

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare

autor

Luis Carlos Riascos Osorio

Director

Mauricio Eduardo Contreras Lozano

Ing. De producción Agroindustrial

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, MAYO 18 de 2020**

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a DIOS, a mis padres y hermanos por el apoyo recibido durante el desarrollo de este proyecto, es de recalcar que sin ellos nada de esto seria posible, de manera especial dedico este proyecto a mi papa que sentó en mis las bases de la responsabilidad y el deseo de superación. Dedicado también desde el alma a aquella persona que desde el cielo me guía y me fortalece a seguir adelante y superar todas y cada una de las metas propuestas.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a DIOS por la vida y salud.

Un sentido agradecimiento a mi alma mater UNIVERSIDAD DE PAMPLONA por el empeño con el que todos y cada uno de sus componentes participaron en el transcurso de mi carrera para llegar a esta etapa que hoy culmina.

Un sentido agradecimiento a la calidad de docentes con los que tuve la fortuna de adquirir conocimientos y que en el transcurso de este proyecto pude aplicar con la finalidad de darme a conocer profesionalmente.

Al director el Ingeniero Mauricio Eduardo Contreras Lozano quien guio mi proyecto.

De igual manera agradezco muy afectivamente a todo el personal del GRUPO DIANA por abrirme las puertas en tan importante empresa, agradezco especialmente a los supervisores del área de producción los Ingenieros Leonardo Velásquez y el Ingeniero Oscar Martínez y del área de secamiento los ingenieros Fabian Caro y el ingeniero Camilo Duarte con los que tuve la oportunidad de conocer cada parte del proceso, su experiencia fue vital en cada una de las enseñanzas dadas.

Resumen

En todo proceso es necesario controlar las entradas y salidas que intervienen en la línea de producción debido a que esto genera información que permite optimizar y regular aspectos claves, este proyecto está enfocado en una etapa fundamental en la producción de arroz, de vital importancia debido a que le aporta al arroz su blancura y brillo característico, en consecuencia a esto se decide realizar un estudio exploratorio de la línea de pulimento y polichado para determinar inicialmente los porcentajes de grano partido y de blancura con los que el arroz entra a este paso y así mismo con los que sale, estos valores son los datos que se tuvieron como base de comparación para desarrollar el estudio.

Se procedió a modificar los parámetros con los que normalmente trabajan las maquinas mediante prueba y error recolectando una serie de datos a los que posteriormente se le dio una interpretación estadística y permitió determinar que el proceso de pulimento y polichado es una etapa a la cual se le pueden realizar mejoras, lo que implican estandarizar los parámetros de funcionamiento de las maquinas existentes.

Con la entrega del informe final a las directivas de la empresa se generaron las recomendaciones pertinentes que implicaban la socialización y divulgación de los resultados obtenidos con el personal que interviene directamente las maquinas.

De igual manera se demostró que las variables que se trabajaron tenían una gran repercusión en los porcentajes de interés para este proyecto y la implementación de los parámetros óptimos genera a la empresa un beneficio económico superior a los 20.000.000 de pesos diarios, correspondientes a la salida de arroz que no cumple con los estándares de calidad a la salida de este paso.

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Palabras clave

Arroz paddy, Arroz integral, Arroz blanco, Pulimento, Polichado, Variables, Desviación

Índice de Blancura, Grano partido.

Abstract

In any process it is necessary to control the inputs and outputs involved in the production line because this generates information that allows optimizing and regulating aspects in addition, this project is focused on a fundamental stage in the production of rice, of vital importance because it gives rice its characteristic whiteness and brightness, consequently to this it is decided to carry out an exploratory study of the polishing and polychrome line to

to initially determine the percentages of split grain and whiteness with which the rice enters this step and also with which it leaves, these values are the data that were used as a basis of comparison to develop the study.

We proceeded to modify the parameters with which the machines normally work by trial and error collecting a series of data to which a statistical interpretation was subsequently given and allowed to determine that the polishing and polishing process is a stage to which improvements can be made, which imply standardizing the operating parameters of existing machines.

With the delivery of the final report to the company's management, the relevant recommendations were generated that implied the socialization and dissemination of the results

obtained with the personnel who directly intervene the machines.

In the same way, it was demonstrated that the variables that were worked had a great impact on the percentages of interest for this project and the implementation of the optimal parameters generates an economic benefit to the company in excess of 20,000,000 pesos per day,

corresponding to the output of rice that does not meet the quality standards at the output of this step.

Keywords

Paddy rice, Brown rice, White Rice, Polish, Polychrome, Variables, Deviation, Whiteness Index, Split Grain

Tabla de Contenido

1.	Introducción	9
2.	Marco conceptual	13
2.1.	Antecedentes	13
2.2.	Bases Teóricas	15
3.	Planteamiento del problema	18
4.	Objetivos	21
5.	Justificación	22
6.	Metodología	23
7.	Cronograma y descripción de actividades	28
8.	Resultados	32
9.	Conclusiones	42
10.	Recomendaciones	44
11.	Referencias bibliográficas	46
	ANEXOS	1

Lista de tablas

Tabla 1 registro de variables pulidor 1	24
Tabla 2 registro de variables pulidor 2	24
Tabla 3 registro de variables polichador	25
Tabla 4Resumen inicial %GP	32
Tabla 5 Resumen inicial % blancura	33
Tabla 6 formato diligenciado pulidor 1	34
Tabla 7 formato diligenciado pulidor 2	34
Tabla 8 formato diligenciado polichador	35

Lista de figuras

Figura 1 Arroz Paddy.....	10
Figura 2 Arroz Integral	10
Figura 3 Arroz Blanco	10
Figura 4 Esquema Proceso Del Arroz.....	11
Figura 6 blancura primer paso	36
Figura 7 grano partido 2do paso	37
Figura 8 blancura 2do paso	38
Figura 9 grano partido 3er paso	38
Figura 10 blancura 3er paso.....	39
Figura 12 Resumen final % GN PARTIDO	40
Figura 13 Resumen final % de BLANCURA.....	41

1. Introducción

El arroz es un alimento elemental y básico, el cual nutre a la mitad de la población mundial y, de acuerdo con la FAO (Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura), proporciona hasta un 20 por ciento del suministro de energía alimentaria de la población mundial., el arroz es un producto de gran importancia para la población colombiana (FAO, 2018).

El área cosechada de arroz en Colombia creció de 518 mil hectáreas en el 2019 a 580 mil en el 2020, es decir más de un 12%, La industria local da cuenta de una producción anual de aproximadamente 1.7 millones de toneladas de Paddy, con alrededor de 41 competidores en el mercado local. Las variedades más consumidas en Colombia son los arroces tradicionales con un 62.3%, mientras que los Premium tiene una participación del 26.7 % (Balance 2020 y Perspectivas 2021 | Editoriales - Fedearroz)

El proceso productivo del arroz consta de 3 etapas bien marcadas, que corresponden al secado, trilla y empaquetado.

El secado es sumamente importante debido a que el arroz denominado paddy (Figura 1) cuando es cosechado en el arrozal no es un producto apto para almacenar y guardar ya que viene del arrozal con cierto grado de humedad, que fluctúa según las condiciones ambientales, la cual puede variar de 18 grados hasta 30 grados de humedad.

El arroz es transportado hacia los Molinos a granel, luego es vaciado en tolvas, las cuales por medio de elevadores van a dar a un silo de recibimiento de arroz húmedo, y de allí son distribuidos a las diferentes secadoras, en estas secadoras por medio de aire y calor, el arroz es

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

expuesto a estos elementos antes mencionados, y por medio de este procedimiento se le bajara la humedad al grano, hasta que obtenga una humedad óptima para su almacenamiento.

Para la etapa de trilla, Luego de ser almacenado el arroz pasa al molino donde este será transformado para el consumo de la población. Como primer paso el arroz en cáscara o paddy pasa por una prelimpieza, luego pase a los descascaradores de rodillos de caucho, donde el grano es separado de la cáscara en un 95%, en este mismo proceso una aventadora por medio de un flujo constante de viento separa la cascarilla del arroz integral (Figura 2), el cual pasara a las mesas densimétricas que separa los granos con cáscara y los recircula nuevamente hacia la descascaradora, y el grano descascarado sigue el proceso hacia los pulidores de arroz, los cuales le quitaran al grano la capa superficial comúnmente llama pulidura, que se emplea en el alimento de animales, luego el arroz pulido o también llamado arroz blanco (Figura 3) es transportado hacia las maquinas clasificadoras en donde se separa el grano entero y el grano partido, y se clasificara y dosificara de acuerdo a los estándares del mercado.



Figura 1 Arroz Paddy



Figura 2 Arroz Integral



Figura 3 Arroz Blanco

Por último, en la etapa de empaquetado y una vez procesado se procede a empaquetar el arroz según sea la presentación y referencia solicitada, posterior a esto se almacena para su distribución. (Producción de Arroz – Periódico Los Molinos)

Se relaciona a continuación un esquema del proceso del arroz.

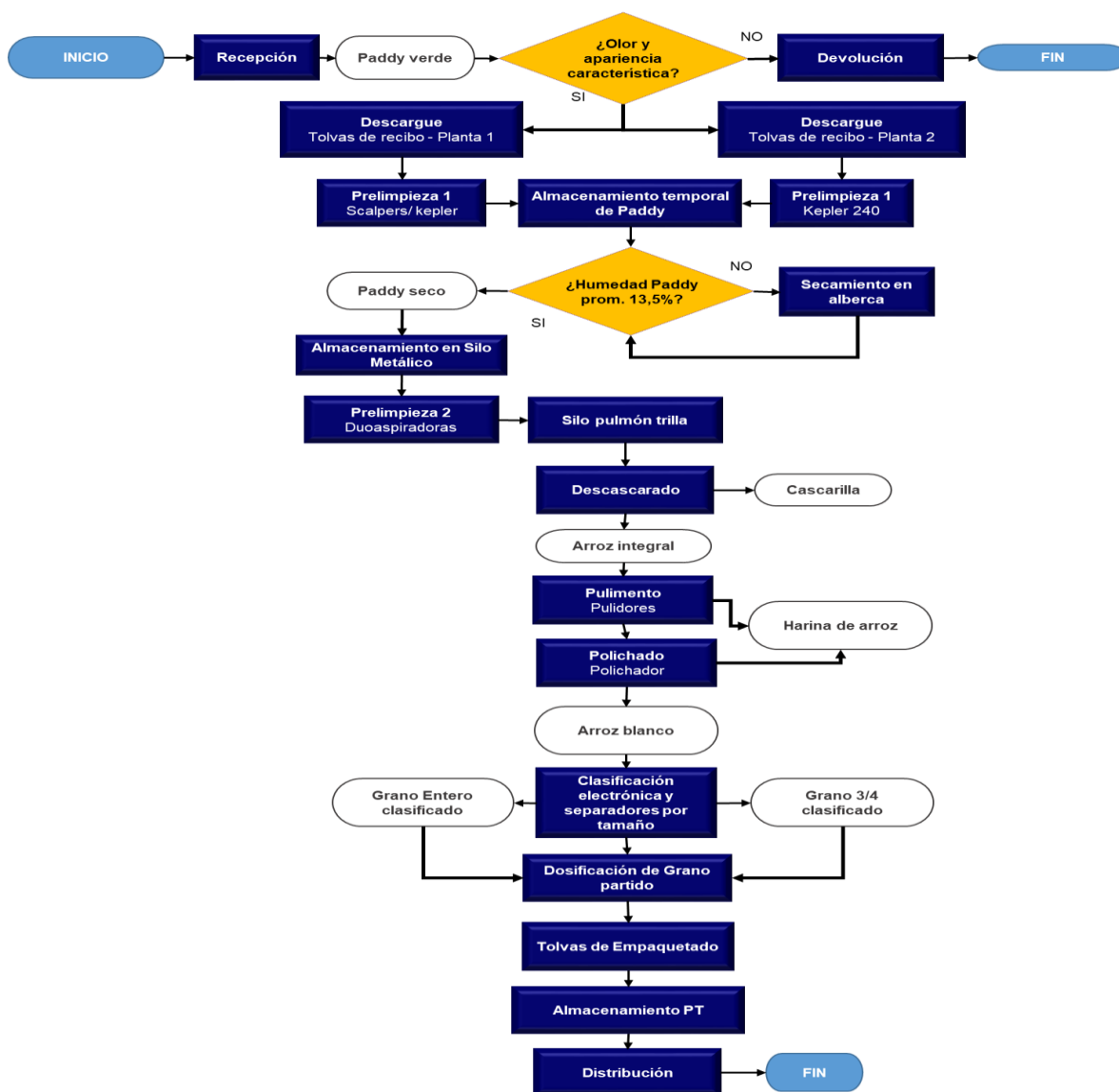


Figura 4 Esquema Proceso Del Arroz

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

La empresa donde se realizara este proyecto es DIANA CORPORACION reconocida empresa en la industria arroceras y quien en el 2006 abrió la planta arroceras más grande y tecnificada del de Latinoamérica ubicada en la ciudad de Yopal-Casanare, produce un aproximado de 970.000 arrobas mensuales, Al contar con esta capacidad de producción cada etapa del proceso se debe optimizar reduciendo la variabilidad en cada una de sus etapas, es aquí donde se determina y se logra evidenciar una reducción de la capacidad de procesamiento en la línea 1 de pulimento, etapa de gran importancia ya que, hasta finales del siglo 20, los molinos de arroz de todo el mundo, incluyendo los molineros de la mejor calidad, no integraron el pulido en el proceso de producción. Sin embargo, debido a la cada vez mayor demanda de un arroz más blanco y sedoso, el proceso de pulido se considera ahora como una etapa crucial en el proceso de trilla.

El propósito final de este proyecto recae en la necesidad de parametrizar los valores óptimos de funcionamiento de los pulidores de todas las líneas que componen esta etapa del proceso y esto ayudara notoriamente a mejorar el porcentaje de grano partido y de blancura del arroz, cabe mencionar que este proyecto tiene aparte la intención de mitigar los costos monetarios que pudiese generar una reestructuración por un mal diagnostico en esta línea.

2. Marco conceptual

2.1. Antecedentes

En guayaquil-Ecuador para el año 2010 la estudiante Sthefania Piedra propuso para su tesis el “MEJORAMIENTO DEL CONTROL DE LA ETAPA DE PULIDO MEDIANTE EL ANALISIS DE REGRESION DE LAS VARIABLES QUE INCIDEN EN EL PROCESO DE PILADO DEL ARROZ” ella realizo un estudio con la finalidad de mejorar el proceso de pulido ya que no se estaban tomando la totalidad de variables que intervienen en esta etapa, propuso que en la etapa de pulido el tiempo y el peso ejercido en el pulidor a tres diferentes cargas en donde se modificó los parámetros de trabajo normal a nivel de un probable teórico y así ver el efecto en las variables definidas para esta etapa, dentro de los resultados que se arrojaron cabe resaltar que el tiempo de pulido tuvo una influencia más fuerte del peso ejercido en el pulidor sobre las variables que se tomó para el control, al observar los resultados se determinó que existe una variabilidad que relaciona las variables que inciden en la etapa de pulido frente al porcentaje de remoción de salvado del grano en cada tipo de carga, finalmente ecuaciones estadísticas se determinó los valores de las variables que inciden en el proceso de pulido.

(Elizabeth & Rivas, 2010) con este antecedente podemos determinar que no integrar todas las variables en un análisis de estas características influye directamente sobre los resultados esperados. Es así como con base en este antecedente puntual logre identificar variables extra que se deben tener en cuenta para un correcto diagnóstico.

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Por otro lado también encontré un trabajo de grado realizado en el 2018 por la estudiante María Fernanda Gaviria en la UNIVERSIDAD POTIFICIA BOLIVARIANA, en donde realizo el “ ANALISIS DE CALIDAD Y EVALUACION EN EL PROCESO DE TRILLA DEL ARROZ PARA OBSERVAR LA PRODUCCION DE GRANO PARTIDO Y HARINA DE ARROZ EVITANDO ASI PERDIDAS ECONOMICAS” y evidencia el alto impacto económico que genera un proceso sin parámetros de control adecuados para cada proceso así mismo confirma la necesidad de reducir el porcentaje de grano partido en cada una de las etapas de los proceso lo que genera un arroz de más alta calidad y minimiza el grano partido, cabe mencionar que este último se comercializa en un 50% menos que el arroz entero, aquí la necesidad optimizar cada una de las etapas.(María Gaviria, 2018)

Adicionalmente a las mejoras que se puedan implementar en la etapa de pulido este antecedente refleja que una pronta corrección y adecuado mantenimiento genera un ahorro sustancial y esto permite a su vez la implementación acciones más profundas de mejora en beneficio de toda la línea de producción.

Por su parte Ana Lucia Paque, Denicce Ardila y Telvia Castilla desarrollaron una investigación titulada “MEJORA EN EL PROCESO DE TRILLA PARA REDUCCION DEL EXCESO DE ARROZ PARTIDO EN LA EMPRESA MOLINO XYZ”, en esta investigación se realizó un muestreo inicial donde se identificaron los porcentajes más altos de grano partido, y determinar los factores que inciden en el exceso de este tipo de grano, se apoyaron de herramientas estadísticas que permiten ver de forma más clara los diferentes aspectos que influyen en cada proceso, concluyeron que existían procesos y equipos que agregan de manera anormal grano partido a la línea de producción, esta investigación se fundamentó en el análisis *Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.*

de datos en diferentes software estadísticos así como en metodologías de mejora, herramientas que garantizan confiabilidad en la recolección de datos así como en el análisis y posterior toma de decisiones. (Ana Lucia et al., 2014)

Gracias a este antecedente se logra evidenciar y corroborar que es fundamental iniciar un diagnóstico con todas y cada una de las variables que intervienen en el proceso de pulido ya que no contar con todas le resta exactitud al estudio de aquí la importancia de determinarlas e integrarlas a la investigación.

2.2.Bases Teóricas

El arroz pertenece a la familia de las poaceas y su semilla es comestible, sus nutrientes principales son los hidratos de carbono, proteína y minerales, son plantas de cosecha anual, cultivadas hace más de 8 milenios.(*Oryza Sativa* | *Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas*, n.d.)

A su vez el arroz tiene 3 diferentes clasificaciones las cuales son:

Arroz con cascara(paddy) que corresponde al grano de arroz sin descascarar, Arroz integral que es el grano de arroz que no ha entrado a la etapa de pulimento, en esta forma el arroz contiene más vitamina minerales y fibra, debido a su capa externa, y por ultimo Arroz blanco que es el producto principal en la molinería de arroz formado por los granos de arroz completamente enteros.

El proceso al interior de un molino arrocero consta de 3 etapas bien marcadas que se denominan recibo y secamiento que es cuando entra el arroz en forma de paddy a las instalaciones de la empresa y por medio de albercas se le disminuye el % de humedad, prosigue

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

la etapa de trilla y aquí el arroz ya cumple con el % de humedad permitió he ingresa al molino a inicia el proceso para dar como resultado el arroz que todos conocemos. Esta etapa varía según las especificaciones y capacidades de los molinos pero sus partes principales las componen, el paso por los descascaradores que son maquinas especializadas para (descascarar el paddy) y entregar como resultado arroz integral, continuando por la línea de producción pasamos a las mesas densimétricas equipos que por medio de la densidad del producto puede separar y clasificar reduciendo el avance de material no conforme en la línea de producción, continuando con el proceso se pasa los pulidores y es aquí donde por medio de la fricción se le quita una diminuta capa externa que posee el arroz integral arrojando como resultado arroz blanco, las tapas de aquí en adelante tienen la finalidad de clasificar el arroz para posteriormente empaquetarlo según sea a referencia que se esté trabajando en ese momento en el molino, por ultimo esta la etapa de distribución etapa en la que el producto final es distribuido a los diferentes punto de venta.

En este proyecto me enfocare en abordar la etapa de pulimento y polichado debido a su alto nivel de importancia en la molinera actualmente.

En el análisis exploratorio se denota y se determina que la capacidad óptima para esta etapa no está acorde con la capacidad teórica de los equipos de toda la linean de pulido y polichado, pues si bien se cuenta con dos referencias distintas de proveedores en estos equipos, y cada referencia se compone de 3 líneas independientes, las capacidades de fabrica son las mismas, para los equipos chinos modelo Mpg158X2 (figura 5) se sabe por reseñas del fabricante que tiene una capacidad de pulir de entre 60 a 80 toneladas por día, al igual que los equipos

Bühler referencia DRPG (figura 6), y en el área del proceso estas cantidades son desiguales en

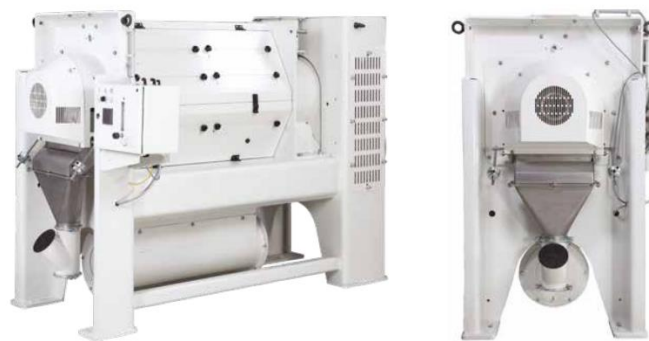
Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

cada una de las líneas y genera primeramente un desgaste y sobre esfuerzo en la primera línea que es la escogida para establecer sus parámetros óptimos de funcionamiento. De primer plano tenemos que el sin fin que alimenta las tolvas de las líneas de pulido y polichado, no distribuye las cargas de manera uniforme en cada una de las líneas lo que genera una mayor carga en la primera línea y una carga mínima en la última línea, quitándole así productividad a toda la etapa, con este primer punto se denota que los parámetros de la maquina están sujetos a la carga que se le emplea y aquí nace el segundo punto, el amperaje de las maquinas determinan el esfuerzo que las maquinas están ejerciendo para pulir el arroz y entre mayor esfuerzo más se compacta el arroz, lo que genera dos resultados, primeramente que el arroz sale con una presentación más agradable a la vista pues sale con un alto porcentaje de blancura, pero por otro lado el sobre esfuerzo de la maquina genera que se produzca mayor porcentaje de grano partido y un alza en el consumo energético pues el sobre esfuerzo influye directamente en el consumo de energía y al ser una línea que trabaja las 24 horas del día el solo hecho de parar para realizar un mantenimiento genera un cuello de botella que no se puede solucionar sin la puesta en marcha de toda la línea de pulido y es una consecuencia que la empresa no está dispuesta a aceptar, pues esto genera pérdidas económicas y por consiguiente un costo de producción mayor.

Figura 5 pulidor Bühler



Figura 6 Pulidor RYA



Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

3. Planteamiento del problema

Desde la antigüedad, el arroz se consumía como arroz integral sin pulir.

La evolución del arroz pulido ha cambiado nuestra relación con este alimento básico y con ella, los gustos y demandas de los consumidores quienes cada vez más prefieren una a presentación con un índice de blancura mayor. (*Mejoras En El Proceso Productivo y Modernización Mediante Sustitución y Tecnologías Limpias En Un Molino de Arroz*, 2007)

Ante esta necesidad cada vez más creciente las máquinas modernas de pulido ahora ofrecen una mejora significativa en eficiencia y reducción de desperdicios. Por lo que el proceso de pulido tomo mayor relevancia en la etapa productiva del arroz, Sin embargo, hay un número de factores que afectan los porcentajes de alta calidad requeridos para los niveles de blancura y grano partido. De aquí la necesidad de que el proceso sea manejado y controlado en toda su línea de acción. Se determino por parte de la empresa que los parámetros de las maquinas con las que cuenta el molino no son los indicados puesto que se denota un incremento del % de grano partido y una disminución del % de blancura, una vez sale el arroz de esta etapa.

La problemática fundamentalmente es que, al no tener control preciso de este paso, existe una variabilidad constante en el proceso lo que genera un incremento de desperdicios que no son aprovechables en la línea de producción, lo que significa una menor productividad y por ende una disminución del rendimiento económico.

Es de recalcar que a nivel económico la empresa está dejando de percibir un 15% de su producción diaria, que se esta convirtiendo en subproductos denominados cristal industrial, industrial clasificado y granza.

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Si bien estos subproductos se comercializan, el exceso de estos genera una inversión mayor destinada a espacios para su almacenamiento tanto en las bodegas internas como externas de la planta, se ve la necesidad de minimizar los gastos en el manejo de subproductos y para esto se ataca la raíz del problema que es determinar los parámetros óptimos para que el arroz en la entrada a la etapa de pulido tenga el menor % de grano partido y un % de blancura óptimos que cumplan los estándares de calidad establecidos por la empresa y se reduzcan así mismo la producción excesiva e ineficiente de subproductos.

3.1. Formulación del problema

La generación de grano partido en la etapa de pulimento incrementa el valor de producción por unidad debido a que se generan una mayor cantidad de subproductos, ¿Qué beneficios se obtendrán de forma inmediata en la línea de producción con una estandarización correcta de los parámetros de pulimento en todas las líneas del proceso? Qué variables afectan y en qué porcentaje el incremento de grano partido y la disminución de blancura en la línea uno de pulimento?

En principio es de aclarar que la generación de subproductos en grandes cantidades repercute directamente en los costos de producción, esto debido a que se comercializa con un valor inferior al obtenido por el arroz entero, entendiendo esto se concuerda que regulando las etapas que generan mayor % de grano partido se obtendrán una rentabilidad superior a la actual, se demuestre que estableciendo y definiendo parámetros óptimos de operación se genera un flujo constante de arroz de las características requeridas.

Las variables que se toman para este estudio ¿qué impacto generan sobre la cantidad de grano partido y sobre la blancura del arroz, además a que valores las maquinas se comportan de mejor forma?

Dando respuesta a esta problemática podemos evaluar la eficiencia que este proyecto tendrá en la implementación de parámetros fijos en los pulidores y polichadores de la línea de pulimento

4. Objetivos

4.1.Objetivo General

Establecer acciones de mejora en la etapa de pulido determinando los parámetros óptimos de funcionamiento en la línea 1 de pulimento y polichado en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal-Casanare para el primer semestre del 2022.

4.2.Objetivos Específicos

- 1- Efectuar un diagnóstico del nivel de significancia que tienen todas las variables que intervienen en el proceso de pulimento y polichado de la línea 1.
- 2- Determinar los parámetros óptimos con los resultados arrojados en el modelo matemático que permitan un control total de la etapa.
- 3- Proponer acciones de mejora con la implementación de los parameros encontrados y optimizar el proceso de pulido en la línea 1.

5. Justificación

La reducción del grano partido en la etapa de pulimento y polichado es la meta primordial, debido a que un alto porcentaje de este grano genera pérdidas sustanciosas en la línea de producción, cabe recordar que el precio del grano partido es un 50% menor al grano entero, y que además no se consume la totalidad del grano partido generado pues la dosificación del producto final tiene una mínima parte permitida por estándares de calidad, este proyecto también tiene la intención de ampliar la vida útil de los equipos que interviene en este proceso pues su buena manipulación y correcto mantenimiento aseguran un procesamiento de grano continuo y efectivo sin esforzar al límite la maquinaria, todo lo anteriormente expuesto genera una mayor confianza por parte de las directivas pues se tendrá control total de la etapa y se podrán tomar decisiones que beneficien al proceso en su totalidad.

Con este proyecto se busca optimizar el proceso de pulido y polichado en la planta Arrocera más grande de Latinoamérica, reduciendo los tiempos improductivos generados por un mal diagnóstico y parámetros errados en la puesta en marcha de la línea china referencia RYA.

Como justificación final este análisis exploratorio no genera ningún costo económico para la empresa y por el contrario puede generar un ahorro sustancial que ayudaría a invertir posteriormente en la mejora estructural de las líneas.

6. Metodología

Este proyecto iniciara con un análisis exploratorio con la finalidad de determinar y establecer todas y cada una de las variables que afectan la etapa del proceso de pulido y polichado, así como entender el comportamiento del flujo de arroz a lo largo de la línea y la interacción de este último con cada pulidor, este análisis exploratorio arrojará las variables para evaluar y posteriormente generar un muestreo con la finalidad de confirmar que los valores recolectados se ajustan a una distribución normal, lo que asegura una mejor interpretación de los datos.

Este proyecto es de carácter cuantitativo ya que se basa en el muestreo y análisis de diferentes variables con la intención de alimentar una base de datos donde se determinarán resultados puntuales, se optó por aplicar un modelo matemático que integre las dos variables principales en esta etapa del proceso, las cuales son el porcentaje de grano partido y el porcentaje de blancura en cada uno de los pasos de la línea de pulimento y polichado.

Además, este proyecto está dirigido a la generación de hipótesis que argumenten inicialmente que los porcentajes de grano partido y de blancura son variables dependientes y que leves cambios reflejan inmediatamente disparidades en los resultados esperados.

Ya que estos datos obtenidos son medibles, se tiene la facilidad de llevar un análisis y comprobar en cada paso sus resultados, es aquí donde por medio del equipo con el que cuenta la empresa se sondeará la blancura y el porcentaje de grano partido.

La primera fase de este proyecto y correspondiente a la actividad 1 que establece efectuar un correcto diagnóstico de las variables que interfieren de forma directa en el proceso de pulido,

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Mediante una metodología definida en la recolección de datos y cambio de variables se

Aplico un formato que permitió la recolección eficiente de cada una de las variables a lo largo de

La etapa.

Fecha	Hora	Línea	ENTRADA PULIDOR 1				PROCESO PULIDOR 1	
			%GP Entrada	Blancura_Entr	Nivel Tolva	Carga_Entrada	AMP_Pul1	PRESI_Pul1
		China 1						
		China 1						
		China 2						
		China 2						
		China 3						
		China 3						

Tabla 1 registro de variables pulidor 1

SALIDA PULIDOR 1			PROCESO PULIDOR 2		SALIDA PULIDOR 2		
%GP Pul1	Blanc_Pul1	Temp_Pul1	AMP_Pul2	PRESI_Pul2	%GP Pul2	Blanc_Pul2	Temp_Pul2

Tabla 2 registro de variables pulidor 2

PROCESO POLICHADO					SALIDA POLICHADO		
AMP_Pol2	PRESI_Pol2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Aire	%GP POLI	Blanc_POLI	Temp_POLI

Tabla 3 registro de variables polichador

Pasando a la actividad correspondiente a la toma de datos y determinación del nivel de significancia de las variables que afectan la línea de pulimento se procederá a llevar un muestreo continuo de las tres líneas de pulimento, con parámetros de funcionamiento igual y diferente dependiendo sea la necesidad del estudio, este muestreo se tomara cada 2 horas las 24 horas del día por 10 días de producción continua , esto con la intención de abarcar todos los datos posibles y los comportamientos de los pulidores en toda la jornada, para la realización de este muestreo se deberá tomar una muestra de cada paso de las líneas que posteriormente será analizada, Para el porcentaje de blancura se cuenta con el medidor de blancura modelo C600 perteneciente al laboratorio de blanco del área de trilla al interior del molino, que se encuentra totalmente calibrado y arroja directamente el porcentaje de blancura de una muestra que se almacena en una placa acrílica que posteriormente se introduce en la maquina y en la pantalla led se refleja el resultado.

Por otra parte, la metodología a implementar en la obtención del grano partido consiste en una serie de pasos que inicia con la toma de la muestra en bolsas con cierre hermético

transparente tipo ziploc, de los distintos pasos en la línea de pulimento y polichado, para este proyecto se tendrá también en cuenta los porcentajes con los que entra el arroz al proceso así que también se tomara una muestra de las tolvas que alimentan la línea de pulido, seguidamente se llevan las muestras debidamente marcadas al área destinada para realizar los grano partidos, que consta de una tolva homogeneizadora donde se procede a homogenizar las muestras, continuando con este proceso se lleva a la báscula digital donde se pesa 100 gramos de muestra y será con base a este peso que se determinara el porcentaje de grano partido, una vez se tengan los 100 gramos separados se pasan por la zaranda Marca Graiman, y su función es separar el arroz partido del grano entero, es una máquina de suma ayuda pues ahorra tiempo en la adquisición de datos, los resultados son inmediatos, y optimiza este proceso, continuando con el flujo para la obtención del porcentaje de grano partido se procede a pesar el resultado obtenido después de la zaranda, el resultado corresponde al peso total del grano entero y este resultado es restado al peso inicial y se obtendrá un porcentaje de grano partido de cada paso a lo largo de la línea 1 de pulido y polichado.

Una vez se tienen los datos consolidados se da inicio a la fase 2 del proyecto y corresponde a la actividad 2 diseñada para cumplir con el segundo objetivo aquí se procederá a realizar un estudio estadístico de dos variables y determinar que los valores arrojados hacen parte de una distribución normal, y donde las variables independientes entraran a ser estudiadas para determinar los parámetros óptimos de funcionamiento en los pulidores.

La herramienta estadística MINITAB será el software que se empleará para la recolección y análisis de datos, como actividad puntual se tiene la necesidad de alimentar una base de datos con todos los valores obtenidos y su respectiva descripción, posterior a esto se requiere la adecuación de software a las necesidades del sistema a evaluar.

Teniendo un análisis completo de los datos obtenidos y con ayuda de esta herramienta estadística se filtrarán y determinarán los parámetros que se adecuan mejor al funcionamiento de los pulidores y que a su vez generan un menor porcentaje de grano partido y una blancura a la altura de los estándares de calidad que maneja la empresa.

Por último, se procede a realizar la actividad 3 destinada a evaluar y emitir las recomendaciones pertinentes a las directivas de las oportunidades de mejora en esta etapa en específico junto con los parámetros obtenidos. Como actividad secundaria a este punto se desarrollará la socialización de los parámetros con los molineros y se les compartirá un formato donde se lleve control de estos parámetros para de este modo tener el control total de esta etapa del proceso.

7. Cronograma y descripción de actividades

7.1. Cronograma de actividades:

Cronograma Trabajo de Grado - Practica Empresarial				 																		
Determinar los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare para el primer semestre del 2022.																						
Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Estado	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11	semana 12	semana 13	semana 14	semana 15	semana 16	semana 17	semana 18	semana 19
Identificar las variables en toda la línea 1 del proceso de pulido y polichado que afectan el porcentaje de grano partido y de blancura en el área de trilla.	17.01.2022	31.01.2022	Terminado																			
recorrido con supervisor de area	19.01.2022	19.01.2022	Terminado																			
empalme de informacion con el molinero	25.01.2020	01.02.2022	Terminado																			
observacion y aprendizaje de la línea 1 de pulimento y polichado	02.02.2022	09.02.2022	Terminado																			
visita al laboratorio de blancos	18.01.2022	02.04.2022	Terminado																			
visita al punto DIANA	18.01.2022	02.04.2022	Terminado																			
registro fotografico de toda la línea 1 de pulimento y polichado	07.02.2022	14.02.2022	Terminado																			
estudio de la metodologia implementada por los operarios para programar el funcionamiento de los pulidores y polichadores	07.02.2022	28.02.2022	Terminado																			
inicio de muestro	01.03.2022	01.04.2022	Terminado																			
modificacion de parametros	07.03.2022	01.04.2022	Terminado																			
evaluacion de % de blancura	01.03.2022	01.04.2022	Terminado																			
evaluacion de % de grano partido	01.03.2022	01.04.2022	Terminado																			
tabulacion de datos	04.04.2022	08.04.2022	Terminado																			
analisis de resultados	11.04.2022	18.04.2022	Terminado																			
modelo matematico para la evaluacion de dos variables	20.04.2022	30.04.2022	Terminado																			
propuesta de mejora a la empresa	01.05.2022	07.05.2022	Terminado																			
entrega del proyecto final																						

Tabla 1. Cronograma y descripción de Actividades

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

7.2 Descripción de actividades:

- Identificar las variables en toda la línea 1 del proceso de pulido y polichado que afectan el porcentaje de grano partido y de blancura en el área de trilla:

Esta tarea se implementa en la iniciación de este proyecto ya que es aquí donde se determinarán las variables que afectan el proceso y para esta tarea se realiza un primer sondeo y observación en la planta y más específicamente en el área de trilla donde se encuentra la línea 1 de pulimento y polichado.

-Recorrido con supervisor de área:

Como recibimiento y con la intención de interactuar de inmediato con el proceso se realizó un recorrido por la planta a cargo del supervisor de producción dando a conocer el proceso completo desde la llegada de la materia prima hasta el despacho del producto final, en este recorrido y como actividad principal se dieron a conocer los equipos con los que cuenta la planta.

-Empalme de información con el molinero:

Para esta actividad se solicitó al molinero que es el encargado del área de trilla información sobre el funcionamiento de los equipos que están presentes en la línea 1 de pulimento con la intención de adquirir un conocimiento que permita entender su funcionamiento.

-Visita al laboratorio de blancos:

Corresponde al desplazamiento inicial al laboratorio e interacción con el lugar donde se realizará el análisis del porcentaje de blancura en cada etapa, tiene la finalidad de conocer y aprender a manipular los equipos presentes en estos espacios.

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

-Visita al punto DIANA:

Corresponde al desplazamiento inicial e interacción con el lugar donde se realizará el análisis del porcentaje de grano partido en cada etapa y tiene la finalidad de conocer y aprender a manipular los equipos presentes en estos espacios.

-Registro fotográfico de toda la línea 1 de pulimento y polichado:

Actividad destinada a la toma de evidencia fotográfica del proceso a realizar dentro de la empresa y que servirá como soporte.

-Inicio de muestro:

En esta actividad se inicia con el muestreo en los tres pasos pertenecientes a la línea 1 de pulimento y polichado donde en cada paso se tomará una muestra en bolsas transparentes herméticas tipo ziploc para su posterior análisis.

-Modificación de parámetros:

Es necesario comprender como la modificación de los parámetros afecta directamente los % de grano partido y blancura, es por esto por lo que se procede a modificar experimentalmente los parámetros y registrar los cambios obtenidos

-Evaluación de % de blancura:

En el laboratorio de blancos, se realizará el estudio del porcentaje de blancura en cada uno de los pasos de la línea de pulimento y polichado, con la ayuda de la c600 se arroja determina el porcentaje y este dato lo registraremos cada vez que se haga este proceso.

-Evaluación de % de grano partido:

En el punto Diana (lugar destinado para realizar análisis de grano partido) determinaremos después de homogenizar las muestras y pesar, el porcentaje de grano partido en

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

cada uno de los pasos de la línea 1 de pulido y polichado.

-Tabulación de datos:

Para esta actividad es necesario haber completado el muestreo pues aquí se tabulará la información recolectada en el software.

-Análisis de resultados:

De manera atenta y detallada se realiza una interpretación de los resultados arrojados por el software, esto permitirá tomar decisiones que afectaran de forma positiva el proceso en el área de trilla.

-Modelo matemático para la evaluación de dos variables:

Ya con la información recopilada y los análisis determinados procedemos a modelar un modelo matemático con dos variables dependientes que nos permita establecer los parámetros óptimos de funcionamiento de los pulidores de toda la línea.

-Propuesta de mejora a la empresa:

Este proyecto se desarrolla con la intención de proponerla a la empresa acciones de mejora que incremente la productividad y eficiencia en todo el proceso, así como la de reducción de gastos a costa de un mal diagnóstico en las etapas defectuosas del proceso para esta actividad se le presentaran los resultados obtenidos y algunas acciones de mejora para su implementación.

8. Resultados

-Desarrollo objetivo 1:

Para iniciar este análisis exploratorio y cumpliendo con la actividad 1 se diagnosticó los valores tanto del porcentaje de grano partido y el porcentaje de blancura que arrojaba la línea de pulimento antes de la intervención de las variables para este estudio, arrojando los siguientes datos:

Resumen del % de grano partido antes de la intervención:

RESUMEN %GP				
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA BUHLER
1°	17,22	14,62	14,31	15,02
2°	17,45	15,69	14,46	16,48
3°	17,62	16,72	14,56	16,64

Tabla 4Resumen inicial %GP

Se denota de manera clara un porcentaje que aumenta a medida que el arroz pasa por cada una de las etapas de pulimento y polichado, y es aún más notorio que la línea que reporta los porcentajes más altos es la línea uno, corroborando así la primera hipótesis que se manejaba, la disposición espacial de la línea 1 con respecto a las demás líneas es significativamente importante para una dosificación equitativa de la carga, lo que genera que tenga una carga constante y abundante en la línea 1 y una menor carga e intermitente en la línea 2 y 3.

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Resumen del % de blancura antes de la intervención:

RESUMEN % BLANCURA				
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA BUHLER
1°	23,4	22,62	22,31	23,02
2°	28,15	33,69	33,46	34,48
3°	37,62	36,72	36,56	37,64

Tabla 5 Resumen inicial % blancura

Para los porcentajes de blancura se evidencia que a pesar de aproximarse al 38 % de blancura requerida por los estándares de calidad de la empresa estos no se cumplen en su totalidad y se genera un rechazo que debe ser reprocesado nuevamente, sin mencionar que se incrementa la probabilidad de grano partido en esta etapa.

Del mismo modo y mediante la implementación de equipos especiales suministrados por la empresa se determinaron los porcentajes de relevancia cada vez que se hacía una recolección de datos, encontrando en simultaneo con la tabulación de datos en la herramienta estadística MINITAC, valores que arrojaban mejores resultados y de este modo determine una correlación existente entre la variable del amperaje y la variable de la presión, una vez se determino esto se aplicó un estudio matemático del método lineal para dos incógnitas y se estableció la existencia de una correlación del 0.91 lo que indica una correlación directa entre las variables propuestas.

Por otra parte, como resultado puntual y descartando la hipótesis planteada en un principio donde se decía que todas las variables afectaban de forma directa el % de blancura y el

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocerero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

de grano partido, se determino que variables como la temperatura y el flujo del agua no afectan los porcentajes de interés en la primera línea de pulimento y polichado.

-Desarrollo objetivo 2:

Mediante una metodología definida en la recolección de datos y cambio de variables se aplico un formato que permitió la recolección eficiente de cada una de las variables a lo largo de la etapa.

Y se ilustra a continuación un formato diligenciado de los datos y las variables tenidas en cuenta.

Fecha	Hora	Línea	ENTRADA PULIDOR 1				PROCESO PULIDOR 1	
			%GP Entrada	Blancura _Entr	Nivel Tolva	Carga_Entrada	AMP_Pul1	PRESI_Pul1
17/03/2022	18:31	China 1	11,9	23,4	100	Abierta	64	0,8
		China 1	11,9	23,4	100	Abierta	57,7	0,8
17/03/2022	19:35	China 2	15,7	23,8	50	Abierta	41,7	1,25
		China 2	15,7	23,8	50	Abierta	50,4	1,25
17/03/2022	20:19	China 3	8,4	24,3	25	Abierta	46,2	1,7
		China 3	8,4	24,3	25	Abierta	23,6	1,7

Tabla 6 formato diligenciado pulidor 1

SALIDA PULIDOR 1			PROCESO PULIDOR 2		SALIDA PULIDOR 2		
%GP Pul1	Blanc_Pul1	Temp_Pul1	AMP_Pul2	PRESI_Pul2	%GP Pul2	Blanc_Pul2	Temp_Pul2
16,3	33,4	41,4	34,8	-	17,6	39,5	47,6
16,4	30,7	40	49,4	-	18,8	39	49,9
16,7	29,4	37,3	40,1	2,55	13,8	32,5	44,4
17,5	29,8	41,4	36,3	2,55	14,6	33,3	43,4
18,1	29,4	37,9	27,1	2	22,3	36,1	42,8
16,9	27,5	36,4	26,8	2	20	36,7	42,6

Tabla 7 formato diligenciado pulidor 2

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

PROCESO POLICHADO					SALIDA POLICHADO		
AMP_Pol2	PRESI_Pol2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Aire	%GP POLI	Blanc_POLI	Temp_POLI
32,1	-	13	38	4,9	26,1	38,2	39,1
39,7	-	18,5	42,5	5,6	26,9	39,8	42
52	1,4	13,5	10	76,4	16,2	33,6	43,4
48,7	1,4	30	35	7	19,4	37,1	40,6
51,6	4	0	6	6,3	20	37,2	52,3
38,9	4	0	6	5,5	21,6	36,9	53,9

Tabla 8 formato diligenciado polichador

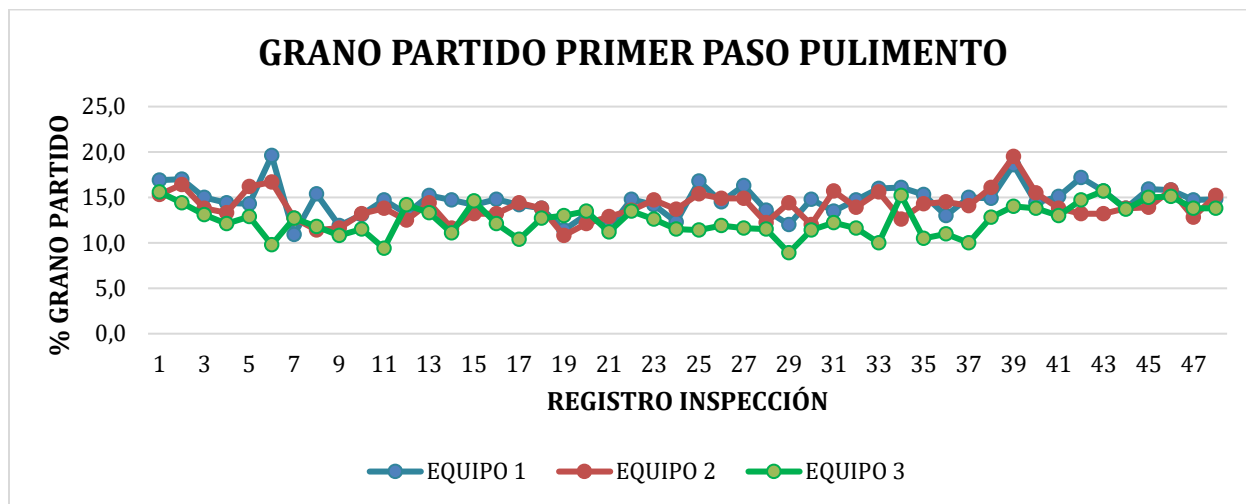
Una vez finalizada la etapa de recolección de datos que fue de 12 días de un muestreo Constante las 24 horas del día, se obtuvieron un aproximado de 3000 datos, que se analizaron y arrojó la siguiente información.

Se determino por el tipo de datos arrojados que el nivel de carga en las tolvas de los pulidores ejercen un papel primordial en toda la línea del proceso, lo que implico la adecuación de unas cuchillas en los bajantes que permitiera dosificar de manera equitativa la carga en las tres líneas y así poder intervenir de manera mas precisa las variables en igualdad de condiciones en toda la etapa.

Con el acompañamiento del molinero se le dieron parámetros aleatorios a las maquinas y de igual manera se registraron los resultados obtenidos, una vez terminada la etapa del muestreo se procedió a evaluar que variables afectan considerablemente el aumento o la disminución del % de grano partido y de blancura.

Arrojando para la actividad 2 los siguientes datos:

Figura 5 grano partido 1er paso



Nota: fuente propia

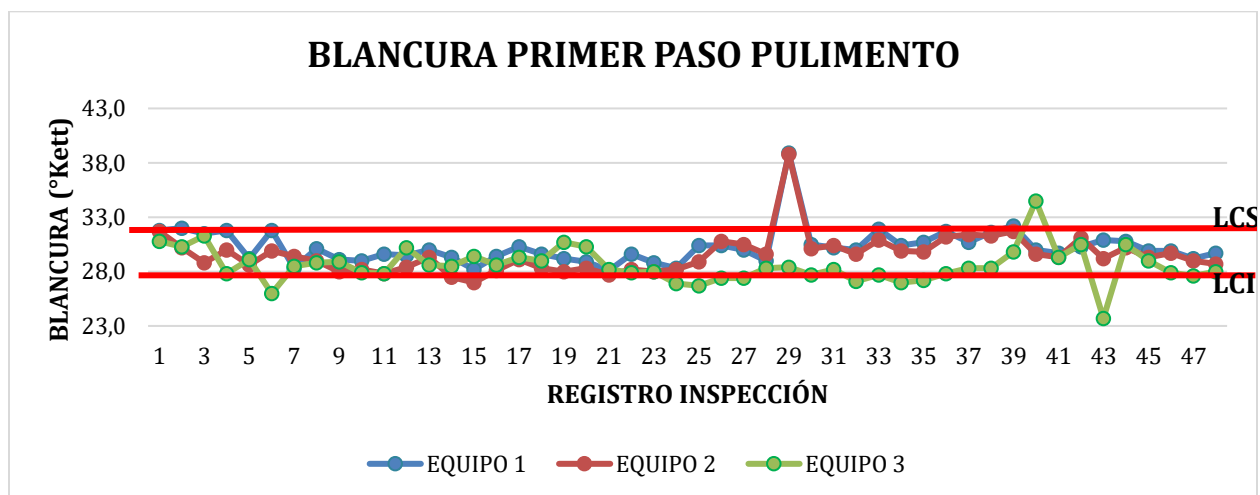


Figura 6 blancura primer paso

Nota: fuente propia

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

la variable que afecto de manera mas significativa el primer paso de pulimento corresponde al amperaje empleado en el pulidor, se llega a esta conclusión ya que comparando los promedios obtenidos entre los datos con los que se inició este análisis exploratorio y los datos posterior a la modificación gradual del amperímetro se obtuvo una mejora considerable tanto en el porcentaje de blancura como en el porcentaje de grano partido, con esta información se replicó el valor del amperaje en las dos líneas restantes arrojando un resultado positivo en la disminución del grano partido y el aumento de dos puntos en el porcentaje de blancura a la salida del primer paso.

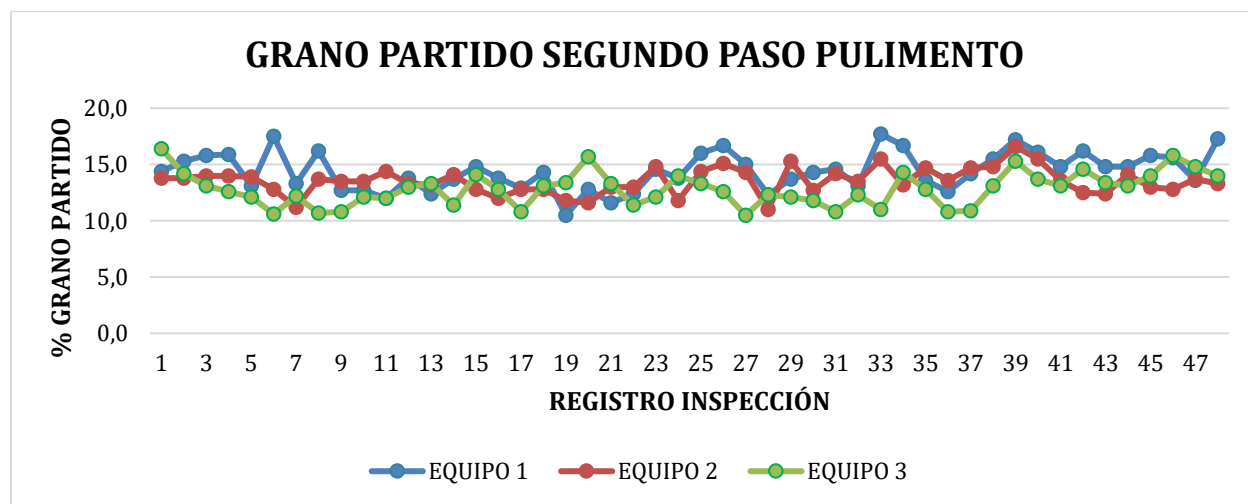


Figura 7 grano partido 2do paso

Nota: Fuente propia

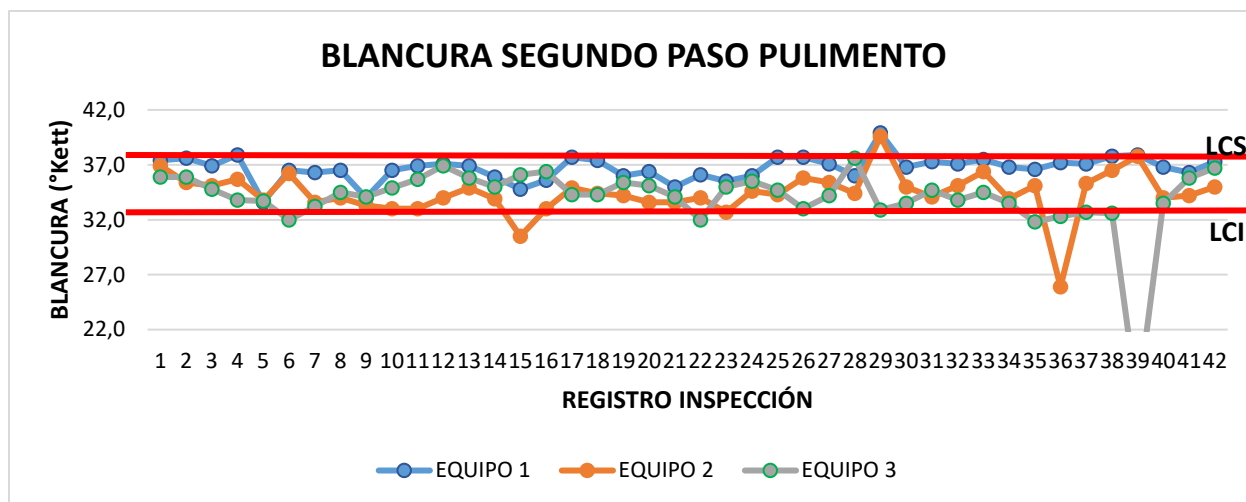


Figura 8 blancura 2do paso

Nota: Fuente propia

Continuando con la interpretación de los datos se determinó que los parámetros a los que trabaja de manera óptima la segunda línea de pulimento son de un amperaje menor al del primer paso y en consecuencia se sigue manteniendo una disminución favorable del porcentaje de grano partido a comparación de los parámetros predeterminados antes de este estudio.

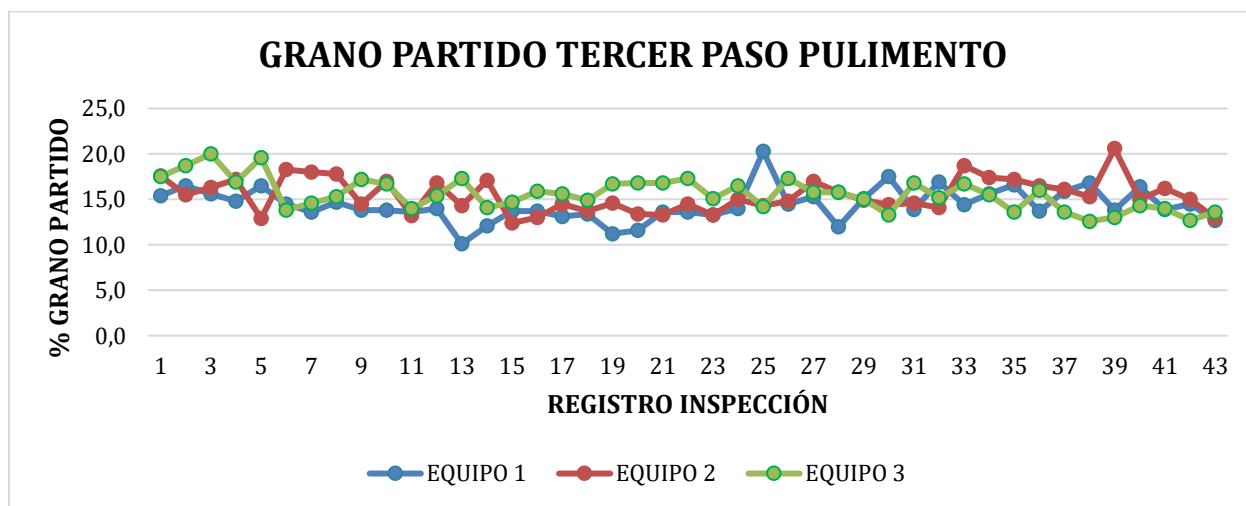


Figura 9 grano partido 3er paso

Nota: Fuente propia

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

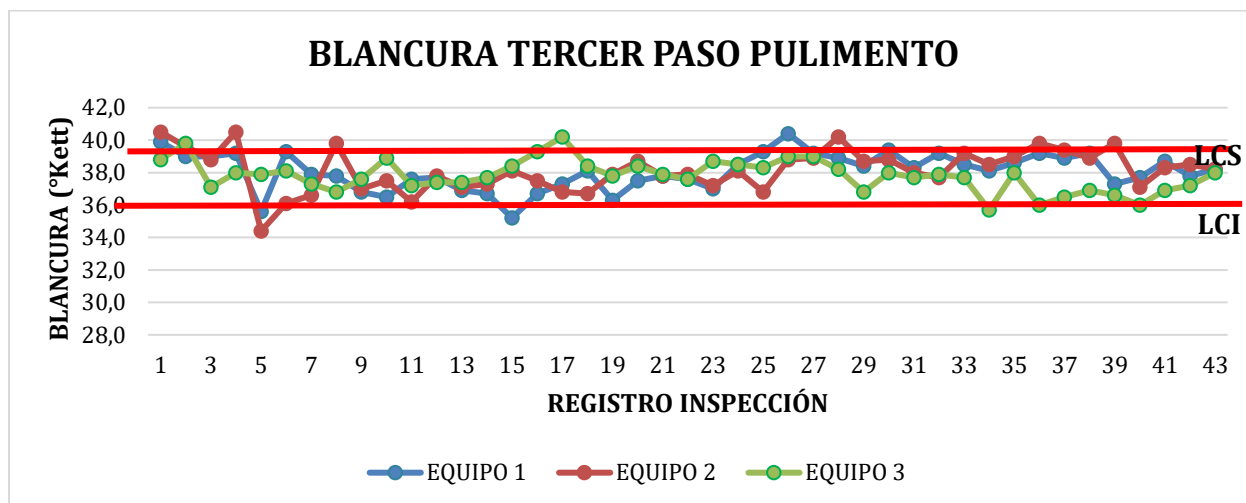


Figura 10 blancura 3er paso

Nota: Fuente propia

Finalmente, en la actividad 3 estipulada para cumplir con el ultimo objetivo, y con forme a la evolución de los datos hasta este punto la disminución en el amperaje y el aumento en la presión de aire generan los mejores resultados en cada uno de los pasos de la línea de pulimento los rangos aceptables en cada paso para cada variable se relacionan en la siguiente tabla.

PARAMETROS	1ER PASO ANTES	1ER PASO DESPUES	2DO PASO ANTES	2DO PASO DESPUES	3ER PASO ANTES	3ER PASO DESPUES
AMPERIMETRO	59-68	50-54	59-68	40-45	43-49	40
PRESION	1,95 PSI -2,0 PSI	3 PSI	2 PSI	3,5 PSI-4,0 PSI	1,85 PSI-1,95 PSI	5,0 PSI
CARGA	100%	100%	75%	100%	50%	100%

Tabla 9 Parámetros

Nota: fuente propia

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

Posterior a la implementación de estos parámetros en las 3 líneas de forma simultánea se obtuvieron los siguientes resultados con respecto al % de grano partido y al % de blancura.

Resultados posteriores a la implementación de los parámetros de funcionamiento:

RESUMEN %GP				
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA BUHLER
1°	14,03	13,7	13,98	14,02
2°	14,7	14,4	14,26	14,68
3°	15,5	14,7	14,86	15,78

Figura 11 Resumen final % GN PARTIDO

Los resultados obtenidos posterior a la implementación de los parámetros son evidencia significativa de una disminución en el % de grano partido no solo en la línea 1 sino que también en la línea 2 y 3 además que al implementar los parámetros en la línea contigua denominada buhler se obtuvieron mejoras igualmente, la reducción en promedio es de dos puntos en comparación a los datos que se obtuvieron al iniciar el estudio diagnóstico.

Resultados posteriores a la implementación de los parámetros de funcionamiento:

RESUMEN % BLANCURA				
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA BUHLER
1°	31,0	29,7	30,12	31,02
2°	37	33,5	34,32	36,57
3°	39,62	38,8	40,06	39,73

Figura 12 Resumen final % de BLANCURA

Por otro lado, los resultados obtenidos en los porcentajes de blancura son significativamente superiores a los que si manejaban por parte de los molineros responsables de esta etapa, así mismo se superaron los porcentajes de blancura establecidos por el departamento de calidad, y esto genera un arroz de mejor aspecto para el consumidor final, generando indirectamente una fidelización de los usuarios con el producto dado sus altos niveles de calidad. Alcanzando porcentajes de blancura por encima al 38% sin afectar el porcentaje de grano partido.

9. Conclusiones

Con base a los resultados dados se concluye de manera contundente que inicialmente la disposición estructural de la tolva dosificadora de arroz de la línea 1 de la etapa de pulimento no es la adecuada debido a que impide la dosificación equitativa de las demás tolvas pertenecientes a esta etapa, lo que es indispensable para un correcto desarrollo de la metodología y por consiguientes parámetros que se ajustaran de mejor forma a la línea de pulimento, para el darle desarrollo a esto fue necesario la modificación estructural mediante la implementación de unas cuchillas dispuestas antes de la tolva numero 1 se logró el paso constante de arroz hacia la tolva número dos, de igual manera se hizo con esta tolva ya que al tener un diseño de llenado tipo cascada se pierde productividad en la última línea de pulimento, Asegurando de este modo un flujo constante en las cargas de las tolvas de este modo se facilita cumplir con el objetivo número 1 que consiste en efectuar un diagnóstico asertivo de las variables.

Con respecto al objetivo 2 se puede concluir que los parámetros que arrojó el estudio dejan ver que las maquinas tienen un mayor porcentaje de eficiencia cuando se trabaja una intensidad de corriente que disminuye paso tras paso y esto asegura un estrés reducido en el arroz y a su vez implica que existe menor % de grano partido al terminar la etapa, en este punto se parametrizo los valores apropiados para la variable de la presión y para la variable del amperaje.

En cuanto a la presión concluyo que ante la disminución del amperaje es necesario ajustar la presión para mantener un equilibrio optimo al interior de pulidor, debido a que si disminuimos la presión el arroz se pegaría a las paredes del tambor del pulidor lo que generaría que se compacte y parta eventualmente, el flujo constante de la presión de aire asegura que el arroz se encuentre ventilado y se reduzca la posibilidad de compactación, además que asegura una

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

blancura que mantiene y cumple los parámetros exigidos por el área de calidad finalmente, la conclusión pertinente al objetivo 3 corresponde a que por medio de este estudio diagnostico se logró evidenciar y comprobar ante las directivas la necesidad de reglamentar estos parámetros, que si bien son de fácil aplicación los beneficios que trae supera los niveles de producción actual y a su vez disminuye la excesiva salida de subproductos no aptos para la producción, ítem de suma importancia ya que es uno de los temas que aquejan debido a los altos precios que recaen en su manejo.

10. Recomendaciones

En principio y antes de iniciar el estudio se realizó la recomendación al equipo de mantenimiento de: cambiar las mallas, pisa mallas y frenos de los pulidores para contar con equipos en el mejor estado posible para asegurar la mínima desviación causada por aspectos ajenos a los que se planteó evaluar, de la misma manera se tramita con el equipo del área de mantenimiento el cambio de las mangueras por donde circula el flujo de aire comprimido y asegurar que no existieran pérdidas de presión en esta etapa.

La revisión de sistema de refrigeración de las líneas de pulimento que aseguren una temperatura adecuada en los pulidores en todo momento pues se sabe por medio de los antecedentes aquí encontrados que altas temperaturas generan que el arroz quede expuesto a partirse de manera más fácil.

Ajuste de correas de los motores de los pulidores para reducir las pérdidas que se puedan generar por falta de tensión en ellas y por ende un valor erróneo en el amperímetro.

Se recomienda implementar un formato de control que se disponga en el área de trilla y permita apreciar los parámetros a los cuales las maquinas tienen un mejor desempeño, y una posterior socialización con el personal directamente relacionado con la manipulación de las máquinas de esta área.

Realizar periódicamente un muestreo de los parámetros y las salidas generadas para validar la eficiencia que estos tienen en la línea de producción.

Implementar un manejo adecuado y mantenimiento preventivo a las perillas que regulan tanto el amperímetro como las mangueras de presión de aire pues se evidencia que debido a la vibración constante con la que cuenta el área de trilla suelen sufrir un desajuste que sin la

Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

atención necesaria repercute en la variabilidad de los parámetros así como que estos no sean los implementados

Evaluar si los parámetros aquí determinados se ajustan al diseño con los que se cuenta en las demás plantas pertenecientes al grupo Diana, con la finalidad de mejorar la etapa de pulimento en todos los molinos, generando beneficios económicos considerables, con la reducción de gastos.

11. Referencias bibliográficas

1. Milling. (2015, February 5). Pulido del arroz - 150 años de innovación. Millingandgrain.co; Milling And Grain Español. <https://millingandgrain.co/entrada/pulido-del-arroz---150-a-os-de-innovaci-n-332/>
2. SICEX - Investigación de Mercados. (2019, November 26). SICEX - Investigación de Mercados. <https://sicex.com/blog/el-sector-arrocero-en-colombia-una-oportunidad-para-inversionistas-del-comercio-exterior/#:~:text=El%20arroz%20es%20un%20producto,una%20gran%20cantidad%20de%20empleos.>
3. Ana Lucia, P., Denicce Licht, A., & Telvia Castilla, P. (2014, November 5). Mejora en el proceso de trilla para reducción del exceso de arroz partido en la empresa Molino XYZ. Grupo de Investigación Procing . <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10674/A0057.pdf;jsessionid=BB391148CB763694D5DA01D148495AE4?sequence=1>
4. Balance 2020 y perspectivas 2021 | Editoriales - Fedearroz. (n.d.). Retrieved March 18, 2022, from <https://fedearroz.com.co/es/publicaciones/editoriales/2021/09/09/balance-2020-y-perspectivas-2021/>
5. Elizabeth, S., & Rivas, P. (2010). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
6. FAO. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, XXI.
7. Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. (2007, May 12). Revista Diseño y Tecnología . https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10_n1/a05.pdf
8. Producción de Arroz – Periódico Los Molinos. (n.d.). Retrieved March 18, 2022, from <http://periodicolosmolinos.com/produccion-de-arroz/>
9. Pulido del arroz - 150 años de innovación. (n.d.). Retrieved March 19, 2022, from <https://millingandgrain.co/entrada/pulido-del-arroz---150-a-os-de-innovaci-n-332/>
10. *Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz.* (2007, May 12). Revista Diseño y Tecnología . https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10_n1/a05.pdf
Determinación de los parámetros óptimos de funcionamiento de la línea 1 de pulimento en el molino arrocero del GRUPO DIANA en Yopal- Casanare.

11. *Oryza sativa* | *Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas*. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/oryza-sativa>

ANEXO

[illegible]

[illegible]

[illegible]

%GP Pol2	Blanc_Pol2	Temp_Pol2	AMP_Pol2	PRESI_Pol2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Aire	SALIDA POLICHADO			OBSERVACIONES
								%GP POLI	Blanc_POLI	Temp_POLI	
17.58	26.4	48.2	49.4	1.1	11	45	8.8	19.96	37.5	47.4	
16.28	38.0	48.8	53.2	1.1	11	52	6.2	16.55	39.6	42.1	
14.40	37.2	49.3	53.4	2.8	13	52	6.7	15.72	38.3	44.8	
16.85	37.1	49.1	55.5	2.8	9	55	7.0	15.40	39.8	43.6	
—	—	—	33.5	3.4	0	0	6.1	—	—	—	
—	—	—	32.4	3.4	0	0	6.0	—	—	—	No hay flujo
16.70	34.4	49.0	45.4	1.05	11	45	5.5	18.64	38.9	46.3	
15.71	38.2	46.9	51.4	1.25	11	54	6.2	17.72	40.9	40.2	
—	—	—	34.0	2.6	0	0	6.3	—	—	—	
—	—	—	34.2	2.6	0	0	6.8	—	—	—	Sob ho hu fluj en en 2P ya cumb
16.59	37.0	42.7	50.4	4.0	8	0	6.2	12.49	36.9	49.5	
15.45	36.9	46.7	43.4	4.0	0	0	6.0	16.57	36.8	50.3	
13.58	37.1	49.4	46.3	9.0	11	45	5.6	15.56	37.8	46.7	
15.10	39.5	46.9	52.6	7.0	11	53	6.2	16.07	40.0	40.6	
16.13	37.1	46.0	54.9	2.9	11	50	6.5	17.02	40.0	42.9	
18.49	39.5	49.3	53.7	2.9	11	49	6.9	14.5	40.7	42.3	
16.48	35.4	41.5	48.8	3.9	0	0	6.2	15.13	31.0	48.4	
14.68	36.4	46.0	49.3	3.9	0	0	6.0	16.10	37.5	49.6	
16.14	37.9	48.0	45.9	1.1	13	45	5.2	18.30	39.6	44.1	
17.32	37.0	45.5	53.0	1.1	13	52	6.1	17.31	39.9	39.0	
14.54	38.5	46.6	54.2	2.9	11	50	6.0	12.88	39.9	42.9	
16.69	39.9	49.7	54.2	2.9	11	50	6.2	16.02	41.2	42.9	
18.03	38.2	42.1	45.8	3.9	0	0	6.1	24.75	38.5	42.9	
14.25	36.5	44.2	34.9	3.9	45	40	6.0	17.82	37.3	46.0	
15.50	37.0	48.7	46.1	1.1	12	43	5.3	17.03	39.8	45.2	
15.51	39.1	46.6	53.2	1.1	13	50	6.1	18.64	40.8	39.1	
14.44	32.4	46.4	53.6	3.0	15	50	6.8	16.52	41.3	42.4	
15.01	32.4	49.4	54.9	3.0	16	49	7.0	16.12	40.4	42.2	
17.23	35.7	40.6	57.2	3.8	0	0	6.2	15.24	36.3	48.7	
12.62	36.1	43.2	42.3	3.8	0	0	6.0	20.75	37.2	52.4	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

SALIDA PULIDOR 2								SALIDA POLCHADO			OBSERVACIONES
%OP Pul2	Blanc. Pul2	Temp. Pul2	AMP. Pul2	PRESI. Pul2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Air	%OP POLI	Blanc. POLI	Temp. POLI	
14.7	34.9	48.5	58.3	2.45	0	7	7.1	16.	33.7	46.5	
17.2	34.2	48.9	50.5	2.05	0	19	7	16.0	34.5	47.5	
-	-	-	32.2	2.5	0	0	6.3	-	-	-	no hay flujo
-	-	-	21.9	3.5	0	0	5.9	-	-	-	no hay flujo
14.67	36.5	46.4	42.3	1.4	11	33	5	23.68	32.4	40.6	
16.9	36.5	43.0	54.0	1.4	13.5	34	5.4	19.64	39.6	42.9	
-	-	-	0	1.0	40	0	7.7	-	-	-	NO FLOW - Machine
16.52	36.6	47.5	42.5	1.9	0	0	6.4	17.02	37	50	
15.72	36.3	46.0	52.1	3.9	12	12	6.4	15.72	37.7	42.7	
14.02	37.3	43.4	52.4	3.9	38	33	5.1	12.64	39.5	44.4	
15.4	37.2	48.0	45.2	1.2	11	32	5.4	22.24	36.8	43.0	
16.58	34.3	42.1	51.7	1.2	11	35	5.9	14.24	41.5	45.7	
-	-	-	0	4.7	0	0	7.0	-	-	-	
13.56	34.9	46.8	54.2	4.7	15	45	6.7	16.38	37.3	46.5	
17.01	33.1	49.8	40.4	3.8	0	0	6.3	14.77	34.7	50.8	
16.78	34.3	42.0	46.2	3.8	0	0	6.0	19.15	34.8	52.8	flujo bajo
15.6	35.1	47.9	42.4	1.2	9	33	5.2	19.89	35.3	41.9	
19.6	36.0	47.7	49.7	1.2	11	37	5.9	21.92	36.4	45.5	
-	-	-	0	4.7	0	0	7.9	-	-	-	no hay flujo - Machine
19.81	35.9	51.2	52.0	4.7	14	43	7.0	20.46	36.3	43.2	
17.63	34.2	48.6	53.9	3.8	11	11	6.3	18.36	35.3	43.6	
17.46	35.0	49.6	52.8	3.8	34	45	6.0	16.71	35.8	46.1	

SALIDA PULIDOR 2								SALIDA POLICHADO			OBSERVACIONES
%GP Pol2	Blanc_Pol2	Temp_Pol2	AMP_Pol2	PRESI_Pol2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Aire	%GP POLI	Blanc_POLI	Temp_POLI	
19,42	38,1	49,6	45,8	1,4	2,5	0	5	32,99	38,6	56,2	
22,53	38,3	48,2	49,5	1,4	0	0	5,8	24,29	39,3	51,5	
-	-	-	0	4,6	0	0	6,5	-	-	-	Mantenimiento
16,6	35,6	50,5	46,4	4,6	15	45	6,3	20,63	37,0	40,9	
18,52	33,6	41,7	53,8	4,0	0	6	6,2	14,5	35,4	41,5	
15,52	35,4	47,6	48,2	4,0	40	45	6	17,48	37,2	42,3	
17,15	37,5	51,8	43,2	4,4	11	35	5	22,37	37,9	44,3	
17,6	36,2	49,2	40,5	1,4	12	43	5,8	21,51	37,7	46,5	
-	-	-	0	4,3	0	0	6,2	-	-	-	Mantenimiento
16,71	34,9	53,1	45,6	4,5	15	43	6,5	17,07	37,1	43,7	
16,55	34,3	44,4	52,6	3,8	12	11	6,2	16,42	36,0	42,7	
16,12	36,8	50,4	50,5	3,8	40	45	6,0	17,63	38,0	45,4	flujo bajo-mucho
13,98	38	52,1	46,4	1,2	10	35	5,2	22,81	37,8	45,6	
16,8	37,6	49,7	40,7	1,2	11,5	40	6,0	20,55	38,3	46,2	
-	-	-	0	4,3	0	0	7,1	-	-	-	
17,12	35,2	49,9	66,5	4,3	15	45	6,8	18,11	35,4	45,8	
12,18	33,8	44,6	53,9	3,8	10	11	6,2	15,32	36,3	44,6	
13,2	35,6	40,2	44,7	3,8	40	46	6,0	12,35	36,8	43,8	flujo bajo
12,1	35,4	50,4	45,1	0,8	0	0	5	18,92	36,6	54,0	
-	-	-	28,7	0,8	0	0	5,8	-	-	-	Pulido 1 mantenimiento
-	-	-	0	4,4	0	0	6,8	-	-	-	Mantenimiento
17,45	35,1	47,1	58,1	4,4	14	45	6,3	24,15	35,6	42,1	

SALIDA PUJIDOR 2					SALIDA PUCHADO							OBSERVACIONES
%GP Pul2	Blanc. Pul2	Temp. Pul2	AMP. Pul2	PRESI. Pul2	Flujo. Agua1	Flujo. Agua2	Flujo. Aire	%GP POLI	Blanc. POLI	Temp. POLI		
18.3	37.7	52.7	41.5	1.2	12.0	35.0	5.2	19.4	38.0	41.4		
18.4	38.6	49.1	44.2	1.2	12.0	40.0	6.0	19.8	40.1	40.8		
18.3	35.1	46.4	55.6	3.0	15.0	50.0	6.2	17.2	37.6	44.0		
17.0	39.5	52.2	49.5	3.0	16.0	57.5	6.4	18.0	37.8	43.6		
16.7	35.8	44.4	54.4	4.1	12.0	14.6	6.2	14.8	35.3	40.5		
12.3	34.8	46.6	52.2	4.1	45.0	45.0	6.0	15.2	37.2	40.7	Linea 3. B BAJA CARGA	
14.4	38.1	52.8	40.6	1.2	12.0	35.0	5.8	21.8	38.8	42.7		
15.6	38.6	50.9	43.7	1.2	12.0	40.0	6.4	24.4	39.9	42.8		
16.3	37.6	46.6	54.8	3.0	15.0	50.0	6.4	17.0	39.2	44.0		
17.2	37.2	52.6	51.0	3.0	16.0	57.5	6.8	15.6	39.4	45.2		
15.4	35.8	46.9	53.3	4.0	13.0	13.0	6.2	13.5	37.5	41.6		
15.9	36.3	42.1	52.6	4.0	47.5	45.0	6.0	14.6	38.5	43.0		
16.0	36.5	54.1	40.6	1.2	12.0	37.5	5.0	18.7	37.7	49.3		
17.5	37.2	52.10	43.9	1.2	12.0	40.0	6.0	17.2	37.8	43.7		
17.0	35.7	49.6	54.5	2.0	15.0	50.0	6.1	16.0	38.0	44.5		
17.5	37.5	53.2	49.3	3.0	16.0	57.5	6.3	18.8	37.6	44.1		
17.7	38.0	46.8	53.3	4.0	14.0	14.0	6.2	14.6	37.9	42.5		
15.0	37.1	49.6	44.8	4.0	47.5	45.0	6.0	18.6	38.1	42.1		
18.7	38.4	55.2	39.8	1.2	12.0	37.5	5.6	23.7	38.7	50.7		
18.2	39.9	54.0	43.3	1.2	12.0	40.0	6.3	23.7	40.5	45.7		
16.0	36.1	49.8	55.1	2.8	13.0	50.0	6.6	19.6	39.0	46.3		
19.0	37.9	54.4	48.8	2.8	16.0	55.0	6.9	17.1	37.7	45.5		
14.9	35.8	47.2	51.9	4.0	13.0	11.0	6.2	15.5	38.1	43.4		
15.6	36.7	49.2	51.1	4.0	50.0	45.0	6.0	17.3	38.2	41.5		
15.9	36.8	53.9	40.1	1.2	12.0	37.5	5.2	21.0	39.2	48.4		
17.5	37.5	53.7	43.4	1.2	12.0	40.0	6.0	20.4	40.2	43.8		
16.4	37.5	48.8	53.7	3.0	15.0	50.0	6.2	15.6	39.0	44.5		
18.0	37.4	53.2	54.9	3.0	16.0	57.5	6.2	16.4	39.2	45.9		
15.3	36.5	47.9	54.0	4.0	13.0	11.0	6.2	13.4	36.8	43.4		
14.5	37.0	50.7	52.7	4.0	50.0	45.0	6.0	16.1	37.8	45.2		

[illegible]

[illegible]

SALIDA PULIDOR 2								SALIDA POLICHAZO			OBSERVACIONES
%GP Pul2	Blanc_Pul2	Temp_Pul2	AMP_Pul2	PRESI_Pul2	Flujo_Agua1	Flujo_Agua2	Flujo_Aire	%GP POLI	Blanc_POLI	Temp_POLI	
14.4	36.7	45.2	45.2	1.2	11.0	47.5	5.2	19.2	38.1	42.7	
12.0	38.2	43.0	55.3	1.2	11.0	55.0	6.2	16.7	39.5	40.9	
11.5	35.2	42.0	55.7	2.9	13.0	50.0	6.4	8.2	36.8	41.8	
15.5	36.5	46.5	56.0	2.8	9.0	55.0	6.7	7.4	36.8	40.1	
15.1	34.4	40.6	52.5	3.9	0.0	0.0	6.2	9.6	35.1	39.9	
10.2	34.7	43.1	51.2	3.9	0.0	0.0	6.0	12.0	34.5	40.8	
17.0	35.6	46.9	43.7	1.1	11.0	45.0	5.0	21.0	35.8	44.9	
13.6	36.0	46.7	54.6	1.1	11.0	55.0	6.0	20.5	37.8	41.0	
21.2	35.4	43.7	55.6	2.8	13.0	50.0	6.4	10.0	36.6	41.6	
19.4	35.8	47.1	54.0	2.8	9.0	55.0	6.7	11.4	37.2	41.0	
17.6	35.7	43.3	51.8	3.9	0.0	0.0	6.2	4.5	35.5	42.0	
14.1	37.9	46.0	42.2	3.9	45.0	35.0	6.0	11.6	36.3	42.0	
13.5	34.6	49.6	46.6	1.2	11.0	45.0	5.2	25.6	36.7	46.9	
15.5	37.4	50.6	53.8	1.2	11.0	55.0	6.2	17.8	37.5	44.9	
15.1	35.8	47.0	56.2	2.9	13.0	55.0	6.4	18.9	37.2	45.6	
15.5	37.7	50.6	53.8	2.9	9.0	60.0	6.6	16.8	36.4	43.2	
11.6	33.8	43.1	37.2	3.9	0.0	0.0	6.2	15.8	35.5	50.6	Linea 3. CARGA B
14.2	36.6	42.8	41.9	3.9	0.0	0.0	6.0	13.7	37.0	52.3	
16.7	35.5	50.5	47.1	1.0	11.0	45.0	5.3	22.2	39.4	47.7	
14.2	37.5	48.7	53.2	1.0	11.0	50.0	6.2	17.5	40.0	43.2	
14.0	36.7	48.6	56.4	3.9	13.0	50.0	6.8	7.7	38.4	45.7	
13.8	37.5	52.2	54.6	3.9	9.0	55.0	6.8	6.9	39.1	45.3	
10.0	37.0	50.6	54.2	3.9	9.0	13.0	6.2	3.2	39.0	46.2	
11.1	37.5	49.3	65.8	3.9	45.0	35	6.0	14.3	39.1	48.1	
12.0	38.5	49.0	42.0	1.1	11.0	45.0	5.4	17.8	38.6	45.0	
13.3	37.7	47.2	52.3	1.1	11.0	55.0	6.2	16.3	40.2	40.5	
11.8	36.7	48.1	56.0	2.8	13.0	55.0	6.4	7.4	37.6	44.7	
12.3	36.6	49.9	54.8	2.8	9.0	60.0	6.8	6.9	38.8	44.7	
9.0	36.2	48.9	50.6	3.9	0.0	0.0	6.2	2.0	37.3	44.2	
11.4	37.8	50.7	53.4	3.9	45.0	35.0	6.0	14.6	37.3	46.8	



