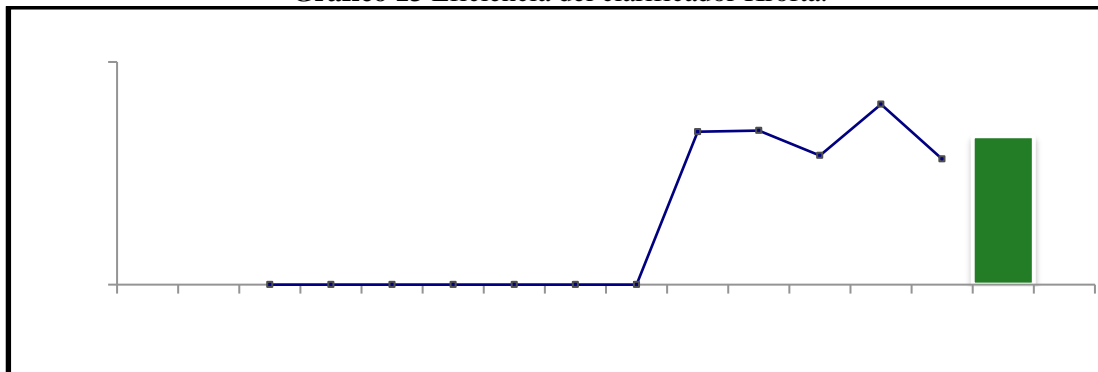
Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 12 nivel mensual de sólidos suspendidos de la tina 211.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 13 Eficiencia del clarificador Krofta.



Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Para las tinas 209 y 211, se observa que hay una gran variación de niveles de ppm (Ver Gráficos 12 y 13). A inicios del estudio, el clarificador Krofta tuvo una eficiencia del 69% en los meses de julio y agosto, llegando a eliminar en el mes de julio en promedio unos 173 ppm del agua proveniente de la tina 211, y eliminando en el mes de agosto unos 463 ppm.

Esto quiere decir que a pesar de que el clarificador tuvo una eficiencia relativamente buena, la presencia de sólidos suspendidos fue alta en ese mes.

Para el mes de septiembre, la eficiencia del clarificador Krofta fue de un 58%; esto se puede apreciar en las gráficas en donde la tina 211 tiene un nivel de sólidos suspendidos promedio de 590 y en la tina 209 de 167 ppm. Este mes hubo varios días en los que no se tomaron muestras por dos razones; una por no poder ir a la empresa, y la otra por paradas de máquina. También en ese momento la secuencia de muestras era cada tres días.

También hubo días en los que la eficiencia del clarificador fue muy baja:

- El día 02 tuvo una eficiencia del 40%, y las presiones de aire y de la bomba estaban a un nivel equilibrado en cuanto al promedio de ese mes.
- El día 07 tuvo una eficiencia del 25%, pero las presiones de los equipos fueron igual de equilibrados en cuanto al promedio del mes de septiembre.

- El día 16 la eficiencia fue del 0%. En este caso la eficiencia arrojó ese valor porque ese día el clarificador estaba apagado.
- Y el día 21 tuvo una eficiencia del 33%, en este día la presión de la bomba estuvo un poco más alta (83 psi).

Tabla 19 Control diario de las tinas 211 y 209 (Hartmann) en el mes de Septiembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|-----------------------------------|----------|----------|------------|------------------|
| 2 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 500 | 300 | 40% | 40% |
| | | | | 0% | |
| 3 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 4 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 3200 | 100 | 97% | 97% |
| | | | | 0% | |
| 5 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 6 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 7 | SEP. SUPER POCKET VERDE MALAQUITA | 400 | 300 | 25% | 25% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 20 Control diario de presión de los equipos de la Hartmann (Septiembre).

| n° | Clarificador | | |
|----|---------------|----------------|------------------|
| | P. aire (psi) | P. Bomba (psi) | P. entrada (psi) |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 70 | 80 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 70 | 81 | 0 |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Sin embargo, el nivel sólidos suspendidos promedio mensual de la tina 209 es bajo, de unos 590 ppm a unos 167 ppm. Esto quiere decir que si se logró eliminar un 64,58% del sólidos suspendidos a pesar de que el clarificador no tuviera una eficiencia relativamente alta o estable.

Tabla 21 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Septiembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|---|----------|----------|------------|------------------|
| 16 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GRIS PERU | 100 | 100 | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 17 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 18 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 19 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 20 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 21 | ESTUCHES EM 0512 GRIS EXPORTACIÓN | 300 | 200 | 33% | 33% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 22 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre).

| n° | Clarificador | | |
|----|---------------|----------------|------------------|
| | P. aire (psi) | P. Bomba (psi) | P. entrada (psi) |
| 16 | 70 | 82 | 75 |
| 17 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 |

| | | | |
|----|----|----|----|
| 21 | 70 | 83 | 50 |
|----|----|----|----|

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Para el mes de octubre la eficiencia del clarificador DAF fue muy buena (80%), logrando así reducir el sólidos suspendidos de la tina 120 (845 ppm) a la tina 221 (140 ppm) a un 83,43%.

Dentro del control diario se puede observar que en el día 02 la eficiencia fue del 100%, mostrando que la muestra de la tina 221 es de 0 ppm. Esto puede ser por una mala toma de los datos de la muestra; o valores variados o no tan exactos por parte del instrumento de pesaje ya que en ese momento no se estaba usando la balanza digital del laboratorio que es más exacto. Éste valor se volvió a repetir el día 14 donde se obtuvo una eficiencia del 100%.

Tabla 23 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Octubre.

| Día | Producto | Tina 120 | Tina 221 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|-------------------------------------|----------|----------|------------|------------------|
| 2 | SEP. UNIVERSAL EXPORTACIÓN COLOMBIA | 1600 | 0 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |
| 3 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 4 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 5 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 300 | 100 | 67% | 67% |
| | | | | 0% | |
| 6 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 7 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 639 | 96 | 85% | 85% |
| | | | | 0% | |
| 8 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 9 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 1619 | 194 | 88% | 88% |
| | | | | 0% | |

| | | | | | |
|---|--|------------|------------|------|------------|
| 10 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 11 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 12 | NO SE LOGRÓ IR A LA EMPRESA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 13 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 14 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN COLOMBIA | 527 | 1 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |
| Promedio PPM de las Tina 120 y 221 | | 845 | 140 | | 80% |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Sin embargo, la presión de aire del DAF y de la bomba el día 02 fueron muy altas, por lo que pudo haber provocado la variación o el resultado final de esos valores ese día.

Tabla 24 Control diario de presión de los equipos de la Keyes B-6 (Octubre).

| n° | Clarificador | | |
|----|---------------|----------------|------------------|
| | P. aire (psi) | P. Bomba (psi) | P. entrada (psi) |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 120 | 100 | 95 |
| 3 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

También se presenta un caso en día 07 en el que el nivel de presión del clarificador es muy bajo (49 psi), pero el nivel de sólidos fue muy bajo también. Este resultado pudo haber sido ya sea por una mala toma de datos en el momento del muestro o

nivel de presión, aunque el otro factor resaltante que podía deberse era que se estaba surtiendo agua fresca a las tinas de agua clarificada en ese mes.

Hay que destacar que en el control diario de la Keyes, el día 27 la eficiencia del clarificador fue baja, presentando una eficiencia del 31%, llegando a eliminar solo el 31% de sólidos suspendidos en promedio del agua proveniente de la tina 120.

Por su parte, en el control diario de la Hartmann se observa que la eficiencia del clarificador Krofta fue del 81%, llegando a eliminar aproximadamente el 77,13% de sólidos suspendidos provenientes del agua de la tina 211.

Se presentan días (02 y 07) como en el caso de la Keyes en el que la eficiencia del clarificador arroja un 100%, y esto puede ser a diversos factores como se mencionó anteriormente, ya que a la tina 209 se le colocaba agua fresca, por lo que este pudo haber alterado significativamente los resultados finales en el estudio.

Al final este factor de agua fresca afecto no solo al control diario de la moldeadora Keyes B-6, sino también al de la moldeadora Hartmann.

El día 02 igualmente presentó un alto nivel de presión por parte de los equipos involucrados en el proceso.

Tabla 25 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Octubre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|--|----------|----------|------------|------------------|
| 2 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 100 | 0 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |
| 3 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 4 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 5 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 100 | 0 | 100% | 100% |
| | | | | 0% | |
| 6 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 7 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 280 | 52 | 81% | 81% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

También hubo otros días en los que la eficiencia del clarificador fue muy baja, dichos días son el 23 y 30, este último siendo el más bajo llegando a tener una eficiencia del 39%, llegando a eliminar el 38,95% en promedio los sólidos suspendidos en la tina 211.

Tabla 26 Control diario de presión de los equipos de la Hartmann (Octubre).

| n° | Clarificador | | |
|----|---------------|----------------|------------------|
| | P. aire (psi) | P. Bomba (psi) | P. entrada (psi) |
| 5 | 70 | 81 | 61 |
| 6 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 60 | 0 | 49 |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.
Autor: Bruguera F. (2020).

Por último para el mes de noviembre se obtuvo una eficiencia del clarificador Krofta del 56%, llegando a eliminar el 60,83% en promedio de los sólidos suspendidos que se encontraba en la tina 120. Y, el clarificador DAF tuvo una eficiencia del 62%, llegando a eliminar el 65,38% de los sólidos suspendidos que se encontraba en la tina 211. Hay que volver a resaltar que en este mes se culminó la pasantía, por ende la toma de muestras y datos se realizó hasta el día lunes 16.

Este mes en el control diario de la Hartmann, la eficiencia del clarificador estuvo muy variado, hubo días en los que presentó una eficiencia muy baja, como en otras que presentó una eficiencia muy alta debido a los factores ya descritos anteriormente.

Tabla 27 Control diario de las tinas 209 y 211 (Hartmann) en el mes de Noviembre.

| Día | Producto | Tina 211 | Tina 209 | Eficiencia | Promedio |
|-----|----------|----------|----------|------------|----------|
|-----|----------|----------|----------|------------|----------|

| | | | | | del día |
|----|---|-----|-----|-----|---------|
| 2 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 3 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 239 | 68 | 72% | 72% |
| | | | | 0% | |
| 4 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 131 | 107 | 18% | 18% |
| | | | | 0% | |
| 5 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 42 | 10 | 76% | 76% |
| | | | | 0% | |
| 6 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 171 | 106 | 38% | 38% |
| | | | | 0% | |
| 7 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GUATEMALA | 137 | 134 | 2% | 2% |
| | | | | 0% | |
| | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 8 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 9 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 147 | 43 | 71% | 71% |
| | | | | 0% | |
| 10 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 131 | 90 | 31% | 31% |
| | | | | 0% | |
| 11 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN CENTRO AMERICA | 229 | 7 | 97% | 97% |
| | | | | 0% | |
| 12 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 262 | 60 | 77% | 77% |
| | | | | 0% | |
| 13 | PORTA VASOS EN BOLSAS EXPORTACIÓN UPAK | 202 | 37 | 82% | 82% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

Por ejemplo, en el día 06 el clarificador trabajó con una eficiencia del 2% pero presentó niveles muy bajos de sólidos suspendidos (casi en el mismo nivel) en las tinas 211 y 209. Pero, el día 11 trabajó a una eficiencia del 97%, casi eliminando en absoluto la cantidad de sólidos que se encontraba suspendidos en la tina 211.

Igualmente en el control diario de la Keyes, el porcentaje de eficiencia del clarificador fue variado. Hubo días como el 16 en el que hubo una eficiencia del 17%, y otros días como 03 en el que la eficiencia del DAF fue del 91%.

Tabla 28 Control diario de las tinas 120 y 221 (Keyes B-6) en el mes de Noviembre.

| Día | Producto | Tina 120 | Tina 221 | Eficiencia | Promedio del día |
|-----|---|----------|----------|------------|------------------|
| 2 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 3 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN AZUL | 624 | 94 | 85% | 85% |
| | | | | 0% | |
| 4 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN AZUL | 1300 | 113 | 91% | 91% |
| | | | | 0% | |
| 5 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | 0 | 0 | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 6 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN COLOMBIA | 328 | 185 | 44% | 44% |
| | | | | 0% | |
| 7 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN GUATEMALA | 332 | 46 | 86% | 86% |
| | | | | 0% | |
| 8 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 9 | | | | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 10 | SEP. SUPER POCKET EXPORTACIÓN COLOMBIA | 429 | 321 | 25% | 25% |
| | | | | 0% | |
| 11 | SEP. SUPER POCKET NACIONAL BOLSA | 576 | 285 | 51% | 51% |
| | | | | 0% | |
| 12 | PARADA DE MÁQUINA MOLDEADORA | 0 | 0 | 0% | 0% |
| | | | | 0% | |
| 13 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 708 | 223 | 69% | 69% |
| | | | | 0% | |
| 14 | SEP. UNIVERSAL NACIONAL BOLSA | 418 | 54 | 87% | 87% |
| | | | | 0% | |

Fuente: Departamento de Producción, MOLANCA C.A.

Autor: Bruguera F. (2020).

A partir de la información recolectada en base a las observaciones correspondientes durante la realización de ésta investigación, se utilizarán herramientas de mejora continua para la evaluación de este estudio.

Se puede observar que a raíz de todo lo mencionado anteriormente durante el análisis y observaciones de los indicadores de cada mes, ocurrieron diversos eventos que intervinieron en dichos indicadores y que pudieron haber afectado los valores finales con respecto al estudio. Dichos eventos van a ser representados en un Diagrama de Ishikawa como las causas probables de que reflejen la variación de nivel de sólidos suspendidos (Ver Figura 42).

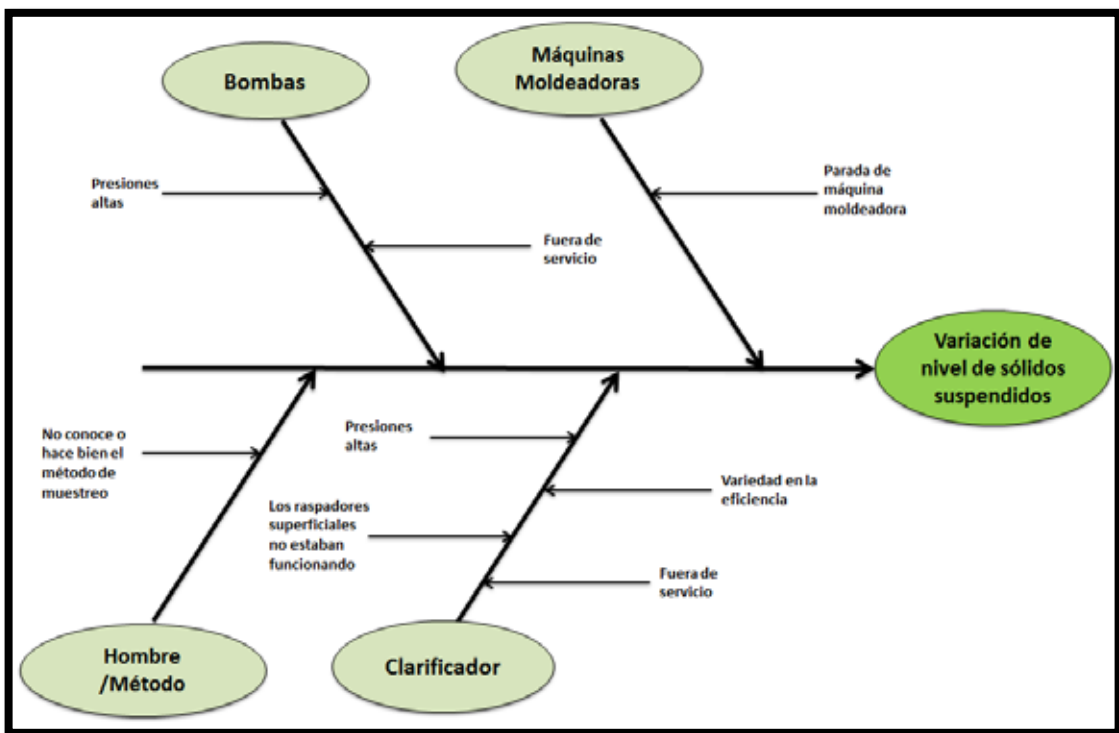


Figura 42 Diagrama de Ishikawa de la variación de nivel de sólidos suspendidos.

Autor: Bruguera F. (2020).

El diagrama está conformado principalmente por cuatro espinas derivadas de la espina central. Estas a su vez están conformadas por sub-espinas que son los eventos que conforman dicha espina en relación a la investigación. Estas sub-espinas a

continuación, van a ser evaluadas usando el método de los Cinco Porqués. Cabe resaltar de nuevo que este método se basa en cinco preguntas que deberían responder las preguntas planteadas, pero estas puede ser más o menos. La idea es que se llega a una respuesta final u origen a dicho problema.

Máquina Moldeadora:

- Parada de la máquina moldeadora.

¿Por qué ocurren las paradas de la máquina moldeadora?

Estas paradas se realizan aproximadamente una vez por semana con el fin de realizarle mantenimiento a estas mismas y sus debidos ajustes para su funcionamiento correcto.

¿Por qué se le realizan mantenimiento a las máquinas moldeadoras?

Es importante mantener a la máquina moldeadora funcionando sin problemas y eficientemente para minimizar los tiempos de inactividad de la producción y evitar algunos imprevistos, por lo que realizar un mantenimiento a las dos máquinas moldeadoras de la planta es fundamental, porque permite ayudar principalmente a minimizar gastos y hacer más rentable el negocio.

Clarificador:

- Presiones altas tanto en la de entrada de aire del Krofta como en la de entrada de agua y aire del DAF.

¿Por qué ocurren estas altas presiones?

Normalmente los clarificadores trabajan a presiones de 60 a 80 psi. Si se está trabajando con presiones altas estas pueden provocar grandes burbujas que explotan y terminan agregando los sólidos adheridos al agua clarificada.

Estas presiones altas pueden ser provocadas por el generador de aire disuelto, el cual puede no estar bien calibrado o regulado.

¿Por qué no está regulado el generador de aire disuelto?

Normalmente este equipo está regulado por una válvula reguladora de presión. En caso de que la presión sea alta o baja, pudiera ser porque:

1. No se está llevando un control con respecto a equipo, o por un descuido durante la hora laboral durante el operador o persona encargada de controlar y ajustar dicha válvula de presión.
 2. Se tapó o está bloqueada la válvula reguladora de presión.
- Variedad en los niveles de porcentaje de eficiencia de los clarificadores.

¿Por qué ocurre ésta variedad de porcentaje de eficiencia?

Esta como se mencionó va a depender del funcionamiento del clarificador en el momento que está operando. Es decir, esta variación puede ser provocada ya sea debido al nivel de presión que tiene el equipo (si es la adecuada o no), si las paletas rotatorias están funcionando o no; o también puede ser por otros factores que intervienen en las aguas de las tinas clarificadas, como la presencia de agua fresca en las tinas.

¿Por qué el clarificador a veces tiene una eficiencia equilibrada y la presencia aun así de los sólidos suspendidos fue alta?

Este caso dependerá de la tina en que se está efectuando, por ejemplo en el mes de Agosto, la tina 211 poseía un nivel alto de sólidos suspendidos, y una vez pasado en el clarificador, el agua que contenía la tina 209 tenía un sólidos suspendidos mayor igualmente a pesar de que se eliminó una gran cantidad de sólidos suspendidos por parte del clarificador. Esto a su vez no es malo ya que se eliminaron sólidos suspendidos, pero ciertamente el nivel promedio es alto con respecto al general o el promedio del que se está tomando, esto dependerá de cómo trabajó el clarificador ese mes, también resaltando que en ese mes se comenzó a tomar las muestras el día 19. Normalmente la eficiencia puede variar a factores como se mencionó anteriormente, o por otros factores relacionados al proceso.

¿Por qué a veces se logra eliminar un buen porcentaje de ppm a pesar de que el clarificador no tuviera una eficiencia alta o estable?

Este caso se atribuye a lo que ocurrió durante el mes de Octubre, en el que se obtuvieron niveles muy bajos de ppm o sólidos suspendidos.

¿Por qué en el mes de Octubre se obtuvieron niveles de ppm bajos?

Porque durante ese mes, se le colocó en este caso agua fresca a la tina 209. Ésta se le echa agua fresca por contratiempo. Hay dos razones según lo informado por los operadores y supervisores de la planta: Una es para asegurar que no se tape la regadera de la moldeadora, es decir clarificar más el agua colocándole agua más limpia, dando como consecuencia un menor porcentaje de presencia de sólidos suspendidos; Esto se hace ya que a pesar de que éste debería ser la función del clarificador, va a depender de su eficiencia y por ende se le echa agua como una manera de asegurar de que esta esté más limpia. La otra razón es cuando el producto está de un tono amarillento tipo quemado, se informa de ese problema y se le echa agua fresca como una manera para resolver ese problema, pero esta información no es del 100% verídica, siendo esta un mito que está rondando en el área de preparación.

- El clarificador estaba en funcionamiento pero las paletas rotatorias o “raspadores superficiales” no estaban trabajando.

¿Por qué cuando está en funcionamiento el clarificador, las paletas rotatorias no están funcionando dentro del proceso?

Esta puede ser por dos razones; Una de ellas es porque el motor reductor se pudo haber dañado, por lo cual no se mueven las paletas rotatorias o raspadores superficiales, los cuales se encargan de llevar la capa de lodo o espuma de sólidos suspendidos que genera el clarificador. La otra causa sería que los mismos operadores se les olvidan o se les pasa de largo activar los raspadores o paletas rotatorias.

¿Por qué se debe de tener esto siempre activado?

Porque es una de las principales funciones del clarificador. Si no se hace este procedimiento, esas burbujas se quedaran en la superficie, y con el tiempo se desasen o explotan esas burbujas, y los sólidos suspendidos caerán al agua.

- Fuera de Servicio

¿Por qué a veces los clarificadores están fuera de servicio?

Puede ser principalmente por las paradas de máquina moldeadora. La otra razón puede ser por mantenimiento o chequeo de funcionamiento de dicho equipo.

Bombas Centrífugas:

- Fuera de Servicio.

¿Por qué a veces las bombas centrífugas están fuera de servicio?

Puede ser también por parada de la máquina moldeadora correspondiente (Hartmann o Keyes B-6); o por mantenimiento, ya sea porque se dañó el motor de la bomba, una fuga de agua, etc.

¿Por qué ocurren las fugas de agua?

Esta puede ser debido a la pérdida de líquido refrigerante, por sobrecalentamiento del motor, o por una posible rotura del eje. Esto puede traer fallos en la bomba de agua y en el peor de los casos, un fallo en el motor. Pero, una fuga de agua a corto plazo después de montar una bomba de agua nueva puede ser considerada inofensiva, ya que los elementos de cierre se acomodan bien tras una fase de rodaje.

- Presiones Altas

¿Por qué ocurren estas altas presiones?

Normalmente las bombas centrífugas trabajan a presiones de 60-65 psi por parte de la bomba 802, y 80 psi por parte de la bomba 1211. Estas presiones altas pueden ser provocadas debido a la velocidad en que está operando la bomba, si el impulsor está bombeando el líquido a una velocidad alta o baja lo cual puede provocar una variación en la energía cinética del flujo. Esto al final puede provocar cambios en la presión de bombeo del equipo.

¿Por qué el impulsor puede hacer variar la energía cinética de flujo?

Básicamente este componente de la bomba es accionado por un motor, por lo que su rendimiento tiende a estar relacionado directamente con este.

¿Por qué el motor de la bomba o la bomba centrífuga general en sí a veces falla?

Esta puede ser porque la vida útil del equipo está llegando a su punto máximo, o porque no se le ha hecho un respectivo chequeo y/o mantenimiento a este en cuanto a componentes del equipo o lubricación (nivel de aceite).

Hombre/Método:

- Mala toma de datos:

¿Por qué se realizó una mala toma de datos o mal muestreo?

Puede ser porque se hizo rápido el procedimiento o toma de muestra, o un descuido por parte del encargado de tomar y realizar la muestra y estudio en el momento.

Para concluir hay que resaltar que la falta de presencialidad tuvo mayor frecuencia durante el estudio. Generalmente los días que no se pudo ir a la empresa fueron por diversos factores que son:

1. Falta de transporte (luego se contó con el transporte de la empresa).
2. Secuencia u Horario establecido antes en el que sólo se iba los días lunes, miércoles y viernes por lo que se faltaban los días martes y jueves.
3. Precaución debido a la cuarentena.
4. Estudios y evaluaciones académicas por parte de la universidad los cuales impidieron ir algunos días específicos a la empresa, y por consecuente no haber realizado el estudio.

Esta causa no es del todo atribuible, no demuestra debido a esto que se está generando una variación de sólidos suspendidos en las tinas, lo que se puede observar es que debido a los días en los que no se pudo estar presente en la empresa, al final del estudio del respectivo mes, los datos que se obtuvieron pueden ser distintos debido a los días que no se tomaron muestras. Esto hace que varíen los resultados, por lo que lo ideal sería contar con la presencia durante los días de la semana para llevar así un control y observación más ajustado al día a día.

Ya revisado y haber respondido las principales incógnitas en la que se presentan los hechos o sucesos que pudieran provocar la variación de nivel de los sólidos

suspendidos, a continuación con la información obtenida anteriormente y las secuencias en las que se presentan, se realizará un diagrama de Pareto en el cual se reflejará las causas más importantes a tratar de todas las posibles que pudieran afectar la variación de sólidos suspendidos.

La mayoría de las veces hay muchos problemas menores ante otros más graves, que representan mayor índice de preocupación y mayores pérdidas para la organización. Por lo que se van a reflejar de acuerdo a la frecuencia acumulada o en que suceden los hechos los problemas pocos vitales y los que son muy vitales.

En el eje X se representan las causas principales recolectadas. En el eje Y izquierdo, la frecuencia en el que se presentan; Y en el eje Y derecho, el porcentaje relativo acumulado.

Dicho diagrama se construyó a partir de una tabla (Tabla 29) en el que se reflejan las principales causas que pudieran generar esa variación de ppm en las tinas contenedoras 209, 211, 221 y 120, para luego ser representadas en el respectivo Diagrama de Pareto (Gráfico 10).

Tabla 29 Tabla de frecuencia de causas que pudieran generar la variación de ppm.

| Causas | Ft |
|---|----|
| Parada de Maquina | 12 |
| Presiones altas de los clarificadores | 7 |
| Alta cantidad de agua fresca en las tinas | 14 |
| Paletas rotatorias fuera de servicio | 5 |
| Clarificador fuera de servicio | 12 |
| Bomba fuera de servicio | 15 |
| Bomba dañada | 2 |
| Fuga de agua en las bombas | 2 |
| Presión alta de las bombas | 6 |
| Mala toma de datos | 3 |

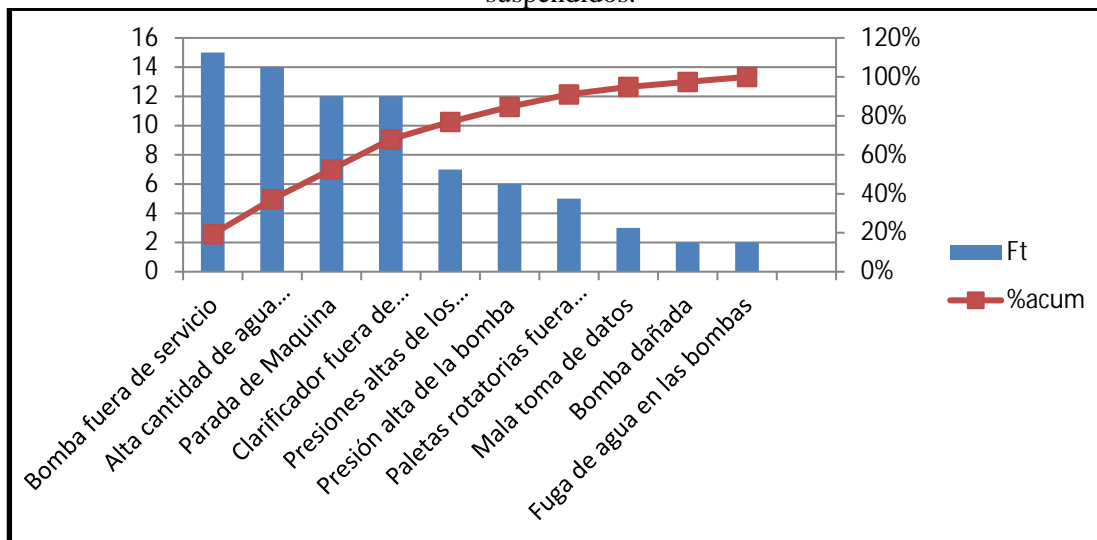
Autor: Bruguera F. (2020).

Tabla 30 Tabla de las causas ordenadas de acuerdo a la frecuencia en que ocurren.

| Causas (Ordenado) | Ft | % | %Acum. |
|---|-----------|-------------|--------|
| Bomba fuera de servicio | 15 | 19% | 19% |
| Alta cantidad de agua fresca en las tinas | 14 | 18% | 37% |
| Parada de Maquina | 12 | 15% | 53% |
| Clarificador fuera de servicio | 12 | 15% | 68% |
| Presiones altas de los clarificadores | 7 | 9% | 77% |
| Presión alta de la bomba | 6 | 8% | 85% |
| Paletas rotatorias fuera de servicio | 5 | 6% | 91% |
| Mala toma de datos | 3 | 4% | 95% |
| Bomba dañada | 2 | 3% | 97% |
| Fuga de agua en las bombas | 2 | 3% | 100% |
| Total | 78 | 100% | |

Autor: Bruguera F. (2020).

Gráfico 14 Diagrama de Pareto de las causas atribuibles a la generación de sólidos suspendidos.



Autor: Bruguera F. (2020).

Realizado el diagrama, se puede observar que los factores que deben ser atacados son los primeros seis los cuales están representados por el 85%. Estos factores son:

1. Bomba fuera de servicio.

2. Alta cantidad de agua fresca en las tinas.
3. Parada de la máquina moldeadora.
4. Clarificador fuera de servicio.
5. Presiones altas de los clarificadores.
6. Presión alta de la bomba

Estas causas o factores mencionados anteriormente se analizaran a continuación en la siguiente fase y así realizar en consecuencia al estudio que se está llevando a cabo, un plan de mejora en el muestro para el análisis de los sólidos suspendidos en las tinas mencionadas.

5.4. Fase IV: Proponer un plan de mejora para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinas 120, 209, 211 y 221 del área de preparación y tratamiento de la pasta en la plata pulpa.

- Ira Causa: Bomba Fuera de Servicio.

Cuando las bombas centrífugas se encuentran fuera de servicio se deben principalmente a paradas de la maquina moldeadora, es decir, para la Keyes B-6 los equipos que se encuentran involucrados en el proceso junto a este estarán fuera de servicio, igualmente sucede lo mismo para la moldeadora Hartmann. También otro de los factores son el del que el equipo, la bomba en sí está presentado fallas ya sea por su vida útil o por cualquier inconveniente que presente en el equipo (fugas de agua, fallos o daños en los rodamientos, daños en la carcasa, oxido y corrosión, líquido refrigerante, etc.), por lo que se debe de tener fuera de servicio para realizarle su mantenimiento y a su vez las reparaciones o el remplazo que este requiere.

Ciertamente cuando se presente este suceso, se procede de una vez a la atención a dicho equipo para poder ponerlo en funcionamiento lo más pronto posible. Por lo que se debe disponer de las piezas de repuesto para así poder solventar el problema que presenta la bomba centrífuga en el momento.

Cuando se presente este caso, mientras la bomba está fuera de servicio debido a esos factores, se le podría realizar un chequeo rápido para ver las condiciones del

equipo, y cuando éste comience a funcionar, se debe realizar otro chequeo para ver si todo arrancó y está funcionando correctamente.

Lo ideal, en resumen es realizar chequeos diario, o por lo menos días específicos de la semana cuando se vaya a realizar una parada de maquina moldeadora.

- 2da Causa: Alta cantidad de agua fresca en las tinas.

Esta causa, como se mencionó anteriormente se lleva a cabo principalmente a la tina 209 “por contratiempo” según operadores y supervisores de la planta, en donde se le suministra agua fresca para asegurar el no taponamiento de las regaderas oscilantes de la máquina moldeadora principalmente. También existe otra causa que es cuando el producto final presenta un tono amarillento, se le suministra agua fresca a la tina correspondiente, pero no es 100% verídica.

Esto en sí demuestra la variación de nivel de sólidos suspendidos durante el estudio realizado entre los meses de junio y noviembre, ya que en el mes de octubre arrojó valores en donde se presenta una eficiencia muy elevada por parte del clarificador, y por ende un bajo sólidos suspendidos.

La acción en sí no es del todo mala ya que está asegurando más la limpieza del agua en sí que se utiliza en el proceso, sin embargo, no es lo ideal ya que se está consumiendo agua fresca, por lo que lo ideal sería regular el consumo de agua fresca para este caso, es decir, utilizarlo solo en casos donde se presenten problemas con los equipos de clarificación (paletas rotatorias fuera de servicio, válvula de presión defectuosa, etc.), bombas (fugas de agua, fallos o daños en los rodamientos, oxido y corrosión, etc.), etc., que pudieran afectar la limpieza en sí y el transporte de agua del proceso; en resumen, sólo en caso casó de que se requiera, o de emergencia.

- 3ra Causa: Parada de la máquina moldeadora.

La parada de máquina moldeadora se realizan con frecuencia o semanalmente para realizarle mantenimiento a estas mismas y sus debidos ajustes para su funcionamiento correcto sin problemas, y trabaje eficientemente para minimizar los tiempos de

inactividad de la producción y evitar algunos imprevistos, permitiendo principalmente a minimizar gastos y hacer más rentable el negocio.

Debido a esto diversos equipos que trabajan en el proceso están fuera de servicio también, por lo que el proceso de producción que está realizando dicha máquina está de parada.

- 4ta Causa: Clarificador fuera de servicio.

Este caso, al igual que las bombas centrífugas son debido principalmente a paradas de la maquina moldeadora. También otros factores que se encuentran son el del que el equipo presenta fallas por cualquier inconveniente, por lo que se debe de tener fuera de servicio para realizarle su mantenimiento, chequeo, reparaciones o remplazo si éste requiere. Al igual que en el caso de la bomba centrífuga, se le podría realizar un chequeo rápido para ver las condiciones del equipo mientras la máquina moldeadora está parada, y cuando éste comience a funcionar, realizar otro chequeo para ver si todo arrancó y está funcionando correctamente; esto realizándolo ya sea diario o en días específicos durante la semana.

- 5ta Causa: Presiones altas de los clarificadores.

Durante el análisis de este factor, las presiones altas pueden ser provocadas principalmente por el generador de aire disuelto, el cual puede no estar bien calibrado o regulado. Si no está bien calibrado puede ser porque la válvula encargada de regular la presión del generador del aire disuelto está tapada, o por un descuido por parte del operador en cuanto al chequeo/control diario que se debe realizar a este, provocando la alta o baja presión y por ende, un gran burbujeo o no presencia de burbujas, haciendo que el clarificador no trabaje de manera eficiente o correcta.

Debido a esto, lo ideal sería para solventar este problema, abrir la válvula, purgar para destapar y limpiarla, y dejar parcialmente la válvula abierta todo el tiempo para que se pueda destapar, y abrirla al 100% durante el turno. Y, para el caso del descuido, se tendrá que incluir dentro del plan de mejora, es decir, se incluirá un paso

a seguir durante la toma y muestra de ppm y el control de los equipos en cuanto al nivel de presión.

- 6ta Causa: Presión alta de la Bomba

La principal razón de una presión alta de la bomba centrífuga puede ser por el impulsor, el cual es un rotor utilizado para aumentar la energía cinética del flujo. Éste componente de la bomba es accionado por un motor, por lo que su rendimiento tiende a estar relacionado directamente con este. Esto al final puede provocar cambios en la presión de bombeo del equipo.

Por lo que un respectivo chequeo y/o mantenimiento al motor encargado del funcionamiento de este debe ser realizado, disponiendo así de su parte los equipos, herramientas, personal y lubricación necesarios para la realización de este.

5.4.1. Mejorar el plan de muestreo experimental.

Llevar a cabo una mejora al plan de muestreo que se estaba llevando a cabo en durante el desarrollo de éste estudio sería lo ideal en base a los datos recolectados anteriormente. Esta mejora involucra los principales factores como lo son el horario y los turnos a establecer, los pasos a realizar y el personal encargado de hacer el muestreo y el respectivo estudio y análisis para la toma de acciones.

A principio se tomaban las muestras los días lunes, miércoles y viernes, luego se cambió la secuencia de los días de lunes a viernes. Lo mejor sería realizar la secuencia todos los días en cuanto a la toma de muestra de agua en las respectivas tinas en donde se está realizando el estudio, ya que así se está llevando un control más preciso o exacto del nivel de sólidos suspendidos y así ver a su vez el comportamiento reflejado para toma decisiones en cuanto al análisis que se le está realizando a este; por lo que la secuencia sería todos los días semanalmente.

Los turnos en los que se realizaba la toma de muestra era en las mañanas, aproximadamente a las 8:00-9:00 a.m., A principio se tomó la idea realizarlos a horas de la mañana y a horas de la tarde pero no se pudo llevar a cabo dicha idea. Lo ideal sería establecer tres turnos, mañana-tarde-noche, esto permitirá dar más solidez en

cuanto a la información recolectada obteniendo así un registro y control del comportamiento del nivel de los sólidos suspendidos a lo largo del día.

A raíz de lo mencionado anteriormente, el horario a realizar del estudio es de lunes a domingo semanalmente, divididos en tres turnos distintos (mañana, tarde y noche). Ahora para este estudio lo ideal sería contar con un personal que se encargue especialmente para la toma de muestra de las tinas en los diferentes turnos ya sea del departamento de producción o del departamento de control de calidad. Este debe estar conformado por lo menos de cuatro personas que estén capacitadas para realizar dicho procedimiento.

Se estableció de cuatro personas de manera de que se divida en dos grupos:

- Un grupo que se encargue de realizarlo la mañana y tarde.
- Y otro grupo que se encargue de realizarlo en la noche.

De manera de que cada grupo este conformado por dos personas, logrando así también la disposición del personal en caso de que uno de los dos no pueda ir, es decir uno de los dos se encarga de realizar tanto el muestreo y la toma de nivel de presión de los equipos, como de colocar los datos o valores obtenidos de dicho procedimiento en la hoja de cálculo mientras la otra persona está realizando una actividad diferente al estudio en el área de producción, etc., pero contando con ella en caso de la falta de presencia por parte de uno de los dos. También se puede trabajar en conjunto para que se realice más rápido el muestreo, pero eso dependerá de si el otro personal no tiene que realizar otras actividades laborales durante el momento.

Se debe de realizar un análisis semanal del comportamiento del nivel de los sólidos suspendidos en las tinas y tomar acciones en caso de que lo amerite, y al final del respectivo mes, realizar un análisis o resumen de lo ocurrido, mostrar el respectivo comportamiento tanto de ppm como de los equipos al jefe o gerente encargado, para mantener informado acerca de la situación, y con ello llevar a cabo acciones o mejoras también en caso de que se presente problemas o comportamientos considerados extraños o no comunes.

Como dijimos al principio del estudio, lo que se busca es establecer un plan de mejora para poder ver el nivel de partículas o sólidos suspendidos en las tinas contenedoras y determinar los factores que me puede generar esa variación en el comportamiento de sólidos suspendidos en las tinas, para luego tomar así acciones y buscar una solución a dicho problema.

Se establecerán los mismos pasos a realizar para la toma de muestra de las tinas contenedoras con el que se estaba realizando el estudio. Estos pasos son:

1. Ir al área de preparación de pulpa.
2. Tomar y medir una muestra de 100 ml agua en cada una de las tinas, las cuales son: tina 209 (Agua Clarificada) y 211 (Agua de Proceso) de la máquina Hartmann, y la tina 221 (Agua Clarificada) y 120 (Agua de Proceso) de la máquina Keyes B-6.
3. Colocar cada muestra de agua en vasos identificados para luego ser llevados al laboratorio de calidad.
4. Dentro del laboratorio, se procede a tomar y calcular el peso de los papeles filtrantes. Primero se toman los papeles filtrantes y se colocan en el horno aproximadamente un minuto a una temperatura aproximada de unos 150°C para quitar la humedad que estas pueden contener. Luego pasado el minuto, se sacan los papeles y se colocan uno por uno en una balanza para la obtención del peso inicial respectivo. Estos se van registrando en una libreta de notas con la respectiva hora en que se realizó.
5. Luego se procede a limpiar el embudo para quitar la suciedad, y se coloca uno por uno los papeles en el embudo para surtir dentro de este y por encima del papel la muestra de agua correspondiente de cada tina. Se coloca el papel, se abre el filtro de aire para generar succión, y se va surtiendo poco a poco la muestra.
6. Se retira el papel húmedo del embudo y se coloca en el horno durante unos 10 minutos. Luego de haber realizado esto, se repite el paso número 5 con cada una de las muestras de las tinas faltantes.

7. Luego de haber pasado los 10 minutos en uno de los papeles filtrantes, se retira del horno y se lleva a la balanza para calcular su peso final, y este procedimiento se repite igualmente con cada uno de los papeles faltantes. Obtenido este valor, se registra en la libreta de notas junto con la hora en que se retiró el papel del horno y a la temperatura a la que se encontraba el horno.

5.4.2 Mejorar la Hoja de cálculo de formato digital.

Dentro del estudio se tiene que tener una hoja de cálculo (digital) en el que se refleje no sólo el nivel de ppm promedio del mes y la eficiencia del clarificador de los equipos, sino también gráficos de control que permitan tener una visión más clara para el análisis y toma de decisiones. Estos van a ser:

- Un gráfico que muestren el nivel de ppm de los días del mes de cada una de las tinajas correspondientes a la que se le está aplicando dicha herramienta.
- Un Gráfico que muestren el nivel de ppm promedio de todos los meses del año de las tinajas a las que se le está aplicando dicha herramienta.

Por lo tanto, se debe de rediseñar la hoja de cálculo para agregar los gráficos correspondientes. También dentro de este se añadirá un apartado en donde se registrará las observaciones presentadas durante el día en que se está haciendo el muestreo, esto permite una claridad de lo que sucedió en el día para el respectivo análisis al final de semana y del mes. A continuación se mostrará en diversas imágenes el diseño de la hoja de cálculo mencionada anteriormente (Ver Figuras 43, 44, 45, 46, 47, 48). Dichos valores que se observaran son datos aleatorios para rellenar y mostrar gráficamente la estructura y la función de dicha hoja, por lo que estos datos pueden no ser cercanos a las prácticas realizadas:

| TIPO | DIA | PRODUCCION | TINA 120 | TINA 221 | PRIM 120 | PRIM 221 | EFF KROFTA | PRIM KROFTA | NOVA DE PRODUCCION (MILES LITROS) | NOVA DE PRODUCCION (MILES LITROS) | NOVA DE PRODUCCION (MILES LITROS) |
|--------|-----|------------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mañana | | | 250 | 50 | | | 84% | | | | |
| Tarde | 1 | | | | 355 | 58 | 82% | 94% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 310 | 89 | | | 78% | | | | |
| Tarde | 2 | | | | 310 | 89 | 82% | 78% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 318 | 231 | | | 25% | | | | |
| Tarde | 3 | | | | 318 | 231 | 82% | 26% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 243 | 62 | | | 33% | | | | |
| Tarde | 4 | | | | 243 | 62 | 82% | 32% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 338 | 105 | | | 45% | | | | |
| Tarde | 5 | | | | 338 | 105 | 82% | 45% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 218 | 53 | | | 44% | | | | |
| Tarde | 5 | | | | 218 | 53 | 82% | 44% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 353 | 210 | | | 45% | | | | |
| Tarde | 7 | | | | 353 | 210 | 82% | 45% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 336 | 225 | | | 33% | | | | |
| Tarde | 9 | | | | 336 | 225 | 82% | 33% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 374 | 190 | | | 48% | | | | |
| Tarde | 9 | | | | 374 | 190 | 82% | 48% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 250 | 104 | | | 42% | | | | |
| Tarde | 10 | | | | 250 | 104 | 82% | 42% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 218 | 50 | | | 28% | | | | |
| Tarde | 11 | | | | 218 | 50 | 82% | 28% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 381 | 210 | | | 48% | | | | |
| Tarde | 12 | | | | 381 | 210 | 82% | 48% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 218 | 50 | | | 28% | | | | |
| Tarde | 13 | | | | 218 | 50 | 82% | 28% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 202 | 101 | | | 50% | | | | |
| Tarde | 14 | | | | 202 | 101 | 82% | 50% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 381 | 190 | | | 77% | | | | |
| Tarde | 15 | | | | 381 | 190 | 82% | 77% | | | |
| Noche | | | | | | | 82% | | | | |
| Mañana | | | 220 | 31 | | | 60% | | | | |

Figura 43 Mejora de la Hoja de cálculo para el control diario de la moldeadora Keyes (1).
 Autor: Bruguera F. (2021).

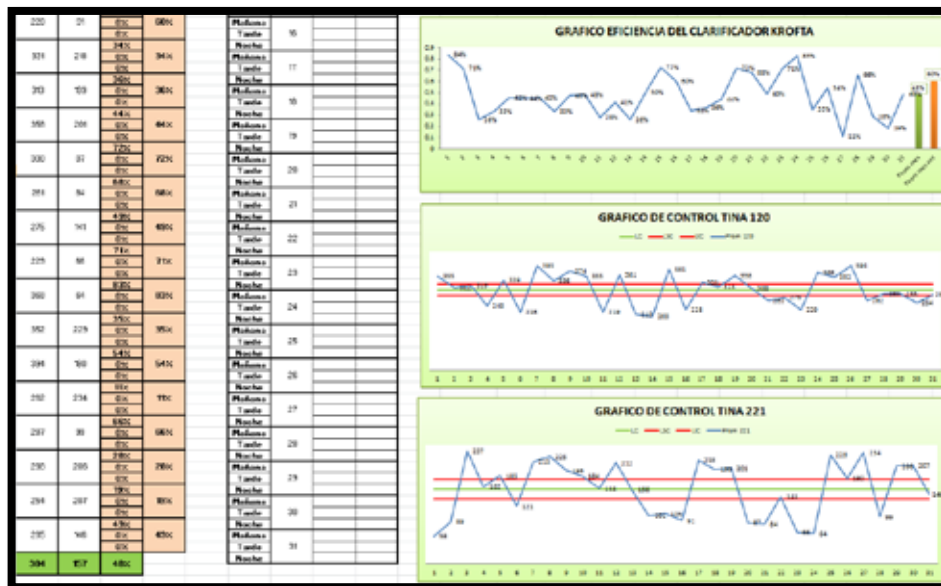


Figura 44 Mejora de la Hoja de cálculo para el control diario de la moldeadora Keyes (2).
 Autor: Bruguera F. (2021).

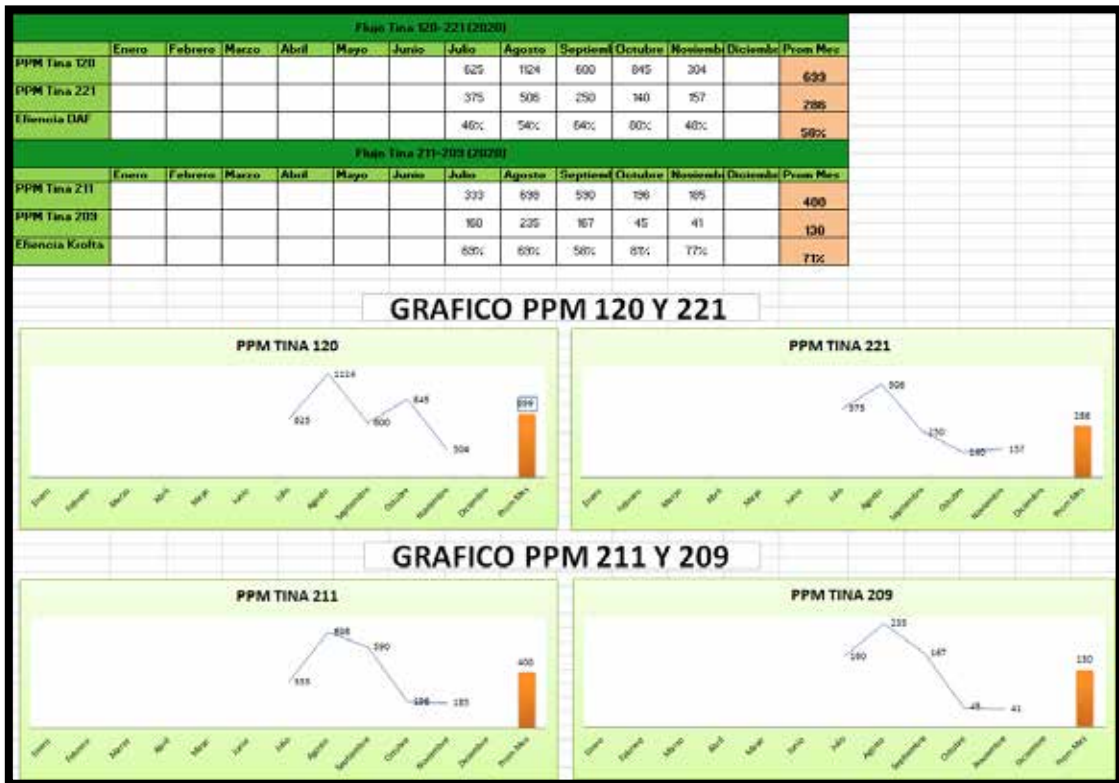


Figura 45 Mejora de Hoja de cálculo en los gráficos de ppm y eficiencia del clarificador (1).
Autor: Bruguera F. (2021).



Figura 46 Mejora de Hoja de cálculo en los gráficos de ppm y eficiencia del clarificador (2).
Autor: Bruguera F. (2021).

| NIVEL PPM 120 Y 221 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| PPM 120 | | | | | | | 625 | 1124 | 600 | 845 | 304 | |
| LC | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 | 699 |
| LSC | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 | 872 |
| USC | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 | 527 |
| PPM 221 | | | | | | | 375 | 506 | 250 | 140 | 157 | |
| LC | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 | 286 |
| LSC | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| USC | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 | 198 |

| DATOS GRAFICO DE CONTROL | | |
|--------------------------|--------|--------|
| TINAS | 120 | 221 |
| Desviacion | 305,55 | 154,70 |
| Promedio | 699 | 286 |
| n | 0,95 | |
| Z | 1,96 | |
| n | 12 | |
| n*(1/Z) | 3,46 | |

| NIVEL PPM 211 Y 209 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| PPM 211 | | | | | | | 333 | 698 | 590 | 196 | 185 | |
| LC | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| LSC | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 | 532 |
| USC | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 | 269 |
| PPM 209 | | | | | | | 160 | 235 | 167 | 45 | 41 | |
| LC | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| LSC | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 |
| USC | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |

| DATOS GRAFICO DE CONTROL | | |
|--------------------------|--------|-------|
| TINAS | 211 | 209 |
| Desviacion | 233,73 | 84,73 |
| Promedio | 400 | 130 |
| n | 0,95 | |
| Z | 1,96 | |
| n | 12 | |
| n*(1/Z) | 3,46 | |

Figura 47 Mejora hoja de cálculo gráficos de control (1).
 Autor: Bruguera F. (2021).



Figura 48 Mejora Hoja de cálculo gráficos de control (2).
 Autor: Bruguera F. (2021).

Para concluir con este apartado, lo que se pretende con este tipo de análisis es controlar los procesos para asegurarse de que funcionan correctamente. Si la gran mayoría de los puntos mostrados de la gráfica de control están dentro de los límites se considera que el proceso está controlado. En el momento en el que uno o varios puntos aparecen fuera de los límites establecidos o no representan una distribución

estadística gaussiana, se considera que el proceso está descontrolado y comienza la búsqueda de la causa de su mal funcionamiento.

Si se aplica los gráficos de control en el respectivo estudio se tiene que tener en cuenta ciertos puntos: Hay que resaltar que en las tinas contenedoras de agua clarificada 221 y 209, cuando hay valores por debajo del límite inferior, estos valores no tienden a ser malos ya que la finalidad es obtener valores menores de partículas suspendidas. Es importante señalar que a pesar de que se presente puntos fuera de los límites siendo estos considerados buenos (valores bajos de ppm en las tinas contenedoras de agua clarificada), independientemente el gráfico esta fuera de control estadístico, y aunque esta es una buena señal como se mencionó anteriormente, ésta requiere de ser analizada para ver el por qué se presentaron valores bajos en dicho panorama o periodo de tiempo, siendo el objetivo principal de esta herramienta.

En caso contrario, si se presentan valores ya por encima del límite superior, esta requiere de ser analizada detalladamente ya que esta presentado niveles de ppm altísimos para una tina contenedora de agua clarificada. Por lo que, independientemente de la situación siempre se llevará a cabo un análisis u evaluación de los niveles presentados durante un periodo de tiempo a lo largo del respectivo mes, con la finalidad de ver las causas atribuibles a esos valores bajos (valores considerados ideales o positivos) o altos (valores considerados negativos) en las tinas contenedoras de agua clarificada.

5.4.3. Valores estándares de los Clarificadores DAF y Krofta, y de las bombas centrífugas 802 y 1211.

En cuanto a los niveles de presión, los estándares ideales de acuerdo a lo observado durante el estudio serían:

- Krofta: 70 psi
- DAF: 60 psi
- Bomba 802: 65 psi
- Bomba 1211: 82 psi

Y, los niveles de eficiencia de los clarificadores estándares o ideales serían por encima del 60%, tanto para el Krofta como para el DAF. Estos estándares fueron estimados a partir de los datos obtenidos durante el estudio, tomando en parte aquellos día que mostraron niveles muy altos, y usando para tomar en promedio solo aquellos en los que el nivel de presión no ha variado de manera drástica.

El procedimiento a tomar para la toma del nivel de presión de las bombas centrífugas 802 y 1211, y los clarificadores DAF y Krofta, será el mismo que se realizó durante el estudio. Los pasos para realizarlo son:

1. Se procede primero a tomar el nivel de presión de entrada (agua y aire) del clarificador DAF.
2. Luego se toma la presión de entrada de aire del clarificador Krofta.
3. Y, para concluir se baja al sótano y se toma los niveles de presión de la bombas centrífugas 802 (tina 120) y 1211 (211).
4. Una vez terminado de tomar los niveles de presión, se registran los valores obtenidos en las hojas de cálculo para tomarlos como referencia en cuanto al análisis/evaluación del estudio para la toma de decisiones.

5.4.4. Implementación de un Mantenimiento Correctivo y Preventivo.

Anteriormente se mencionó que durante el estudio se mostraron diversos factores que puede repercutir en la variación del nivel de sólidos suspendidos en las tinas, algunos de mayor importancia y otras no tanto. Algunas de estas son:

- Bomba fuera de servicio.
- Alta cantidad de agua fresca en las tinas.
- Parada de la máquina moldeadora.
- Clarificador fuera de servicio.
- Presiones altas de los clarificadores.
- Presiones altas de la bomba.
- Paletas rotatorias fuera de servicio.
- Mala toma de datos.

Hay que destacar que lo que es principalmente la parada de máquina moldeadora es considerada una causa fortuita de variabilidad, es decir, sucesos incontrolables que ocurren de manera inherente o natural. De esta derivan los factores como que la bomba esté fuera de servicio e igual el clarificador (estos varían dependiendo si es la Hartmann la que se encuentra parada o la Keyes B-6), no siendo este el único motivo por el que estos equipos pueden estar parados o fuera de servicio/funcionamiento.

A continuación se mostrará en la Tabla 31, un mantenimiento correctivo a las causas mencionadas anteriormente.

Dicho proceso correctivo refleja no solo la solución del problema que se puede presentar, sino también las causas y consecuencias que trae dicho acontecimiento las cuales fueron obtenidas gracias a los análisis previos durante el desarrollo de la investigación. Estas soluciones establecidas fueron basadas en la experiencia de personal de la empresa (operadores, supervisores y mecánicos del área de preparación y tratamiento de la pulpa papelera), como en documentos y guías, y también mediante la observación propia o directa.

Dicho esto, una vez que se trató el problema o factor presentado, se debe de ir chequeando para ver si todo está funcionando de manera correcta, es decir si se resolvió el problema. En caso de que no se haya resuelto, pues se procede a tratar detalladamente el problema para poder solventarlo eficazmente.

Tabla 31 Mantenimiento correctivo de los equipos y procesos involucrados.

| Mantenimiento Correctivo | | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| Bombas Centrífugas | | | |
| Problema | Causas | Consecuencias | Solución |
| Fugas de agua | Ocurre en las bombas nuevas, mediante una pequeña filtración a través del orificio de drenaje debido a que la junta mecánica no se asentó adecuadamente. (Periodo de rodaje). Esto, y como cualquier marca de pérdida de refrigerante de gran tamaño alrededor del orificio de drenaje, son situaciones atípicas y un indicio de fallo inminente de la bomba de agua. | Puede traer consecuencias en cuanto a la pérdida del líquido refrigerante, sobrecalentamiento del motor de la bomba centrífuga, y una posible rotura del eje. | Se necesitan 10 min. para que la junta se asiente adecuadamente. Limpiar en profundidad el sistema de refrigeración antes de instalar la bomba centrífuga nueva y rellene el sistema con el refrigerante correcto recomendado por el fabricante del equipo. Es importante no dejar nunca funcionar la bomba en seco, ya que el funcionamiento en seco de la bomba puede destruir la junta mecánica, y esta sella el circuito de refrigeración y protege los rodamientos al evitar que el refrigerante se introduzca en ellos. |
| | También las fugas de agua se puede deber a una instalación inadecuada de la bomba o un uso inadecuado de sellos/juntas o selladores. | Filtraciones, gotas o marcas de pérdida de refrigerante grandes en la superficie de montaje, a su alrededor o en el alojamiento. | Retirla con cuidado la bomba instalada, comprobar y volver a instalar la bomba de agua. Asegurar de que los sellos/juntas estén en buen estado y de que se hayan instalado correctamente. Cuando el uso de sellador resulte necesario, se limpia los rebordes del componente y la superficie de montaje para aplicar el sellador nuevo de manera uniforme a lo largo del borde del componente. Si la fuga no |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|--|
| | | | es consecuencia de una bomba de agua nueva mal instalada, entonces la bomba debe sustituirse de inmediato. |
| Fallo en el motor de la bomba | Tensión incorrecta de la correa, lo cual provoca una sobrecarga en los rodamientos de la bomba de agua. | Ruido proveniente de la bomba, fallo en los impulsores de la bomba y en la bomba general en sí, y en el peor de los casos un fallo en el motor de la bomba. | Lo recomendable es sustituir todos los componentes de la transmisión por correa. Si la transmisión por correa provoca ruidos anómalos, realice un examen detenido, un chequeo detallado de todo el equipo completo a cada parte que lo compone, y en últimas instancias, sustituir el motor por uno nuevo, o sustituir el equipo completo por uno nuevo. |
| Clarificadores | | | |

| Problema | Causas | Consecuencias | Solución |
|--|---|---|---|
| <p>Sistema de aireación no trabaja bien (gran burbujeo o turbulencia)</p> | <p>El generador de aire disuelto, puede no estar bien calibrado o regulado porque la válvula encargada de regular la presión del generador del aire disuelto está tapada o bloqueada, o por un descuido por parte del operador en cuanto al chequeo/control diario que se debe realizar a este.</p> | <p>Alta presión y por ende, una gran burbujeo o turbulencia haciendo que el clarificador no trabaje de manera eficiente o correcta.</p> | <p>Si se presenta aire en exceso o la válvula esta tapada, se abre la válvula, purgar para destapar y limpiar y dejarla parcialmente abierta todo el tiempo, y luego dejarla abierta al 100% una vez al turno. Si la válvula no está bien ajustada, se verifica la presión de aire en el tanque y línea, se verifican los manómetros de presión, y se ajusta la presión de operación a los niveles establecidos por el fabricante del clarificador.</p> |
| <p>Sistema de aireación no trabaja bien (no hay presencia de espuma en los tanques después del aireado)</p> | <p>Puede ser ocasionado porque no hay o hay poco suministro de aire, hay insuficiente presión de agua en la tubería o en el tanque, o por la pérdida de vigor en la bomba de recirculación cuando se adiciona aire al sistema.</p> | <p>Si no hay espuma, no hay una separación entre los sólidos suspendidos y el agua.</p> | <p>Si no hay suministro de aire, se verifica la lectura del rotámetro (dispositivo que mide el caudal volumétrico de fluido que circula por un tubo cerrado) y que este dispositivo no este pegado. Si es porque no hay suficiente presión de aire en la tubería o en el tanque, se revisan los manómetros y las válvulas de la bomba y se ajustan según su necesidad, también se verifican el estado de los manómetros. Si es por la pérdida de vigor en la bomba de recirculación, se revisa la presión de agua recirculada y se ajusta si es necesario, también se verifica el estado y lectura de los manómetros.</p> |

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p align="center">Baja consistencia del lodo</p> | <p>Cualidad inestable de la espuma o lodo en su parte sobre la superficie del agua.</p> | <p>Las burbujas o la espuma en si compuesta de estas, tiende a romperse o deshacerse, es decir, las burbujas tienden a romperse o explotar fácilmente.</p> | <p>Si es por un tiempo de retención muy corto, se baja el nivel del tanque y se reduce la velocidad del raspador o paletas rotatorias. Si la aireación no es suficiente, se buscan y evalúan opciones para incrementar el flujo de aire, y/o se verifican que las válvulas de inyección estén bien ajustadas. Ahora si es por una baja velocidad de ascenso, se revisan los químicos, la dosis y los puntos de inyección.</p> |
| <p align="center">Paletas rotatorias fuera de servicio</p> | <p>Este factor puede ocurrir porque el motor reductor se pudo haber dañado, por lo cual no se mueven las paletas rotatorias o raspadores superficiales, los cuales se encargan de llevar la capa de lodo o espuma de sólidos suspendidos que genera el clarificador.</p> | <p>Si las paletas rotatorias no están funcionando, las burbujas formadas se quedarán en la superficie, y con el tiempo se desasen o explotan y los sólidos suspendidos caerán al agua.</p> | <p>Si el motor reductor se dañó, se coloca el clarificador fuera de servicio y se le hace su respectivo mantenimiento/repación, por lo que es de suma importancia contar con el repuesto en el almacén para evitar demoras en general a la hora de reparar el equipo.</p> |
| | <p>La otra causa sería que los mismos operadores se les olvidan o pasa de largo activar los raspadores.</p> | | <p>Es necesario contar con que active las paletas rotatorias, aunque a pesar de que a este se le pueda pasar de largo, el encargado de realizar el muestreo debe de verificar que estén funcionando, y en caso de que no, lo active para que el clarificador trabaje de manera eficiente. En conclusión, estas dos personas deben estar atentas en todo momento para activar este dispositivo.</p> |

| Agua Fresca | | | |
|---|---|---|---|
| Problema | Causas | Consecuencias | Solución |
| Entrada de agua fresca a las tinajas contenedoras. | Normalmente como mencionamos, se realiza este factor para asegurar la calidad del agua clarificada para el no taponamiento de las regaderas | Ninguna en relación a los equipos. Solo en el consumo de agua fresca y variabilidad de los sólidos suspendidos. | Éste debe de ser informado al encargado de realizar el muestreo, y en caso de que no ocurriese, éste debe de informarse acerca de la inducción de agua fresca y se hace observaciones con respecto a eso y el tiempo que se lleva realizando esta actividad. Establecer un periodo de entrada de agua de no más de dos (2) horas de esta actividad para luego cerrar el flujo de entrada de agua fresca a la respectiva tina que se está llenando, ya sea ordenándole al operador encargado que lo haga o el mismo encargado del muestreo, por lo que deben de estar atentos en cuanto al tiempo que se está llevando a cabo la entrada de agua fresca. |

Autor: Bruguera F. (2020)

Normalmente como mencionamos anteriormente, la entrada de agua fresca a las tinajas contenedoras 209 y 221 se realizan para asegurar la limpieza total del agua clarificada para el no taponamiento de las regaderas por lo que ésta no tiene ninguna consecuencia en relación a los equipos, pero este reflejaría la variación de ppm en las hojas de cálculo, y en el consumo de agua fresca. Por lo que, éste debe de ser informado al encargado de realizar el muestreo, y en caso de que no ocurriese, éste debe de informarse acerca de la inducción de agua fresca y se hace observaciones con respecto a eso y el tiempo que se lleva realizando esta actividad. Establecer un periodo de entrada de agua de no más de dos (2) horas de esta actividad para luego

cerrar el flujo de entrada de agua fresca a la respectiva tina que se está llenando, ya sea ordenándole al operador encargado que lo haga o el mismo encargado del muestreo, por lo que deben de estar atentos en cuanto al tiempo que se está llevando a cabo la entrada de agua fresca.

Como se detalló anteriormente, no se menciona entre los pasos los factores como “Bomba/Clarificador fuera de servicio”, “Parada de máquina moldeadora” y “No se pudo ir para la empresa” ya que el primero como lo es el de la “Bomba/Clarificador fuera de servicio” es general y podría ser por muchos factores que ya lo hemos mencionado anteriormente o por una para de máquina moldeadora principalmente, y lo que es la falta de presencialidad en la empresa se considera ya una causa natural, por lo que en resumen, estos factores son considerados al final como causas fortuitas de variabilidad.

Nuevamente, la persona encargada de realizar el chequeo de los equipos correspondientes es el encargado de realizar el plan de muestreo propuesto, el cual debe de realizarlo a medida de que vaya tomando las muestras de agua de las tinas contenedoras 209, 211, 221 y 120 como también la toma de datos del nivel de presión del Clarificador DAF y Krofta, y las bombas 802 y 1211. En caso de que se presenten los problemas anteriormente descritos en la tabla 31 del mantenimiento correctivo, se debe de informa al supervisor/es encargado del área de preparación y tratamiento de la pulpa para que se tomen acciones lo más pronto posible para la solución de dicho acontecimiento.

Para el supervisor del área, a la hora de corregir aquellos problemas presentados debe de seleccionar al personal capacitado en cuanto a experiencia y conocimiento de los equipos involucrados, por lo que:

Bomba Centrífuga:

- Si para la bomba centrífuga presenta fugas de agua ya sea porque la bomba no se asentó adecuadamente o por una instalación inadecuada de la bomba o un uso inadecuado de sellos/juntas o selladores, el encargado/s de arreglar la

bomba debe de ser mecánicos junto con la vigilancia del supervisor del área de preparación.

- Si se presenta fallos en los motores por una tensión incorrecta de la correa, el encargado/s de arreglar la bomba debe de ser mecánicos junto con la vigilancia del supervisor del área de preparación.

Clarificadores:

- Cuando hay gran burbujeo o turbulencia en los clarificadores, el encargado/s de verificar los niveles de presión y la válvula reguladora de presión debe de ser el personal de realizar el plan de muestreo u el operador del área de preparación y tratamiento de la pulpa.
- Si no hay presencia de espumas en los tanques después de inyectarle aire al agua de proceso, el encargado/s de verificar el rotámetro, los manómetros, la válvula reguladora de presión y el estado de la bomba de recirculación debe de ser el personal de realizar el plan de muestreo u el operador de área de preparación y tratamiento de la pulpa.
- Si es por una baja consistencia del lodo, el encargado/s de verificar el nivel del tanque y velocidad del raspador superficial, el flujo de aire (nivel de presión) mediante las válvulas de inyección, y la dosis y puntos de inyección de los químicos debe de ser el personal de realizar el plan de muestreo u el operador de área de preparación y tratamiento de la pulpa.
- Para cuando las paletas rotatorias estén fuera de servicio:

Si es por un fallo en el motor reductor, el encargado/s de arreglar la bomba debe de ser mecánicos junto con la vigilancia del supervisor del área de preparación.

Si es por un descuido de activación de las paletas, el encargado/s debe de ser el personal de realizar el plan de muestreo u el operador de área de preparación y tratamiento de la pulpa.

Agua Fresca:

- Cuando se presente la introducción o inducción de agua fresca a las tinas contenedoras, el personal de realizar el plan de muestreo debe de informarse con respecto a tiempo que se lleva surtiendo dicha agua fresca o establecer un tiempo de dos horas al operador o supervisor encargado del área. El encargado de abrir la conexión de entrada de agua fresca a dichas tinas debe de ser operador de área de preparación y tratamiento de la pulpa.

Aplicado el mantenimiento correctivo a los equipos y actividades que forman parte del muestreo del plan de mejoras, se debe también de hacer un seguimiento y control de dichos equipos no solo antes, durante y después de haber realizado el muestreo y registro de datos sino también después de realizar un mantenimiento correctivo al equipo que presente problemas. Por lo que en base a esto, se debe de aplicar un plan de mantenimiento preventivo en el que:

- A los equipos involucrados se debe de chequear u inspeccionar sus condiciones y comportamientos con una frecuencia semanal (todos los días de la semana).
- El encargado de llevar a cabo esta práctica es el personal encargado de realizar el plan de muestreo.

A continuación se va a reflejar en las siguientes tablas, el plan de mantenimiento preventivo, el cual se divide en dos tablas: Una enfocada al nivel de temperatura y vibración que presentan dichos equipos con sus respectivos indicadores de gestión (Tabla 32), y otra tabla en el que se refleje aquellas características, acontecimiento u observaciones que se presenten en los equipos y actividades correspondientes en cuanto al estudio o plan de muestreo (Tabla 33).

Tabla 32 Plan de Mantenimiento preventivo (1)

| PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|------------------------------|------------------------|----|----|--------------------------|--------------------|----|---------------|
| HOJA NRO. 1 | VIBRACIÓN TEMPERATURA FRECUENCIA: SEMANAL | VALOR DE VIBRACIÓN (Grms) | FACTOR DE INDICADOR | | | VALOR TEMPERATURA () | RUIDOS EXTRAÑOS | | OBSERVACIONES |
| EQUIPO | DESCRIPCIÓN | | SA | IS | IN | | SI | NO | |
| BOMBA CENTRÍFUGA 1211 | Motor eléctrico | | | | | | | | |
| | Impulsor | | | | | | | | |
| | Polea de la correa | | | | | | | | |
| BOMBA CENTRÍFUGA 802 | Motor eléctrico | | | | | | | | |
| | Impulsor | | | | | | | | |
| | Polea de la correa | | | | | | | | |
| CLARIFICADOR DAF | Motor reductor | | | | | | | | |
| | Motor bomba de recirculación | | | | | | | | |
| CLARIFICADOR R KROFTA | Motor reductor | | | | | | | | |
| | Motor bomba de recirculación | | | | | | | | |

Autor: Bruguera F. (2020)

Tabla 33 Plan de mantenimiento preventivo (2).

| PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | |
|-------------------------------|--|---------------|
| HOJA NRO. 2 | CHEQUEO DE CONDICIONES EN EL PROCESO PRODUCTIVO FRECUENCIA: SEMANAL | |
| EQUIPO/ ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | OBSERVACIONES |
| BOMBA CENTRÍFUGA 1211 | Nivel/Dosificación de refrigerantes | |
| | Condición de la correa | |
| | Condición de los Sellos Mecánicos | |
| BOMBA CENTRÍFUGA 802 | Nivel/Dosificación de refrigerantes | |
| | Condición de la correa | |
| | Condición de los sellos Mecánicos | |
| CLARIFICADOR DAF | Condición de válvula de presión | |
| | Condición de los manómetros | |
| | Lectura del Rotámetro | |

| | | |
|------------------------|--|--|
| | Paletas Rotatorias | |
| | Nivel/Dosificación de refrigerantes | |
| | Dosificación de químicos | |
| CLARIFICADOR KROFTA | Condición de válvula de presión | |
| | Condición de los manómetros | |
| | Lectura del Rotámetro | |
| | Paletas Rotatorias | |
| | Nivel/Dosificación de refrigerantes | |
| | Dosificación de químicos | |
| AGUA FRESCA | Entrada de agua fresca a las tinas contenedoras | |

Autor: Bruguera F. (2020)

En la hoja número 1 del plan de mantenimiento preventivo se observa dos secciones las cuales se introducen el valor de vibración como el de la temperatura de los equipos. Dicho valor de vibración está representado en la medida de Grms (*Random Vibration Testing*), el cual es un término usado para definir el nivel general o total de energía o aceleración de una vibración aleatoria, esto se seleccionó debido a que cuando ocurren vibraciones inusuales a distintas frecuencias, este término representa en un mismo valor todas esas frecuencias que se presentan simultáneamente.

Estos valores tanto de vibración como de temperatura, son tomados mediante un instrumento de medida denominado Fluke 805, el cual es un dispositivo de supervisión de las vibraciones presentadas en un equipo determinado. Este a su vez tiene la capacidad de emitir sonidos que producen los equipos durante el proceso de funcionamiento introduciendo con éste audífonos para percibir dichos ruidos, permitiendo medir en cierta manera en otro apartado de la hoja si el equipo presenta condiciones aceptables o no aceptables.

En cuanto a los indicadores de gestión que presenta dicho plan de mantenimiento, para el valor de vibración existen tres indicadores:

- SA: Satisfactorio.

- IS: Insatisfactorio.
- IN: Inaceptable.

De manera de que cuando se obtiene dicho valor se determina en base a los valores promedio o normal en cuanto a la frecuencia en la que se lleva realizando y registrando dicho plan de mantenimiento preventivo, se selecciona dicho indicador para llevar a cabo seguimiento y acciones en cuanto al problema que presente los componentes de dicho equipo determinado en el mantenimiento correctivo.

En la hoja número 2 del plan de mantenimiento preventivo se observa una sección el cual está dedicada especialmente a describir aquellos acontecimiento, anomalías, entre otros en cuanto al comportamiento u condición física del equipo en sí, ya sea fugas de agua internas y externas de las bombas centrífugas, falta de refrigerante o que la bomba está funcionando en seco, baja dosificación de químicos en los clarificadores, bajo nivel de presión de los clarificadores, paletas rotatorias desactivadas, etc.

5.5. Fase V: Evaluar los costos económicos, sociales y operativos de la implementación del sistema de gestión.

El estudio de la factibilidad económica permite justificar la ejecución del proyecto, destacando la relación entre el monto asociado a la inversión y las ganancias que se obtendrían con la implementación de la propuesta. Si esa relación resulta positiva, es posible afirmar que es rentable poner en práctica las mejoras. Para ello, es necesario en primera instancia desglosar los costos incurridos en desarrollo del proyecto, cual representa el monto de inversión.

5.5.1. Costos Incurridos para la Implementación del Plan de Mejoras.

El capital fijo comprende aquella porción inicial destinada a la compra de los activos fijos tangibles e intangibles. La determinación de los costos asociados a la inversión de la propuesta se establece en función del capital fijo y el capital de trabajo.

En este proyecto no se requirieron y no se necesitará equipo e instrumentos de laboratorio necesarios para el muestreo y estudio de nivel de sólidos suspendidos ya que la empresa MOLANCA C.A. dispone de estos en su totalidad. No obstante, se debe aplicar un programa de capacitación de control de calidad a los encargados de realizar el muestreo. A su vez se debe de realizar un mantenimiento correctivo a los equipos que forman parte de este estudio que presenten los problemas descritos anteriormente.

El costo para la implementación del plan de mejora equivale a unos \$3.775, como se especifica en la tabla 32.

Tabla 34 Resumen de los costos incurridos en el plan de mejora para el muestreo de los sólidos suspendidos en las tinas contenedoras.

| Mantenimiento Correctivo | | |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| N° | Descripción | Costo Total (\$) |
| Bombas Centrífugas | | |
| 1 | Limpieza Mecánica | 300,00 |
| | Limpieza Superficial | 50,00 |
| | Refrigerante | 40,00 |
| | Sellos Mecánicos | 10,00 |
| | Bomba o Equipo nuevo | 900,00 |
| | Motor Eléctrico | 400,00 |
| | Correa Industrial | 30,00 |
| Total Bombas Centrífugas | | 1730,00 |
| Clarificadores | | |
| 2 | Limpieza Mecánica | 450,00 |
| | Limpieza Sistema de Aireación | 200,00 |
| | Lubricación | 60,00 |
| | Motor Reductor | 600,00 |
| | Agente Floculante | 600,00 |

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Total Clarificadores | | 1910,00 |
| TOTAL | | 3640,00 |
| Formación al Personal | | |
| N° | Descripción | Costo Total (\$) |
| 3 | Curso explícito de control de calidad. | 120,00 |
| | Documentos y Planillas | 15,00 |
| TOTAL | | 135,00 |
| INVERSIÓN TOTAL (\$) | | 3775,00 |

Autor: Bruguera F. (2021).

Una vez señalada la inversión del proyecto, es necesario determinar la utilidad asociada a la propuesta, la cual viene dada por la relación Beneficio-Costo como resultado de la productividad alcanzada con la implementación del plan.

5.5.2. Análisis de relación Costo-Beneficio.

Actualmente la empresa MOLANCA C.A. tiene una producción mensual en la planta pulpa de 15.405.099 unidades por parte de la moldeadora Keyes B-6 y 2.158.766 unidades por parte de la moldeadora Hartmann, sumando un total de producción de 17.563.865 unidades de ambas moldeadoras al mes.

Mediante la aplicación de la propuesta del plan de mejora, se espera lograr una reducción del 60% de unidades rechazadas debido a defecto superficial por taponamiento u obstrucción de las regaderas oscilantes de las maquinas moldeadoras (En base al valor estimado u ideal propuesto en el plan de mejora por parte del rendimiento u eficiencia de los clarificadores), por lo que se espera reducir al mes 751.151 de unidades rechazadas de la moldeadora Hartmann y 1.523.960 unidades rechazadas por parte de la moldeadora Keyes B-6, para un total de reducción de producto final de 2.275.111 unidades de ambas moldeadoras, por lo tanto la tasa de unidades producidas aceptadas de la moldeadora Keyes B-6 aumentaría un 3% siendo de 14.927.133 unidades aceptadas, y por parte de la Hartmann aumentaría un 7% siendo de 1.908.382 unidades aceptadas, para un total de 16.835.495 unidades al mes por parte de ambas moldeadoras.

Desde el punto de vista económico, tomando en cuenta que el precio de venta del producto por unidad es de aproximadamente 0.06\$ se tendría un beneficio al mes de 1.010.129,3\$ gracias a la reducción de unidades producidas rechazadas.

Teniendo los beneficios económicos que generan las propuestas planteadas y la inversión total (costos) requerida para poder aplicarlas, se procede a hacer el cálculo del costo-beneficio con el fin de determinar si es factible para la organización implementar dichas propuestas:

La relación beneficio-costos es de 267,58 lo que significa que se espera dejar de perder mensualmente 267,58\$ por cada dólar que se está invirtiendo en el proceso.

Para conocer el tiempo que le llevará a la empresa recuperar el costo invertido en las propuestas, se hace el mismo cálculo que se utilizó anteriormente para el TR.

El tiempo de retorno de la inversión es de 0,00373 meses, lo que indica que la inversión se recuperará en 3 horas aproximadamente de producción continua llevando a cabo todas las propuestas planteadas en la fase IV.

En relación a la evaluación de los costos entre el ingreso mensual que percibe la empresa con la fabricación de productos de pulpa papelera, se tiene que, partiendo de la definición de la rentabilidad como:

$R (B/C) > 1$ Rentable

$R (B/C) = 1$ Indiferente

$R (B/C) < 1$ Inviabile

La implementación de esta propuesta del plan de mejora para el muestreo de las tinajas de agua clarificada y agua de proceso en la empresa MOLANCA C.A. es factible económicamente debido a que la relación entre los beneficios y los costos es superior a uno (1).

En tal sentido, la variación que se produciría al aplicar las mejoras es alta y

beneficiosa como ya se ha demostrado por medio de análisis en la fase anterior de la actual investigación, debido a que se logra monitorizar u controlar el nivel partículas o sólidos suspendidos en las tinas contenedoras de agua clarificada y de agua de proceso, logrando una mejora de procesos, un rendimiento más eficiente por parte de los clarificadores, y con una notable disminución de productos rechazados lo que resultaría positivo para el proceso productivo de la empresa.

5.5.3 Factibilidad operativa de las propuestas

En función a la mejora propuesta en la fase IV con respecto a la capacitación, se busca la preparación técnica del personal relacionado al estudio y análisis de datos, mantenimiento correctivo y mejora continua, es por ello que en este caso se hace mención a los costos asociados al programa de capacitación. Uno de los institutos que ofrecen especialización en control de calidad es CENTECPRO, en este instituto técnico el curso de especialización intensiva tiene un costo de inversión de 30\$ por persona, siendo en total unos 120\$ por las cuatro personas encargadas de realizar el plan de muestreo. En este caso cada operario será formado en las áreas de detección de fallas, clasificación de las fallas, consecuencias de las fallas, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, además de elaboración de informes de mantenimiento y fallas, y estadística aplicada y química básica. Se puede asegurar que el personal que se posee la empresa, tiene las capacidades para llevar a cabo las propuestas de este trabajo de investigación.

5.5.4 Factibilidad Ambiental

Mediante el análisis de la presente investigación se conocen las causas que generan la variación de nivel de sólidos suspendidos, por tal motivo se desarrollaron propuestas de mejora creando a su vez una reacción ambiental positiva dentro de la empresa, brindando la solución de problemas simultáneos.

Identificar las causas es una de las acciones esenciales con impacto favorable ambiental, a lo largo de la investigación en cuestión, en este caso la mejora es tratar de corregir los problemas de las máquinas y equipos inciden en el proceso, así como también reducir el error operacional. Se puede destacar que la implementación del

plan de mejora propuesto es de gran beneficio, ya que se minimizaría en gran medida aquellas fugas de agua de proceso como de agua clarificada en el área de preparación y tratamiento de la pulpa papelera, afectando la movilidad y acondicionamiento del sótano de los equipos como de la planta alta del área en general; también reduciría la concentración de productos rechazados en el área de stacker (recepción de producto terminado) de las maquinas moldeadoras logrando así a su vez un mejor control y orden de estos productos para ser reutilizados como materia prima para los Pulpers.

El impacto ambiental es el criterio primordial de la valoración de algunos proyectos, aunque los demás criterios también son determinantes. Se valora tomando en cuenta los siguientes indicadores:

Tabla 35 Valoración de impacto ambiental.

| ESCALA | | | |
|---|------|---------|-------|
| INDICADOR | MALO | REGULAR | BUENO |
| Disminución de procesos de deterioro | | | X |
| Mantenimiento del ecosistema | | | X |
| Desarrollo de técnica sostenible | | | X |
| Desarrollo de conocimientos tecnológicos | | | X |
| Incremento en la productividad | | | X |
| Combinación de métodos tradicionales con innovación | | | X |

Autor: Bruguera F. (2021).

Según la valoración del impacto ambiental, se obtuvo 5 puntos a favor del medio ambiente, ya que las propuestas impactan de alguna manera al mantenimiento o condiciones del ecosistema (área de preparación).

va: 0

VIA = 5

Con esto se concluye que las propuestas son totalmente viables ambientalmente. Todo plan que se desarrolle para la reducción de desperdicios, así como también optimizar los recursos y los procesos, tiene un impacto en pro al medio ambiente. De

manera de que cuando se implementen las propuestas mencionadas, se aconseja hacer proyecciones y seguimientos semestrales o anuales, para tener cifras y números con respecto al impacto ambiental positivo que se está proponiendo con el plan de mejora.

5.5.5 Factibilidad Técnica

En la tabla 32 se hace una valoración de factibilidad técnica, se puede destacar que para el mantenimiento correctivo se debe contar con ciertos equipos, partes, componentes, entre otros que permitan corregir los problemas que se pudieran generar tanto para las bombas centrifugas como para los clarificadores los cuales estos valores fueron obtenidos mediante la investigación de estos en el mercado industrial y por ende en base a estimaciones del almacena de activo que posee la empresa MOLANCA C.A., dando para un total de 3.640\$.

En tal sentido, la variación que se produciría al aplicar las mejoras es alta y beneficiosa como ya se ha demostrado por medio de análisis en la fase anterior de la actual investigación, debido a que los equipos trabajaría de manera más eficiente, logrando una notable disminución de productos rechazados por defectos superficiales lo que resultaría positivo para el proceso productivo de la empresa.

5.5.6 Factibilidad Social

Es importante resaltar en esta oportunidad la influencia o impacto que puede tener el plan a la sociedad, iniciando por los mismos empleados, éstos se verían beneficiados por mejores procesos dentro de su área, así como actualizar los procesos, buscando soluciones innovadoras, mediante análisis y utilización de herramientas de mejora de procesos y también herramientas en términos de control estadístico de calidad lo cual generaría la reducción de productos con defectos en cuanto acabado superficial. Además optan por una formación de mayor nivel técnico, esto se traduce en beneficios para su crecimiento profesional y su experiencia laboral.

En tal sentido, se debe mencionar la parte del bienestar social, y seguridad laboral que se le presta a este grupo de empleados, los cuales pasarán a ser mano de obra calificada para la empresa, esto los llevaría a una promoción o al menos a un incremento de sus beneficios económicos y prestaciones por el cumplimiento de su

labor. Por otra parte se generan beneficios indirectos, derivados de la utilización de servicios del instituto encargado de la formación del personal; éstos estarían generando ingresos por sus servicios prestados, lo que se traduce en beneficios para los facilitadores o guías en las sesiones de aprendizaje y sus colaboradores.

CONCLUSIONES

Con la realización de este Informe de Pasantía fue posible conocer con detalle el sistema de agua en general y el proceso de preparación y tratamiento de la pulpa papelera en general en la empresa MOLANCA C.A. y a partir de la aplicación de herramientas de mejora continua y análisis se estudiaron y evaluaron las variaciones de nivel de sólidos suspendidos en las tinas contenedoras de agua de proceso (211 y 120) y de agua clarificada (209 y 221).

En base a ello, se planteó el presente proyecto, el cual tiene como objetivo principal el diseño de un plan de mejoras para la toma de muestras de agua en las tinas 209, 211, 221 y 120 para determinar con ello las posibles causas que me generen esa variación o incremento de los sólidos suspendidos. Partiendo de este enfoque, el desarrollo de esta propuesta permitió desglosar las siguientes conclusiones:

- En la fase I mediante la realización de un estudio de la situación actual de agua en el proceso de preparación y tratamiento de la pulpa papelera que presenta la empresa MOLANCA C.A., permitieron conocer a fondo los equipos y todas aquellas actividades involucradas con lo que respecta al estudio como lo son los procesos de llenado y vaciado de las tinas contenedoras 209, 211, 221 y 120, los equipos que forman parte de dicho proceso como lo son las bombas centrífugas, los clarificadores DAF y Krofta de agua de proceso.
- En la fase II, se llevó a cabo el muestreo experimental y registro del nivel de sólidos suspendidos en las tinas contenedoras 209, 211, 221 y 120, como también el registro del nivel de presión de los equipos involucrados principalmente como lo son la bomba centrífuga 1211 y el clarificador Krofta correspondiente a la tinas 209 y 211, y la bomba 802 y el clarificador DAF de las tinas 221 y 120 de manera que se recolectó toda la información y datos necesarios para observar las mejoras son necesarias o requeridas para la implementación del plan de mejoras.

- En la fase III, se procedió a evaluar el sistema de agua de proceso y de agua clarificada enfocado principalmente al nivel de sólidos suspendidos. En ella se determinó con el uso de herramientas de mejora continua y por análisis propio, que las causas que son consideradas como las principales que pudieran ocasionar la variación de sólidos suspendidos son: Bomba Centrífugas fuera de servicio, alta cantidad de agua fresca en las tinas contenedoras, paradas de las Máquina Moldeadoras, Clarificadores fuera de servicio, las presiones altas de los Clarificadores, las presiones altas de la Bomba Centrífugas, paletas rotatorias de los Clarificadores fuera de servicio y la mala toma de datos en el muestreo experimental.
- En la fase IV, se aplicó un plan de mejoras para el análisis de los sólidos suspendidos en las aguas de las tinas 120, 209, 211 y 221. Las propuestas que conforman o estructuran el plan de mejoras son: Mejorar el plan de muestreo experimental en términos de horario, turnos a establecer y personal encargado de realizar el muestreo; Mejorar la hoja de cálculo de formato digital e implementación de gráficos de control de calidad; Establecimiento de valores estándares u ideales de los Clarificadores DAF y Krofta, y las Bombas Centrífugas 1211 y 802; Y por último, la implementación de un mantenimiento correctivo a los equipos que forman parte de este estudio.
- Ya finalizando, en la fase V se hizo una evaluación económica bajo la relación costo-beneficio, logrando determinar que la inversión de la propuesta es factible ya que la relación entre los beneficios y los costos es superior a uno (1). Sabiendo esto, se da por cumplido el objetivo general del presente trabajo de investigación

RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la investigación y diseñado el plan de mejora para el muestreo de sólidos suspendidos en las tinas 209, 211 (agua clarificada) y las tinas 221, 120 (agua de proceso), se presentan una serie de recomendaciones para la empresa MOLANCA C.A. que sirven de soporte a las propuestas planteadas:

- Tomar en cuenta la implementación del plan de mejora propuesto con el fin de mejorar el análisis, evaluación y monitoreo del nivel de sólidos suspendidos en las tinas contenedoras 209, 211, 221 y 120.
- Aplicar un curso especializado de control estadístico de calidad a los encargados de realizar el muestreo fomentando no solo el desarrollo profesional en ellos, si no también mejorando la evaluación de los resultados a su vez la toma de decisión respecto a los valores obtenidos.
- Ofrecer charlas a los operadores y supervisores del área de preparación sobre el uso del agua fresca en las tinas contenedoras para evita un alto consumo de este y con ello evitar también la variación de nivel de partículas en el agua clarificada.
- Elaborar e implementar el mantenimiento correctivo de los equipos involucrados (clarificadores DAF y Krofta, y Bombas Centrifugas 802 y 1211) en las actividades correspondientes a las tinas 209, 211, 221 y 120 durante la presencia de acontecimientos que generen esa variación de nivel de partículas suspendidas en las tinas contenedoras.
- Concientizar a los operarios y supervisores la importancia de un correcto y verídico chequeo diario de las válvulas de presión en los clarificadores, la activación de sus respectivas paletas rotatorias, las condiciones que presentan las bombas centrifugas, y también la supervisión detallada de estas a partir de charlas, imágenes, avisos, entre otros medios.

- Hacer seguimiento de las rutinas de limpieza y mantenimiento de los equipos DAF, Krofta y bombas 1211 y 802 a través de registros de indicadores de gestión.
- Establecer por parte de la Gerencia los encargados de realizar dicho plan de muestreo y monitoreo de los sólidos suspendidos, y a su vez establecer los turnos correspondientes a los encargados.
- Impartir periódicamente talleres formativos al personal en materia de buenas prácticas de herramientas de control de calidad para el nivel de los sólidos suspendidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Fidias (2004). El proyecto de la investigación (4ta edición). Editorial. Episteme. Caracas: Venezuela.
- Arias, Fidias (2012). El proyecto de investigación (6ta edición). Caracas: Editorial. Episteme.
- Arenhart De Bastiani, J. y Martins, R. (2018). Diagrama de Pareto [Artículo en línea] disponible en: <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-pareto/> [Consultado: 2020, Agosto].
- ASTM Organization. (2017). Gráficos de control de individuos de Shewhart – ASTM Internacional [Artículo en línea] disponible en: https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF12/datapoints_spjf12.html [Consultado: 2021, Enero].
- Betancourt, D. (2016). Diagrama de causa y efecto como herramienta de calidad [Artículo en línea] disponible en: <https://ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/> [Consultado: 2020, Agosto].
- Betancourt, D. (2018). Los 5 por qué: Análisis de causas raíz basado en preguntas [Artículo en línea] disponible en: <https://ingenioempresa.com/los-5-por-que/> [Consultado: 2020, Agosto].
- Betancourt, D. (2016). El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye [Artículo en línea] disponible en: <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/> [Consultado: 2020, Agosto].
- Betancourt, D. (2016). ¿Cómo hacer un gráfico de control e interpretarlo? [Artículo en línea] disponible en: https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/#Interpretacion_de_un_grafico_de_control [Consultado: 2021, Enero].

- Chambre d'agriculture de la Gironde (2018). ¿Cómo analizar gráficos de control? [Artículo en línea] disponible en: <https://www.titrivin.com/es/utilizacion/el-control-de-calidad-de-las-mediciones-en-un-laboratorio-de-enologia/519-como-analizar-el-grafico-de-control.html> [Consultado: 2021, Enero].
- Connor, Nick. (2019)¿Qué es la parte principal de una bomba centrífuga? [Artículo en línea] disponible en: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-parte-principal-de-una-bomba-centrifuga-definicion/> [Consultado: 2020, Diciembre].
- Carbajal, A. y González, A (2012). Propiedades y Funciones Biológicas del Agua. Capítulo III. Dpto. de nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
- Denver, G. (2019). Aprende más sobre las bombas centrífugas [Artículo en línea] disponible en: <https://www.gardnerdenver.com/es-ve/knowledge-hub/articles/centrifugal-pump-technology-explained> [Consultado: 2020, Diciembre].
- Gutiérrez, I. (2017). ¿Qué es un sistema de gestión y para qué sirve? [Artículo en línea] disponible en: <https://calticconsultores.com/articulos/sistema-gestion-sirve.html> [Consultado: 2020, Agosto].
- Gaertner, W. (2019). Daños típicos de bombas de agua y sus causas [Artículo en línea] disponible en: https://meyle.com/flyer/FLY_Schaden_Wapu_L_es [Consultado: 2020, Diciembre].
- Hernández, G. (2017). El gráfico o diagrama de control [Artículo en línea] disponible en: <https://aprendiendocalidadyadr.com/grafico-o-diagrama-de-control/> [Consultado: 2021, Enero].

- Kemmer, F. & J. McCallion (1989). Manual de agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo I, II y III. (1ra edición). Editorial McGraw-Hill Interamericana, México.
- Montgomery, D. (1985). Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorial Iberoamérica (1991), Ciudad de México, México.
- Moldeados Andinos C.A. (2019). Fibra Celulosa y Pulpa Moldeada.
- Moldeados Andinos C.A. (2019). El Agua y su Tratamiento.
- Moldeados Andinos C.A. (2019). Bombas Centrifugas.
- Moldeados Andinos C.A. (2019). Preparación y Acondicionamiento de Pulpa.
- Moldeados Andinos C.A. (2019). Manual de las Máquinas Moldeadoras.
- Metcalf y Eddy (2003). Wastewater engineering: treatment and reuse. (4ta edición). Editorial McGraw-Hill Companies, República popular de China.
- Metcalf y Eddy (2003). Wastewater engineering: treatment and reuse. (4ta edición). Editorial McGraw-Hill Companies, República popular de China.
- Robles, D. (2014). Plan de Mejoras. [Artículo en línea] disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/05/09/robles-olga.pdf> [Consultado: 2020, Agosto].
- Tamayo y Tamayo (2003). El Proceso de la Investigación Científica. Ciudad de México: Editorial LIMUSA S.A.
- TEL-A-TRAIN Incorporation (1995). Mantenimiento de Bombas Centrífugas. Editorial. Sena. Colombia.
- Universidad José Antonio Páez (2007). Normas para la elaboración y presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajo de Grado.