

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO
FAREM- CARAZO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGIA Y SALUD
INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMA*

Informe final de Seminario de graduación para optar al título de ingeniero industrial y de sistema.

TEMA:

Proceso productivo agroindustrial

SUBTEMA:

Propuestas de mejora al proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa SAN ANTONIO, ubicada en el Km 50 Carretera sur en el municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo, durante el segundo semestre del año 2012.

AUTORES

José Adilio Aguirre Jarquín.

Juan José Villavicencio Navarro.

TUTOR

Msc: Francisco José Hernández García.

Jinotepe, Diciembre 2012

Índice

	Página.
I. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
II. SUBTEMA.....	1
III. INTRODUCCIÓN.....	2
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. ANTECEDENTES.....	6
VI. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
6.1. Planteamiento del problema.....	7
6.2. Formulación del problema.....	8
6.3. Sistematización del problema.....	8
VII. OBJETIVOS.....	9
7.1. Objetivo general.....	9
7.2. Objetivos específicos.....	9
VIII. MARCO TEÓRICO.....	10
8.1 Productividad.	10
8.2. Importancia de la productividad.....	10
8.3. Establecimientos en el trillado del arroz.....	11
8.4. Tiempo improductivo.....	11
8.5. Tiempo total de un trabajo.....	12
8.6. Ingeniería de métodos.....	12
8.7. Distribución de planta.....	13
8.8. Estudios de tiempos.....	14
8.9. Principales Mantenimientos y su importancia.....	16
8.10. Ruido y vibraciones.....	17
8.11. Influencia de la humedad de la granza en el rendimiento del proceso productivo.....	19
IX. MARCO CONCEPTUAL.....	21
X. MARCO ESPACIAL.....	26
XI. MARCO TEMPORAL.....	26
XII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	27

12.1. Tipo de investigación.....	27
12.2. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información.....	27
12.3. Según el periodo y secuencia del estudio.....	28
12.4. Según Análisis y alcances de los resultados.....	28
12.5. Método de la investigación.....	29
12.6. Población o universo de estudio.....	29
12.7. La Muestra.....	29
12.8. Técnicas e instrumentos utilizados.....	30
12.9. Análisis de los datos.....	31
12.9. Variables utilizadas en el estudio.....	31
XIII. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ARROCERA.....	32
13.1 Reseña Histórica.....	32
13.2 Máquinas y herramientas que utiliza en su proceso productivo.....	33
13.3 Descripción del proceso.....	43
13.4 Distribución de planta.....	46
13.5 Curso- grama sinóptico del proceso.....	54
13.6 Diagrama de recorrido.....	56
13.7 Curso-grama analítico del proceso.....	57
13.8 Mantenimiento.....	60
13.9 Ruido y vibraciones.....	60
13.10 Simulación del proceso actual con ayuda del software ARENA.....	61
XIV. IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS A LAS CONDICIONES ACTUALES.....	69
XV. SITUACIÓN PROPUESTA.....	71
XVI. CONCLUSIONES.....	92
XVII. RECOMENDACIONES.....	93
XVIII. BIBLIOGRAFIA.....	94
XIX. ANEXOS.....	95

I. TEMA:

Proceso Productivo agroindustrial.

II. SUBTEMA:

Propuestas de mejora en el proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa SAN ANTONIO ubicada en el Km 50 de la carretera sur en el municipio de Jinotepe, Departamento Carazo. Durante el segundo semestre del año 2012

AGRADECIMIENTOS.

A Dios: Nuestro padre celestial, por habernos dado la vida, la salud y sabiduría para estudiar, haciendo emerger nuestro dones, como un fogón apagado que sólo esperaba que sea encendida la llama que los consumirá, transformándolo en obras maravillosas en beneficio de la humanidad.

A NUESTROS PADRES: Que con mucho esfuerzo y esmero nos apoyaron desde nuestros hogares, motivándonos día a día a seguir adelante, aprendiendo de ellos que la vida es un desafío que debemos de enfrentar para poder experimentar los sabores y sin sabores en el arduo camino, diciéndonos que es la única herencia que nos pueden dejar, que aprovechemos los años de la juventud para no arrepentirnos más tarde, para que nuestros recuerdos en el futuro, tengan gusto de victoria y no de frustración por haber dejado la vida sin aprovecharla.

AL PERSONAL DOCENTE: Que compartió con cada uno de nosotros en aulas y laboratorios durante todo el periodo de formación científica y técnica para coronar nuestra carrera, transmitiéndonos el don del conocimiento, y convertirnos en personas útiles a nuestra familia, a la sociedad y a nosotros mismos, por desarrollar la noble labor de enseñar, compartiendo el saber para lograr frutos, que a través de este trabajo investigativo se puede apreciar, y en especial mención al Msc Francisco Hernández quien compartió con nosotros estos cinco años y asesoró nuestra investigación..

A SEÑOR Hugo Federico Matus por abrirnos las puertas de su arrocera y hacer uso de las instalaciones para la ejecución de este proyecto de graduación.

A TODO LOS AMIGOS Y FAMILIARES: Que en todo momento nos brindaron su apoyo incondicional, sus consejos y sus palabras de aliento.

DEDICATORIA:

Con mucho orgullo y amor le dedico ese proyecto culminante de mi carrera a Dios en primer lugar, porque me ha dado la sabiduría para confrontar los retos que se han impuesto en el transcurso de estos cinco años, también se lo dedico a mis padres: Ramón Bismarck Villavicencio Mendieta y Rosa Esmeralda Navarro Pérez quienes con mucho esfuerzo y voluntad me han brindado su apoyo tanto económico como emocional, aconsejándome para mi bienestar. Siempre estarán en mi corazón y en mi mente aún cuando ya no estén presentes.

Juan José Villavicencio Navarro.

Le dedico este trabajo final en primer lugar a Dios, mi padre celestial, porque de él proviene toda la sabiduría, ciencia y conocimiento, así es como lo declara su palabra “El principio de la sabiduría es el temor a Jehová”, También dedico esta investigación a mi Padre: José Adilio Aguirre Hernández, y a mi Madre, Diamantina Jarquín Ney, porque ambos me han apoyado sin condiciones durante toda esta etapa de mi vida, brindándome sus consejo y ánimos a seguir. Y por último a mis cinco hermanas que en todo momento estuvieron para guiarme, y me enseñaron que no hay victoria sin primero luchar.

José Adilio Aguirre Jarquín.

VALORACIÓN DEL DOCENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO

FAREM –CARAZO

Jinotepe 05 de Diciembre de 2012

MSC. Sergio Vado
Director del Departamento de Ciencia Tecnología y Salud
FAREM-Carazo
Su despacho.

Estimado Maestro:

Reciba los más cordiales saludos y deseos de nuestros éxitos en el desarrollo de sus funciones.

Sirva la presente para informarles que los bachilleres:

Nº Carnet

08090904
07030995

Nombres:

Aguirre Jarquín José Adilio
Villavicencio Navarro Juan José

Que han cursado bajo mi tutoría el seminario de gradación de la carrera de ingeniería industrial y de sistemas , en la FAREM Carazo, durante el segundo semestre del año académico 2012 que se llevo por tema :”procesos productivos”, han desarrollado y presentado el subtema :

“Propuestas de mejora al proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa SAN ANTONIO, ubicada en el Km 50 Carretera sur en el municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo, durante el segundo semestre del año 2012.”

Estando preparados para realizar defensa del mismo, ante el tribunal examinador, a como lo establece la normativa para las modalidades de graduación como forma de culminación de estudio, plan 99, de la UNAN - Managua. Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme a usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente,

Msc. Francisco Hernández
Catedrático, FAREM CARAZO

cc. archivo

RESUMEN

La arrocera San Antonio del Municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo se encuentra ubicada en el Km 50 Carretera sur, es una empresa agroindustrial en el trillado del arroz, que ejerce operaciones desde hace más de 50 años.

Desde sus inicios nunca se le han realizado estudios que propongan mejoras al proceso productivo y determinar de esta manera que equipos o maquinarias han menguado su capacidad de producción. Producto de esto, actualmente se realiza un estudio cuantitativo con el objetivo de identificar los problemas que se presentan en el proceso productivo y proponer mejoras que garanticen un incremento en su eficiencia y eficacia.

El trabajo contempla un levantamiento de la infraestructura y del proceso realizado en los softwares Autocad y Sketchup, incluyendo, curso-grama analítico, sinóptico, y diagrama de recorrido que permita la comprensión de la línea de producción y la visualización de las maquinarias.

Para llegar a realizar las propuestas de mejoras se han realizado mediciones de tiempo en las diferentes actividades del proceso, que serán simuladas con el software Arena, apoyados con los instrumentos de recolección de datos como la entrevista y la observación directa.

El fin de la investigación es lograr identificar los problemas y deficiencias que posee el proceso productivo y presentar un trabajo teórico - técnico con propuestas fundamentadas que permitan motivar al propietario de la empresa en la aplicación de las mismas.

III. INTRODUCCION

El arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del sector agropecuario nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos básicos en la dieta del nicaragüense.

La investigación que a continuación se presenta, trata del proceso productivo en el trillado del arroz que se lleva a cabo en la arrocera San Antonio ubicado en el KM 50 en el municipio de Jinotepe, departamento de Carazo.

En la presente investigación se muestran las actividades que se realizan en cada etapa del proceso, de manera que se considera una investigación cuantitativa, transversal y experimental, debido a que la recolección de datos se realiza en diferentes intervalos de tiempo para ser sometidos a prueba y comprobar el grado de productividad de esta pequeña empresa. La investigación muestra la distribución de planta actual en que ejerce operaciones, con el fin de identificar mejoras que contribuyan a una mejor productividad. Al ser esta una empresa de pequeña magnitud, carece de avances tecnológicos, de manera que se sugieren técnicas que se incorporen al método de producción.

En el estudio se aborda una descripción de todo el proceso productivo actual para identificar mejoras que ayuden a agilizar el proceso; Para el análisis de los datos se utilizaron los softwares Excel y Arena y para la distribución de planta Autocad y sketchUP.

En cada una de las ocho operaciones en el trillado del arroz que emplea esta arrocera se han identificado y analizado que los principales problemas que afectan la productividad son: Falta de mantenimiento preventivo, maquinaria depreciada, exceso de ruido y vibraciones, diseño en los elevadores, zaranda pre-limpiadora y pila de recepción de granza, problema con la distribución de planta debido a la mala ubicación de las maquinarias, así como sobreutilización de la máquina utilizada para el pulido.

Se han logrado observar problemas que afectan el ciclo productivo, razón por la que se recomienda la utilización óptima de los recursos con que dispone, junto a un debido mantenimiento de los diferentes equipos y herramientas. Aplicando métodos de ingeniería se ayudará a contrarrestar los problemas del sistema productivo actual, señalando mejoras que simplifiquen el trabajo, optimice los equipos y reduzcan los tiempos improductivos.

En nuestro país se cultivan aproximadamente 90 mil hectáreas de arroz, con una producción anual que no sobrepasa las 200 mil toneladas. En la zona pacifico sur la mayor cantidad de áreas están en el departamento de Granada y Rivas principalmente de riego, sin embargo de secano las áreas se amplían a otros departamentos como Carazo y Masaya.

IV. JUSTIFICACION

La investigación propuesta busca descubrir las deficiencias en cada una de las maquinarias y equipos que causan variabilidad en la capacidad productiva de la arrocera y que por ende afectan el rendimiento productivo total. Para descubrir estas deficiencias se analizarán estudios de tiempo en los rendimientos de los elevadores, descascarilladora, mesa paddy, pulidor, clasificador y otras máquinas que ejercen función en el trillo. Lo anterior permitirá focalizar cuáles son los puntos del proceso en donde se puede brindar una mejora que contribuya a un incremento de la productividad.

Para lograr alcanzar los objetivos planteados, se incurre al uso necesario de técnicas de investigación como la observación directa, para lograr establecer un vínculo con el proceso del trillado del arroz y poder entender cada una de las etapas que están involucradas en el proceso productivo. La toma de tiempo en cada una de las operaciones es necesaria para identificar los cuellos de botellas que se estén dando y que recursos están siendo poco eficientes y cuáles son los que más valor agregado le dan al producto, el software ARENA permitirá realizar este procesamiento. Debido a que existe cierta información necesaria que no se puede obtener mediante la observación, la entrevista no estructurada es una de las técnicas a involucrar en la investigación.

Con el alcance de los objetivos se permitirá encontrar mejoras en toda la línea de producción que involucra maquinaria, hombre, tiempo, espacio, e infraestructura que contribuyan a agilizar el proceso productivo del arroz. Propuesta que será respaldada por software especiales para garantizar una optimización rotunda en todo el proceso productivo.

Es necesario establecer las diferencias, ventajas y desventajas entre el proceso actual del trillo de Arroz San Antonio y el proceso propuesto desarrollado durante toda la investigación.



Brindar a la agroindustria una serie de recomendación para mejorar la capacidad productiva, los planes de mantenimientos, mayor rendimiento de las maquinarias, equipos y por ende presentar al dueño de la arrocera un sistema productivo mejorado, sencillo de implementar, y con un mejor rendimiento que pueda garantizar el desarrollo económico de la empresa.

V. ANTECEDENTES.

Actualmente la arrocería San Antonio no cuenta con ningún estudio, investigación o registros técnico - teóricos, según datos obtenidos nunca se han realizado indagaciones de ningún tipo en esta empresa, es por esta razón que podemos declarar que no existen Antecedentes al respecto, siendo este documento el primero en brindar recomendaciones de mejora al sistema productivo, sustentada con bases científicas.

Según la declaración verbal de uno de los dueños de la arrocería San Antonio el señor Hugo Federico Matus, la empresa fue fundada en el año 1977 por su papá el señor Alfonso Matus López (fallece en 1993), durante esta época era considerado el trillo del arroz un buen negocio, siendo esto una razón de su fundación.

A pesar de sus intermitencias en su funcionamiento durante los últimos años, esta empresa se ha mantenido firme buscando la mejora en la capacidad productiva y en sus máquinas y equipos.

VI. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

6.1 Planteamiento del problema

La empresa agroindustrial San Antonio de Jinotepe – Carazo, presenta poca demanda en el trillado del arroz con respecto a años anteriores, en la actualidad han surgido empresas competidoras que realizan el mismo proceso en mejores condiciones técnicas y tecnológicas, trillando grandes cantidades de arroz granza en un menor tiempo de operación en comparación a la arrocera San Antonio; sin embargo esta resulta ser eficiente para trillar pequeñas cantidades de arroz granza debido a su actual sistema de producción; Pero se observa poca realización de mantenimientos en las herramientas y equipos de producción que se han usado desde hace 50 años , con pocas modificaciones y restauraciones en las mismas , lo que significa bajo rendimiento productivo en el sistema. La empresa arrocera posee grandes inconvenientes debido a muchos factores como limitación tecnológica, escases de recursos financieros, utilización de maquinarias depreciadas, que como consecuencia deja a la empresa casi fuera del mercado regional y cuya productividad así como los problemas planteados no permite el desarrollo tanto de la empresa como laboral .

6.1 Formulación del problema

¿De qué manera todos los equipos y herramientas actuales de la empresa que se han utilizado desde hace 50 años con pocas restauraciones, han afectado el avance productivo de la arrocera San Antonio?

6.3 Sistematización del problema

- ¿De qué manera se comportaría el sistema de producción actual al trillar grandes cantidades continuas de arroz granza?
- ¿Cuáles han sido las herramientas y equipos de la línea de producción de la Arrocera San Antonio que han causado una deficiencia productiva?
- ¿Cuál de estos equipos ejerce mayor influencia positiva para la productividad?
- ¿Cuáles de estos equipos están generando tiempos improductivos?
- ¿Existe alguna alteración positiva o negativa en el proceso al modificar la altura de las zarandas?
- ¿El estar hechos la mayoría de los elevadores de madera y no de metal repercute en los tiempos de producción?

VII. OBJETIVOS

7.1. Objetivo general

- ✓ Proponer mejoras al proceso productivo agroindustrial del arroz en la empresa SAN ANTONIO ubicada en el Km 50 de la carretera sur en el municipio de Jinotepe, Departamento Carazo, durante el segundo semestre del año 2012.

7.2. Objetivos específicos

- ✓ Describir el comportamiento de la línea de producción actual de la arrocera, haciendo uso de curso-gramas sinóptico, analítico y diagrama de recorrido que faciliten la comprensión del proceso.
- ✓ Procesar los tiempos de cada una de las actividades que intervienen en el proceso de trillado del arroz a través de los softwares Arena y Excel, obteniendo así la capacidad productiva de cada una de las operaciones.
- ✓ Simular el proceso productivo actual del trillado del arroz en el software Arena, identificando de esta manera los cuellos de botellas y actividades más eficientes.
- ✓ Valorar los tipos de mantenimiento que se realizan en cada una de las máquinas.
- ✓ Diseñar un mejoramiento en el sistema productivo actual de la empresa a través de una nueva distribución de planta, optimización del recurso humano y rediseño de ciertas maquinarias.

VIII. MARCO TEÓRICO.

8.1. Productividad.

La productividad es la relación entre producción e insumos, este término puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado. Ejemplificándolo:

La arrocera San Antonio trabaja ocho horas al día y trilla 400 quintales al día. (Caso hipotético). Supongamos que como resultado de un cambio en el método de trabajo puede producir **500** quintales al día en lugar de **400** con el mismo equipo y horas de trabajo. Su productividad, calculada en función del número de quintales producidos, habrá aumentado un 25 %. Supongamos ahora que no pudo trillar los 500 quintales y tuvo que reducir su precio de **2 \$** el quintal a **1.8 \$**. Si quiere valorar su aumento de productividad, es posible que al dueño le interese más utilizar términos monetarios en lugar de simplemente el número de quintales producidos. En este caso podría decir que el valor de su producto solía ser de **400 * 2 \$ = 800 \$** al día. Y que ahora es de **500 * 1.8 \$ = 900 \$ al día**. Su insumo no ha cambiado. Por tanto su aumento de productividad sería de:

$$\text{\$ } (900 - 800) / 800 = 12.5 \%$$

8.2. Importancia de la productividad

⁽¹⁾ La única posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad. El mejoramiento de la productividad se refiere al aumento de la producción por hora – trabajo o por tiempo gastado. Las técnicas fundamentales que dan como resultado incremento en la productividad son: métodos, estándares de estudio de tiempo (también conocidos como medición del trabajo) y diseño del trabajo. De igual manera es crítico el análisis de todos los componentes del negocio que no contribuyen a su rentabilidad. En cualquier situación en la que interactúen personas, materiales e instalaciones para lograr un objetivo, se podrá mejorar la productividad con la aplicación inteligente de métodos, estándares y diseños del trabajo.

(1) métodos, estándares y diseño del trabajo 11 va edición, Niebel – Freivalds, capítulo 1.

8.3. Establecimientos en el trillado del arroz.

La producción de arroz a partir de arroz con cáscara es bastante compleja y comprende Numerosas operaciones. En los establecimientos de elaboración en gran escala se utilizan maquinarias y equipos muy especializados, en que cada parte se realizan quizás sólo una de las 20 o más operaciones que se necesitan para la elaboración comercial del arroz. Dichos establecimientos deben funcionar a gran capacidad para justificar la inversión en equipo. En el trillado del arroz en pequeña escala, con capacidades de hasta 500 kg/hora (11 quintales por hora), cada parte de la maquinaria realiza funciones específicas, en un sistema a pequeña escala intervienen al menos 6 máquinas en todo el proceso productivo, el proceso inicia en la tolva de recepción y finaliza en el empaquetado del arroz en quintales.

8.4. Tiempo improductivo

El tiempo improductivo puede deberse a métodos inadecuados de manipulación, un mal mantenimiento de la maquinaria o el equipo que provoque frecuentes averías o un control incorrecto de las existencias que causen retrasos debido a la falta de productos o piezas o un aumento de los costos como consecuencia de un almacenamiento excesivo de materiales. Algunos métodos inadecuados son:

Método de trabajo ineficaz: Aunque su secuencia esté bien planificada, todas o algunas de las operaciones pueden resultar complicadas. Es posible reducir el tiempo improductivo examinando cómo se realizan ciertas operaciones e ideando mejores métodos.

Averías frecuente de las máquinas y el equipo: Un mal mantenimiento de la maquinaria y el equipo puede causar frecuentes paralizaciones, que producen un tiempo improductivo en espera de las reparaciones. La instalación de un sistema preventivo y el lanzamiento de campañas de mantenimientos garantizaran el buen funcionamiento de la maquinaria y equipo.

8.5. Tiempo total de un trabajo:

Puede considerarse que el tiempo que tarda un trabajador o una máquina en realizar una actividad o en producir una cantidad determinada de cierto producto. El contenido de trabajo significa la cantidad de trabajo contenida en un producto dado o en un proceso medido en horas de trabajo o en horas de máquinas.

Una hora de trabajo: es el trabajo de una persona en una hora.

Una hora-máquina: es el funcionamiento de una máquina o de parte de una instalación durante una hora.

8.6. Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que estese haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y en consecuencia reducir el costo por unidad. La ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. También se usa para reducir la cantidad de trabajo para eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y sustituir métodos malos por buenos.

Fines de la Ingeniería de Métodos:

1. Mejorar los procesos y los procedimientos.
2. Mejorar la distribución de la fábrica o taller así como los modelos de maquinaria e instalaciones.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Mejorar la utilización de los materiales, maquinaria y mano de obra.

8.7. **Distribución de planta.**

El objetivo principal de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad también deseada y al menor costo posible. Básicamente se tiene dos tipos de distribuciones de planta: en línea recta o por producto y el funcional o por proceso.

Sin importar el tipo de distribución, se tienen cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Producción en serie: el material que se acumule al lado de una estación de trabajo, debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.
- ✓ Producción diversificada: Se debe permitir traslados cortos, el material debe estar al alcance del operario.
- ✓ El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, principalmente en las secciones que requieren control.
- ✓ Diseño de la estación, el operario debe poder cambiar de posición regularmente.
- ✓ Operaciones en máquinas múltiples: El equipo se debe agrupar alrededor del operario.
- ✓ Almacenamiento eficiente de productos: Se deben tener el almacenamiento de forma que se aminoren la búsqueda y el doble manejo.

Objetivos de la distribución de planta.

Es reducir los costos de fabricación como resultado de las siguientes mejoras: reducción del riesgo de la salud, incremento de la seguridad y aumento de la moral y satisfacción del trabajador, incremento de la producción, disminución en los retrasos de la producción, optimización de los empleos del espacio para las distintas áreas, reducción del manejo de materiales y maximización de la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicio. También la reducción del material en proceso, la implantación de una supervisión más fácil y eficaz, la disminución del congestionamiento de materiales, la reducción de su riesgo y el aumento de su calidad así como una mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos.

8.8. Estudios de tiempos

En relación a las maquinarias, el estudio de tiempo sirve para controlar el funcionamiento de estas, y para saber el% de paradas y sus causas, así como para programar la carga de las máquinas, seleccionar nueva maquinaria, estudiar la distribución en planta, seleccionar los medios de transporte de materiales, estudiar y diseñar los equipos de trabajo. El estudio de tiempo puede ser aplicado en relación a maquinarias, operarios y productos.

Material para el estudio de tiempo:

- ✓ El cronómetro.
- ✓ El formato de recolección de información.
- ✓ El tablero y lápiz.

Técnicas del estudio de tiempo:

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio, estas son:

- ✓ Método continuo: En esta técnica se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio y se lee el punto terminal de cada elemento. Este es el método utilizado en el estudio.

Ventajas:

- Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
- Se puede comprobar la exactitud del cronometraje.

Desventajas:

- El gran número de restas que hay que hacer para determinarlos tiempos de cada elemento, lo que prolonga las últimas etapas del estudio.
- ✓ Método Vuelta cero: En la técnica de regreso a cero, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez.

Ventajas:

- Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento.
- El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operador en la ejecución de su trabajo.

Desventajas:

- Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
- No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace más nada por eliminarlos.

8.9. Principales mantenimientos y su importancia.

No siempre se ha dado a la función de mantenimiento la importancia que merece. A veces se considera como una actividad auxiliar que se ejecuta esporádicamente y cuando es necesario. Algunos directores de producción consideran que parar una máquina o una línea de producción para efectuar inspecciones o realizar un mantenimiento preventivo es una molestia innecesaria. La importancia del mantenimiento sólo se pone de manifiesto cuando se produce una avería en alguna de las máquinas. Sin embargo, las pérdidas ocasionadas por un mantenimiento incorrecto pueden ser enormes, porque aparte de las paradas y de la producción perdida, existe el costo de los defectos de los productos debido a la falta de mantenimiento y las pérdidas causadas por una vida más corta de las máquinas, que pueden ser sustanciales en los países en desarrollo, puesto que para sustituir una máquina hay que utilizar divisas que suelen ser escasas.

Mantenimiento correctivo: constituye una respuesta del departamento de mantenimiento a peticiones de reparaciones debidas a fallos de la maquinaria o el equipo o a un trabajo anómalo o poco seguro resultante del mal estado de la maquinaria. En este caso, el departamento de mantenimiento trata de atender lo mejor que puede a las diversas solicitudes recibidas. Si se presentan varias solicitudes simultáneamente, como suele suceder, aumenta el tiempo de inmovilización de la máquina. En muchos casos si se deja que una máquina llegue hasta el punto de avería, pueden resultar también necesarias reparaciones largas y a veces costosas y revisiones que duran más tiempo.

Mantenimiento preventivo: se basa en el conocido principio de que es mejor prevenir que lamentar. Consiste en diagnosticar las necesidades de mantenimiento de la máquina que van desde la simple lubricación y engrase hasta reparaciones preventivas más complicadas. Los factores que se han de tomar en consideración son la emisión de ruido, las vibraciones, los cambios de temperatura y la producción defectuosa, así como un análisis de los registros anteriores de rendimientos y mantenimiento para prever cuando es inminente una interrupción. Se traza luego un plan para proyectar intervenciones sistemáticas de

mantenimiento y reparación con el fin de evitar las averías. La mayor parte de los programas de mantenimiento de las empresas se basan en una combinación del mantenimiento preventivo y la reparación de las averías, aunque se ha demostrado que si se da prioridad al mantenimiento preventivo se puede reducir considerablemente el mantenimiento de reparación.

8.10. Ruido y vibraciones.

Ruido

⁽²⁾ En las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas y la falta de conocimientos detallados sobre las molestias y los riesgos debido al ruido han sido causa de que muchas fábricas los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos. Se entiende por ruido todo sonido desagradable o no deseado. Se utilizan sonómetros para medir las variaciones de la presión que producen los sonidos audibles. La unidad práctica de medición del ruido es el decibel (dBA). El oído humano responde de diferentes maneras a sonidos de diferentes frecuencias, la unidad de frecuencia es el hertz (Hz) y el oído reacciona a las frecuencias comprendidas aproximadamente entre los 20 y los 20,000 Hz. El ruido es la causa de diversos problemas, su nivel no debe de exceder de los 60-70 dBA, puesto que puede acarrear trastornos sensorimotrices, neurovegetativo y metabólicos; de ahí que se le considere una de las causas de fatiga industrial, disminución de la productividad y accidentes de trabajo. Numerosas investigaciones han demostrado que la reducción del ruido ambiental conduce a una disminución marcada del número de errores y a un mejoramiento apreciable de la producción. El método más eficaz de luchar contra el ruido consiste en reducirlo en el mismo lugar donde se produce, por ejemplo, reemplazando las máquinas o el equipo ruidoso por otro más silencioso.

(2). Introducción al Estudio del Trabajo (OIT), 4 ta edición, George Kanawaty, condiciones y medio ambiente de trabajo pág. 51.

(3) Se ha demostrado que el ruido significativo distrae y molestan, el resultado es una disminución de la productividad y un aumento en la fatiga del empleado. Los límites permitidos por la OSHA (1970 _ Occupational Safety and Health Administration) de exposición al ruido se muestran en la siguiente tabla:

DURACION POR DIA (HORAS)	NIVEL DE SONIDO (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 o menos	115

Entonces, 90 dBA es el nivel máximo permisible para un día de 8 horas de trabajo, cualquier sonido mayor que éste requiere algún tipo de protección. Todos los sonidos con niveles entre 80 y 130 dBA deben incluirse en los cálculos de la dosis de ruido (aunque los niveles continuos superiores a 115 dBA no están siquiera permitido).

(3)Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseños del trabajo 11a edición, Niebel – Freivalds, capitulo 6, pág.242.

Vibraciones

Aunque son pocos los trabajadores expuestos a vibraciones que resulten peligrosas para la salud, no se deberían descuidar las medidas de protección necesarias. Deben analizarse primeramente las posibilidades de reducir los niveles de las vibraciones por ejemplo, con el equilibrio dinámico de las partes en rotación, la utilización de armaduras que absorban las vibraciones o la creación de cimientos sólidos, las personas expuestas a vibraciones deben ser sometidas a reconocimientos médicos periódicos.

⁽⁴⁾ La tolerancia humana a la vibración disminuye al aumentar el tiempo de exposición. Entonces, el nivel de aceleración tolerable aumenta si el tiempo de exposición disminuye. Tanto la International Standards Organization (ISO) como el American National Standards Institute (ANSI) (ASA, 1980) han desarrollado límites para la vibración en todo el cuerpo para transporte y aplicaciones industriales.

8.11. Influencia de la humedad de la granza en el rendimiento del proceso productivo.

En primera instancia el arroz puede llegar a la arrocera con un 18 % y un 20 % de humedad; sin embargo esto no es lo conveniente para iniciar con el proceso productivo, puesto que es necesario secar el grano hasta lograr aproximadamente un 12% de humedad en el grano para que las actividades que se realizan en el proceso puedan tener un buen rendimiento. Se sabe que el grado de humedad del arroz hace mayor referencia a la calidad de este, pero esta humedad también afecta en el proceso productivo porque las máquinas tienen que invertir más tiempo para quitar la cáscara, pulir y clasificar el arroz en la paddy. La cosecha con mayor humedad genera costos adicionales para el trillado y provoca un descenso en su rendimiento productivo.

(4) Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseños del trabajo 11a edición, Niebel – Freivalds, capítulo 6, Diseño del entorno del trabajo. pag.259.

Si al proceso productivo se ingresa un arroz granza con un grado de humedad mayor al 12 %, esto dificulta más quitar la cáscara que recubre al grano, de manera que la descascarilladora, pulidor y la mesa paddy tendrán que invertir más tiempo en estar regresando todos los granos que aún no han sido pelado, disminuyendo así el rendimiento de estas tres máquinas. De modo que si el grano se ingresa al proceso con el grado de humedad necesario, no se presentaría este inconveniente.

Es de vital importancia tener cuidado con el secado del arroz granza, puesto que el secado excesivamente rápido produce grietas capilares en el endosperma del grano de arroz cáscara (agrietamiento por el sol). Esas grietas se agrandan y producen una mayor proporción de granos quebrados en las operaciones subsiguientes. La incidencia de grietas se reduce con un secado más lento, que puede lograrse aumentando hasta 150 mm el espesor de la capa de arroz cáscara durante el secado al sol y removiéndola frecuentemente.

IX. MARCO CONCEPTUAL

Productividad: Es la relación entre producción e insumo. En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad (P) al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como: $P = \text{producción}/\text{recursos}$

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad. La productividad tiene una relación directa con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación con los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad

Producción: La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor. El proceso abarca la concepción, el procesamiento y la financiación, entre otras etapas. La producción constituye uno de los procesos económicos más importantes y es el medio a través del cual el trabajo humano genera riqueza.

Granza: Cáscara del arroz, que se separa del grano para su consumo. Así se le llama al grano de arroz cuando aún posee la cáscara en su superficie.

Trillado del arroz: consiste primordialmente en quitar la cáscara del grano para obtener el arroz blanco o corriente. Antes de trillarse el arroz, debe reducirse la humedad del grano, desde 24- 27% en el momento de la cosecha, hasta 13% o

12% para garantizar un buen proceso de trilla y almacenamiento. Los subproductos más importantes de la trilla son el afrecho o broza, la semolina y el arroz quebrado o conocido comúnmente como pallana. La vigilancia y el control en el proceso de trilla tiene dos objetivos A La vigilancia del funcionamiento de las máquinas y su correcto desempeño y B Los resultados de la calidad del arroz en cada paso.

Eficiencia: Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado, Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos. Por ejemplo: se es eficiente cuando en 12 horas de trabajo se hacen 100 unidades de un determinado producto. Ahora, se mejora la eficiencia si esas 100 unidades se hacen en sólo 10 horas. O se aumenta a eficiencia si en 10 horas se hacen 120 unidades. Aquí vemos que se hace un uso eficiente de un recurso (tiempo), y se logra un objetivo (hacer 100 o 120 productos)

Eficacia: El nivel de consecución de metas y objetivos, la eficacia hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo, aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos.

Mantenimiento correctivo: Consiste en la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Mantenimiento preventivo: Puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

Cuello de botella: Son factores limitantes que determinan la velocidad y el tiempo en la consecución de un proceso productivo. Lo anterior provoca que las operaciones posteriores están limitadas a la producción realizada (carga de trabajo) por éste puesto u operación o lo que a veces es peor, los rendimientos de operaciones anteriores y posteriores sean muy bajos.

Estudios de tiempo: Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuadas en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Distribución de planta: Es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinarias, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.

Decibeles: El decibel es una unidad relativa de una señal, tal como la potencia, voltaje, etc. Los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibeles (dB) puede ser fácilmente sumada o restada y también por la razón de que el oído humano responde naturalmente a niveles de señal en una forma aproximadamente logarítmica.

Agroindustria: Es la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios pecuarios, forestales y biológicos. Esta rama de industrias se divide en dos categorías, alimentaria y no alimentaria, la primera se encarga de la transformación de los productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca, en productos de elaboración para el consumo alimenticio, en esta transformación se incluye los procesos de selección de calidad, clasificación (por tamaño), embalaje-empaque y almacenamiento de la producción agrícola, a pesar que no haya transformación en sí y también las transformaciones posteriores de los productos y subproductos obtenidos de la primera transformación de la materia prima agrícola. La rama no-

alimentaria es la encargada de la parte de transformación de estos productos que sirven como materias primas, utilizando sus recursos naturales para realizar diferentes productos industriales.

Curso- grama sinóptico del proceso: Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones.

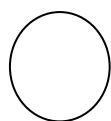
Curso- grama analítico: Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponde:

- ✓ Curso- grama del operario: Diagrama donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- ✓ Curso-grama de materiales: Diagrama donde se registra como se manipula o trata el material.
- ✓ Curso-grama de equipo: Diagrama en donde se registra como se usa el equipo, se establece en forma análoga al sinóptico pero utilizando los símbolos de: operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento.

Curso-grama de recorrido: Consiste en un plano del área estudiada, hecho a escala con sus máquinas y áreas de trabajo guardando la correcta relación entre sí, y representando todos los obstáculos presentes en la distribución. En el plano se trazan las trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos u operarios objeto del estudio.

Símbolos empleados en los curso-gramas (cada figura es su representación gráfica)

Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento, por

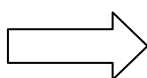


lo común la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

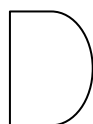
Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad. La inspección no contribuye a la conversión del material y producto acabado.



Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales o equipos de un lugar a otro.



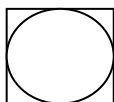
Depósito Provisional o Espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos por ejemplo: trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo no registrado de cualquier objeto hasta que se necesite.



Almacenamiento permanente: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

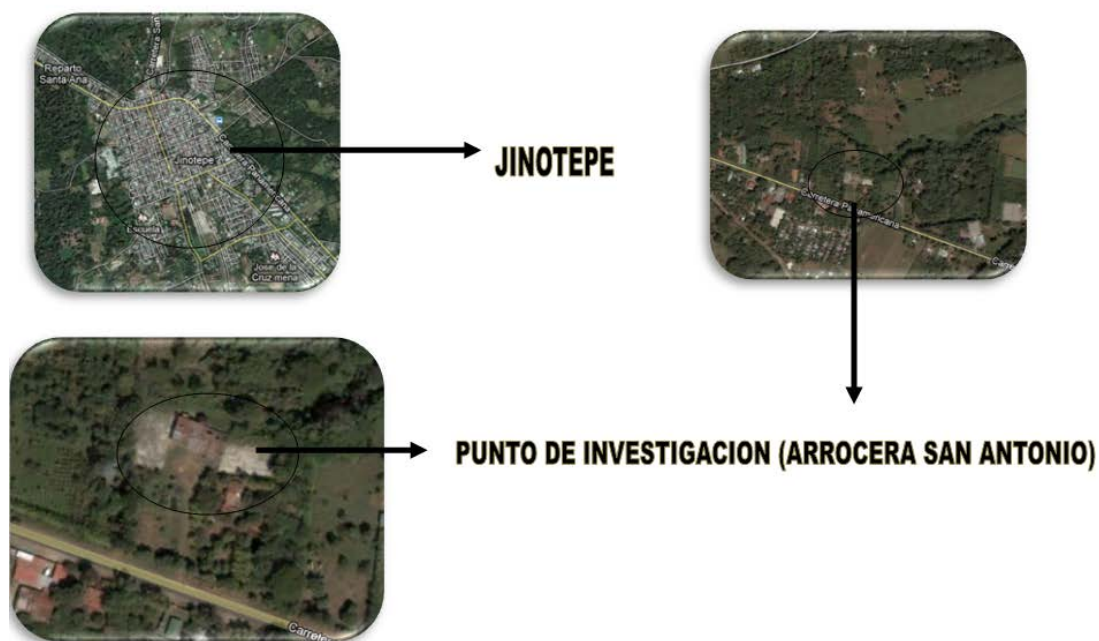


Actividades combinadas: Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en el mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: Un círculo dentro de un cuadro representa la actividad combinada de operación e inspección.



X. MARCO ESPACIAL

La empresa agroindustrial San Antonio, dedicada al trillado del arroz, se encuentra ubicada en el km 50 en la carretera sur del municipio de Jinotepe, departamento de Carazo, en esta ubicación ha permanecido la empresa agroindustrial desde su fundación.



XI. MARCO TEMPORAL

Observación y descripción del proceso productivo del trillado del arroz en la empresa agroindustrial San Antonio, en el segundo semestre del año 2012, para brindar propuestas de mejoras al proceso productivo. (Ver diagrama de Gantt en anexos)

XII. DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de la investigación se lleva a cabo mediante la siguiente metodología a describir, tomando en cuenta los tipos de investigación y los niveles en que estas se enmarcan, como necesidad de explicar la forma de cómo se llevará a cabo el estudio.

12.1 Tipo de investigación.

Cuantitativa: Puesto que el proceso de nuestra investigación se lleva de forma secuencial, de manera que se ha seleccionado un tema, se ha delimitado, luego se han establecido los objetivos y preguntas de investigación, se han revisado medios de información, se ha construido un marco teórico, se han recolectados datos para su previo análisis en el software ARENA mediante una simulación del proceso. de igual manera se considera cuantitativa por la recolección y análisis de datos cuantitativos sobre nuestras variables, lo que significa que se han realizado mediciones de tiempo en cada una de las actividades del proceso productivo del arroz granza para determinar la productividad de la arrocera.

12.2 Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información.

Prospectivo: Debido a que toda la información para el estudio se ha registrado según el cronograma de trabajo de esta arrocera, puesto que la empresa no trilla constantemente, cada vez que el sistema de producción se ponía en marcha, se registró la información que podía ser de gran utilidad para la investigación. Se fue registrando la información según van ocurriendo los fenómenos o hechos.

12.3 Según el periodo y secuencia del estudio.

Transversal: Porque se hicieron varias visitas al área de investigación para cumplir con el tiempo establecido según el programa; Debido a que es una empresa que no ejerce mucha operación, no se puede disponer en cualquier momento de la realización de observación en el proceso, de manera que se realiza en un espacio de tiempo corto no prolongado a varios años. Se describirá y analizará el proceso productivo de la empresa en un momento específico.

“Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”(Metodología de la investigación, Roberto Hernández Sampieri)

12.4 Según Análisis y alcances de los resultados.

Descriptiva: Es descriptiva porque se está identificando cada una de las actividades que están involucradas en todo el proceso de producción y como es su comportamiento en el sistema, así como se hace una asociación entre las variables que se han definido. Para la recolección de la información también se ha utilizado el muestreo y la medición de tiempo de cada actividad para ser sometida a un análisis en el software ARENA. De manera que al realizar esto, la investigación también es descriptiva puesto que desde el punto de vista científico, describir es medir (**Roberto Hernández Sampieri**). Se midieron las cantidades de arroz granza que entraron al sistema y cuanto tiempo le tomó pasar por todo el proceso. El objetivo de la descriptiva es indicar como se relacionan las variables medidas. Se describe a la empresa en términos de su capacidad productiva, para identificar cuáles son los equipos que están siendo poco eficientes en la producción. El estudio presenta los rasgos que caracterizan e identifican el problema de investigación planteado, buscando maximizar la validez y confiabilidad de la información y reducir los errores en los resultados.

Previamente se realizó una exploración para poder llegar a describir el caso de estudio, Así como los estudios exploratorios se interesan fundamentalmente en descubrir, los descriptivos se centran en medir con la mayor precisión posible. Teniendo que saber que se va a medir y como se va a lograr precisión en esa medición. Especificando qué actividades tienen que cronometrarse para obtener datos que puedan facilitar la investigación.

12.5 Método de la investigación:

Experimental: Puesto que se enmarca en la manipulación de datos, porque se han obtenido y analizado datos sobre variables, donde se han recolectados los tiempos en cada actividad del proceso para ser sometidos a estudio mediante el proceso de simulación con el software ARENA, para lograr hacer un análisis de la productividad de la arrocera San Antonio. Experimental por la modificación del comportamiento de las variables.

12.6 Población o universo de estudio:

La población de la investigación la constituye todos los quintales de arroz granza que recibe el proceso de trillado en la arrocera durante el segundo semestre del año 2012.

12.7 La muestra:

La investigación centró su unidad de análisis en el arroz granza que ingresó al trillo durante el mes de septiembre y primera quincena de octubre (a nivel de periodo). Siendo nuestra unidad de análisis la granza que ponga en funcionamiento a las maquinarias en este periodo establecido, siendo una muestra no probabilística.

“Para seleccionar una muestra, lo primero entonces es definir nuestra unidad de análisis: personas, organizaciones, periodos, etc. En las muestras no probabilísticas la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra, aquí el procedimiento no es en base a formulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones. Las muestras no probabilísticas se relacionan con las investigaciones explorativa.” (Roberto Hernández Sampierí, capítulo 8).

12.8 Técnicas e instrumentos utilizados:

Observación directa: Ha sido el medio o camino para establecer relación entre los investigadores y el medio investigado. Se empleo la observación directa de los procesos de trabajo, principal fuente de información de las operaciones que se realizan actualmente en la empresa, donde se pueden concretar acciones de corrección. Así como la observación del funcionamiento y comportamiento de los pocos operarios que laboran.

La entrevista no estructurada: Esta fue de gran utilidad para recolectar los datos que fueron imposibles de obtener mediante la observación. Se realizó mediante la grabación de videos en donde el entrevistado respondió todas las preguntas pertinentes al entrevistador. Se logró entrevistar al dueño de la empresa en una ocasión, varias veces a su hermano don Misael Matus y a uno de los colaboradores.

La experimentación (Procesamiento de la información): mediante el uso del software ARENA se manipulan los datos para realizar una simulación del proceso productivo e identificar mejoras en el sistema así como lograr identificar cuáles son las máquinas que están generando colas en el proceso de productivo, cuyo comportamiento se demuestra en el en la simulación del proceso.

Se tomaron las medidas de los tiempos a través de la técnica del cronometraje por el método vuelta cero y se procedió a determinar si el tamaño de la muestra es aceptable.

Luego de obtener toda la información, se descargó de forma clara, precisa y detallada en los diagramas de proceso y en el simulador de ARENA, para así poder observar con mayor facilidad la situación de la empresa. Se elaboró una tabla donde se presentaron los tiempos obtenidos por cada ciclo del proceso, para luego realizar los cálculos correspondientes a un estudio de tiempo.

12.9 Análisis de los datos.

Después de observar detalladamente el proceso y haberlo estudiado por medio del análisis lógico, se procedió a evaluar las circunstancias y se estableció si la situación que se está dando en el área de trabajo son las más adecuadas para realizar la actividad para determinar si existe un mejor método de trabajo, donde además de ahorrar tiempo y disminuir costos, contribuya a un incremento de la productividad de la empresa.

12.10 Variables utilizadas en el estudio

Variables Dependientes:

- ✓ La productividad de la empresa.
- ✓ Recursos Humanos.

Variables Independientes:

- ✓ Maquinarias y Herramientas.
- ✓ Grado de humedad de la granza.
- ✓ Altura y distancia entre máquinas.(distribución de planta)
- ✓ Ruido y vibraciones.

XIII. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ARROCERA

13.1 Reseña histórica.

La empresa agroindustrial San Antonio inició operaciones en el trillado del arroz a partir del año 1977, fundada por el señor Alfonso Matus López, quien aprovechó la oportunidad de estar ubicado en una región próxima a grandes plantaciones de arroz, siendo esto uno de los factores motivadores para levantar su propia empresa agroindustrial, llegando a ser uno de los pioneros en esta región. Sin embargo la empresa mantuvo ejerciendo operaciones hasta el año 1993 en que fallece el fundador y dueño de la empresa agroindustrial; Razones financieras, poco capital de trabajo y aspectos legales fueron otros factores que incidieron para que la arrocera no continuara trillando.

Siendo hasta el año 1997 en que el señor Hugo Federico Matus, hijo de don Alfonso, retoma la empresa para encaminarla nuevamente en el proceso del trillado del arroz, actualmente la arrocera consta con las mismas maquinarias desde su fundación como son: el motor de combustión interna, la descascarilladora, la mesa paddy y el pulidor, a las que se le han realizado únicamente cambios de piezas y ciertas modificaciones; Pero hay máquinas que se han venido sustituyendo, una de las que ha sido recientemente cambiada es el clasificador, la Despuntilladora y ciertos elevadores a los que se les han cambiado la estructura de madera a metal.

Desde su inicio, la arrocera se ha mantenido en su misma ubicación geográfica, esta consta de dos patios con piso de concreto para secar el arroz granza y llegar a obtener un grado determinado de humedad para facilitar su proceso. Actualmente en la empresa laboran 5 personas, 1 se ocupa de los patios, 4 en el trillo, uno de estos 4 aparte de ejercer operaciones en el trillo labora como cuidador, quien consta de un espacio contiguo a la planta para estadía personal y un mecánico, uno de calidad y el que se encarga de operaciones, estos últimos tres son los dueños de la empresa.

13.2. Máquinas y herramientas que utilizan en su proceso productivo.

Motor de combustión interna de cuatro tiempos:

Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto (Gasolina) como ciclo del diesel.

El motor que se muestra en anexos es el motor de combustión interna que utiliza la arrocera desde que fue fundada, este ha venido presentando ciertas averías que se han resuelto, actualmente continúa siendo eficiente para esta empresa.

Ejes:

Un eje es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de un cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste. En algunos casos el eje es fijo —no gira— y un sistema de rodamientos o de bujes insertas en el centro de la pieza permite que ésta gire alrededor del eje. En otros casos, la rueda gira solidariamente al eje y el sistema de guiado se encuentra en la superficie que soporta el eje.

En esta arrocera se pueden observar tres ejes que transmiten el movimiento a todo el sistema de producción, el más largo es el eje principal, sostenido sobre 5 pilares de concreto, este eje consta de 10 poleas que son las que se encargan de hacer llegar el movimiento a cada una de las actividades del proceso, luego se encuentra otro eje suspendido a una altura de 2.15 m. y sujetado por dos postes de madera, este eje tiene 3 poleas; el otro eje se encuentra en uno de los costados de la mesa paddy, sostenido por dos pequeños pilares de concreto y tiene dos poleas y una excéntrica.

Poleas:

Las poleas son ruedas que tienen el perímetro exterior diseñado especialmente para facilitar el contacto con cuerdas o correas. Las poleas son un elemento fundamental en el proceso de trilla del arroz, sin estas sería casi imposible transmitir el movimiento a todas las maquinarias del trillo.

En estas poleas se observan tres partes: Cuerpo, cubo y garganta.

- 1- *El cuerpo:* Es el elemento que une el cubo con la garganta. En algunos tipos de poleas está formado por radios o aspas para reducir peso y facilitar la ventilación de las máquinas en las que se instalan.
- 2- *El cubo:* Es la parte central que comprende el agujero, permite aumentar el grosor de la polea para aumentar su estabilidad sobre el eje. Suele incluir un chavetero que facilita la unión de la polea con el eje o árbol (para que ambos giren solidarios).
- 3- *La garganta (o canal):* Es la parte que entra en contacto con la cuerda o la correa y está especialmente diseñada para conseguir el mayor agarre posible. La parte más profunda recibe el nombre de llanta. Puede adoptar distintas formas (plana, semicircular, triangular...) pero la más empleada hoy en día es la trapezoidal.

Las poleas empleadas para tracción y elevación de cargas tienen el perímetro acanalado en forma de semicírculo (para alojar cuerdas), mientras que las empleadas para la transmisión de movimientos entre ejes suelen tenerlo trapezoidal o plano.

Básicamente la polea se utiliza para dos fines: cambiar la dirección de una fuerza mediante cuerdas o transmitir un movimiento giratorio de un eje a otro mediante correas.

Chumaceras:

Las chumaceras son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.

Estas van algunas veces colocadas directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

Dependiendo del montaje del eje con las chumaceras, el material del que estén hechas las chumaceras influye o no a la hora de su colocación, y posterior funcionamiento de toda la transmisión. Si se consigue mantener continuamente separados el árbol y la chumacera por medio de una capa de lubricante evitando todo contacto sólido entre superficies de deslizamiento, entonces el material del que están formados no influye en nada sobre dicha calidad. Sin embargo, el rozamiento fluido depende de unas condiciones de velocidad, carga y temperatura. De esta manera, para las velocidades bajas (arranque y parada), las chumaceras giran en sentido de rozamiento mixto cuando no seca, haciendo inevitable el contacto directo entre las superficies de fricción. En la arrocera San Antonio Cada eje se encuentra sujeto con su respectiva base mediante chumaceras de hierro colado.

Bandas o cintas:

Una Banda es un sistema de transporte de energía mecánica continuo, generalmente están elaboradas de nylon y tienen la función de unir sistemas mecánicos para transmitir movimientos de rotación de una fuente (motor) al sistema.

La banda es arrastrada por fricción por una de las poleas, que a su vez es accionado por un motor. La otra polea suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre las dos poleas. En la imagen de los anexos se aprecian algunas de las bandas que transmiten el movimiento a las diferentes

maquinarias que intervienen en el proceso productivo de la empresa. Existen un total de 13 bandas o cintas que transmiten el movimiento en todo el proceso productivo de la arrocera.

Pila de recepción:

La función de esta pila es servir de depósito a la granza que llega al sistema, sirve para mantener alimentado de granza al primer elevador y asegurar el flujo constante de la granza en todo el proceso productivo. Esta pila está elaborada de concreto y tiene una forma cónica lisa que permite descender la granza hasta el pie del elevador, aprovechando la inclinación y la fuerza de gravedad. La pila de recepción tiene una capacidad máxima de 15 quintales, esta no está a nivel de piso lo que dificulta al operario su abastecimiento.

Zaranda pre limpiadora:

Tienen por finalidad eliminar las impurezas que quedaron retenidas en el producto después de pasar por la corriente de aire. El conjunto debe estar formado por lo menos por dos zarandas. En la primera, el tamaño de los orificios debe permitir el paso de los granos y retener todas las impurezas mayores que los granos. En la zaranda inferior, el tamaño de los orificios debe permitir únicamente el paso de las impurezas que son menores que los granos.

Las zarandas de limpieza están construidas de láminas o chapas metálicas perforadas y delgadas. Pueden también confeccionarse utilizando hilos metálicos, en forma de mallas; estas mallas están provistas de un marco o moldura de madera o metal, que facilita su manejo e instalación.

Las zarandas se instalan normalmente con una pequeña inclinación que varía entre 6 y 12 grados. En algunos casos se instalan en posición horizontal, pero deben poseer un mecanismo de vibración similar al de las zarandas inclinadas, para permitir el desplazamiento del producto y un mayor contacto de los granos con las zarandas. Algunas veces es necesario utilizar una tela o un plástico para

cubrir la zaranda superior y así evitar que los granos caigan fuera de la zaranda. Los orificios de las zarandas pueden ser redondos, ovalados, triangulares, etc. Las mallas de hilos metálicos poseen orificios de forma rectangular o cuadrada. Se recomienda utilizar la zaranda apropiada para cada tipo de producto que se va a limpiar, para que sus orificios produzcan mejores resultados durante la separación.

En la arrocera San Antonio, se utiliza únicamente una zaranda pre-limpiadora, sus bordes están hechos de madera, su base es de hierro a excepción de 4 fajillas de madera sobre la cual se sostiene, de madera, para que la zaranda pueda realizar un movimiento de vaivén en la misma dirección del ángulo de inclinación que esta posee (12°) para que la granza pueda seguir su trayectoria sin dificultad; en la parte superior de esta van quedando las impurezas, pero no en un 100%, puesto que hay pequeños elementos que logran pasar por la maya de la zaranda.

Elevadores:

Como su nombre lo indica, estos son el medio de transporte que se encargan de subir la granza para hacerla llegar a la siguiente operación. Internamente poseen unas bandas transportadoras que llevan consigo guacales (dependiendo del diseño pueden ser de plástico o de metal) que agarran la granza para subirla hasta llegar a los tubos que la depositaran en otra maquinaria. Su movimiento se origina desde el motor, pero radica en las poleas y bandas de transmisión que le generan el movimiento, el que es transmitido a la banda interna que poseen los guacales por medio de un eje.

La altura de estos varía de acuerdo a las actividades que preceden y se valen de la gravedad para hacer más fácil el transporte de la granza de una actividad a otra. La empresa San Antonio, recientemente ha cambiado dos de sus 5 elevadores de estructura de madera a metálica, puesto que esto agiliza el proceso del trillado y sufre un menor desgaste, debido a que el arroz tiene características abrasivas y al estar en frecuente contacto con la superficie del elevador la fricción que se ejerce tiende a desgastar el material del que está hecho el elevador.

Cinco elevadores con los que cuenta la empresa:

- *Primer elevador:* Está hecho de madera, este se encarga de levantar la granza desde la pila de recepción, para luego dejarla caer en la zaranda pre-limpiadora.
- *Segundo elevador:* Al igual que el primero, está hecho de madera, este recibe en la parte inferior la granza que le pasa la pre-limpiadora, para subirla y dejarla caer en la descascarilladora.
- *Tercer elevador:* Es $\frac{1}{2}$ metro más alto que los dos primeros elevadores y está hecho de metal, se encarga de tomar el arroz que le pasa la descascarilladora (este arroz va aun con granza) por medio de un tubo, para elevarlo y hacerlo llegar hasta la mesa paddy.
- *cuarto elevador:* Este elevador tiene un diseño diferente, su función es recibir la cantidad de arroz que le pasa la mesa paddy, su estructura es de madera y cabe resaltar que este es el elevador más alto, por lo que sobresale del techo, debido a que este tiene que hacerle llegar el arroz ya sin cáscara al pulidor que se encuentra muy distanciado de este, de manera que se usa un tubo pvc aún más largo, para que el arroz puede deslizarse con facilidad hacia el pulidor.
- *Quinto elevador:* Este es el más pequeño hecho a base de metal, que hace llegar el arroz ya pulido, desde la Despuntilladora hasta el clasificador, posee dos poleas en su mismo eje, la más interna es la que recibe el movimiento de una de las poleas del eje principal y la polea externa es la que le genera el movimiento al clasificador.

Descascarilladora de arroz:

Esta máquina contiene en su interior unos rodos de caucho que giran en sentido contrario y a diferentes velocidades; esto hace que por fricción el grano sea descascarado, los que deben de pelar entre 1000 y 1500 Kg/h cada hora como mínimo, cada rodo cuesta 1000 C\$, esto rodos son hechos en la india, tienen un casco de aluminio y un grosor de 2 pulgadas.

Esta máquina no realiza un 100 % del pelado del arroz, de manera que sólo pela el 80%, debido a este inconveniente se ha implementado la técnica de la mesa paddy, que es la actividad posterior a la descascarilladora.

Este equipo cuenta con un extractor que elimina el polvo y el calor producidos durante el proceso por medio de una corriente de aire.

Una vez que al arroz se le ha quitado la cáscara, esta es sustraída por un tubo pvc de 20 cm de diámetro que está conectado en la parte posterior de la máquina, la pared que se encuentra en la parte posterior de la descascarilladora, tiene una perforación por donde pasa el tubo que conduce la cascarilla hasta el exterior de la planta.

Una base de concreto es la que sostiene a esta máquina que ejerce su función mediante una polea que es accionada por medio de una banda que se conecta a otra polea motriz que se encuentra en el eje principal que es movido por el motor.

En la parte superior de esta máquina se encuentra soldada una tolva de recepción, para que la granza que llega por un tubo desde el elevador no tienda a caerse, sin embargo esta tolva es pequeña y hay veces que se acumula demasiada granza, para contrarrestar este problema, en el mismo tubo se encuentra conectado otro tubo que se dirige hasta la pila de recepción de la granza, donde inicia todo el proceso de trillado.

Mesa Paddy:

Mediante una excéntrica, la mesa separadora obtiene un movimiento de vaivén limitado. La velocidad del árbol es exactamente ajustable, bien por medio de poleas cónicas (en los modelos más antiguos), o bien mediante un variador ajustable sin escalonamiento (incorporado en los modelos más modernos). Además, puede moverse alrededor de su eje longitudinal. El fondo de las cámaras es de chapa de acero pulido, con intenso brillo, y las paredes están hechas con chapas de acero dispuestas en forma de zig-zag. Las mesa paddy tienen capacidades entre 1500 y 2000 kg/h estos datos varían en dependencia del modelo.

La mesa paddy de la arrocera San Antonio es del año 1950, esta se encuentra inclinada a un ángulo de 12° , realiza un movimiento de vaivén transversal a su ángulo, esta inclinación es con el objetivo de separar el arroz pelado del arroz que aún tiene cáscara, con el movimiento que ejerce esta máquina y el ángulo que posee, se separa el arroz que ya ha sido pelado completamente del que aún tiene cáscara, esto consiste en aprovechar el peso del arroz pelado ya que este pesa más puede ser atraído hacia los canales que posee la mesa en su parte superior, para que este sea depositado al siguiente elevador que lo transportará hasta el pulidor, mientras que el arroz que no ha sido pelado es menos pesado y queda en la parte superior de la mesa inclinada, donde es extraído por una abertura, acá se presenta la incapacidad de regresar el arroz granza automáticamente al proceso por lo que se tiene que realizar de forma manual, donde uno de los operarios tiene que estar constantemente recolectando por medio de sacos la granza para ingresarla nuevamente a la descascarilladora. La mesa paddy externamente es de madera, con unas ventanas de vidrio a como se aprecia en la imagen de los anexos, internamente esta posee tres niveles, en cada nivel se encuentran 12 canaletas de metal en forma de zig-zag, por donde se dirige el arroz sin cáscara hacia un canal que lo empuja hacia un embudo que le da salida, para pasarlo al elevador. La mesa se sostiene en tres estructuras de hierro con sus respectivos mecanismos que le permiten realizar su movimiento de vaivén.

Pulidor:

Esta Máquina se encarga de recibir el arroz sin cáscara para realizar su función de pulir la superficie del grano, mediante unos rodos especiales que ejercen presión sobre todos los granos que van ingresando, la presión no tiene que ser demasiada porque los granos de arroz se quebrarían, en el proceso de la arrocera se cuenta únicamente con un pulidor, solo dos de este tipo de pulidor se encuentran en todo el país, de tal forma que para conseguir sus rodos que se tienen que cambiar una vez que ya están gastados, son mandados a hacer a otro país. En uno de sus extremos sale la semolina, es lo que se le quita al arroz de su superficie, esta se va recolectando en un saco durante el proceso y en otro de sus extremos se encuentra una pequeña canaleta de aluminio que hace llegar el arroz ya pulido hasta la Despuntilladora. En uno de sus extremos, tiene una polea que se conecta mediante una banda a una de las poleas del eje principal que es movido por el motor. La tolva de recepción que tiene el pulidor se encuentra internamente a la máquina, siendo diferente a la que tiene la descascarilladora, que se encuentra a lo externo. Su base de apoyo está hecha de concreto.

Existen variedad de pulidores, como ejemplo el pulidor por agua, siendo la mejor marca el pulidor pervilleth fabricados en México, con un costo de 25,000\$, Los pulidores tienen un capacidad productiva de 900 a 1100 Kg/ h. El pulidor que actualmente tiene la arrocera San Antonio está bastante depreciado.

Despuntilladora:

Consiste en una zaranda, cuya estructura es de metal en la parte superior, en donde se observa una maya que está hecha de un material resistente a la fricción del arroz, esta zaranda se sostiene por medio de una base de hierro que está diseñada para darle un grado de inclinación de 7°, con el objetivo de separar lo más que se pueda el grano más quebrado, dejándolo caer desde la parte alta de esta zaranda, donde en la parte inferior tiene un tubo por donde salen los pedazos más pequeños del grano de arroz y los deja caer en un saco o balde. La base de metal de la zaranda cuenta con su respectiva polea y banda de transmisión para

hacer llegar el movimiento que genera el motor, esta también realiza un movimiento de vaivén en dirección longitudinal a su ángulo de inclinación, la zaranda está suspendida por 4 fajillas de madera muy resistente que soportan el peso y el movimiento, son de madera para que dicho movimiento se pueda realizar con mayor agilidad y sin dificultades, cuyo único inconveniente sería que una de las fajillas se quebrara.

Clasificador:

Este clasificador tiene toda su estructura de metal, a una altura de 0.9 m con respecto a su base, posee un tambor de 32cm de diámetro en que se mueve 360° en todo el proceso, debido a que internamente cuenta con unos pequeños orificios que realizan la selección y separación del grano de arroz más entero del más quebrado, en uno de sus extremos sale el arroz quebrado y en el otro la calidad de arroz que se ha preestablecido. Para realizar esta separación, internamente posee un canal en donde el arroz quebrado es sacado por un tornillo sin fin que esta a lo interno del canal, en la parte externa de este canal quedan los granos más entero que son desplazados por el mismo movimiento y pequeño grado de inclinación (6°) del tambor. El movimiento de este depende de la polea más externa que posee el elevador que le pasa los granos, puesto que ha esta polea es donde se conecta la banda que le transmite el movimiento, es decir el movimiento de este clasificador no depende directamente del eje principal. Este clasificador esta sostenido al piso mediante cuatro soportes delgados de hierro. Recientemente en el mes de Septiembre del año 2012, la arrocera instaló un nuevo clasificador de segunda mano, siendo el que se muestra en la imagen de los anexos.

Pesa:

En la arrocera se cuenta con una pesa análoga, toda su estructura está hecha de metal.

Selladora:

Consiste en sellar con un hilo especial la abertura superior del saco ya pesado correctamente, esta es utilizada por un operario capacitado que sabe el funcionamiento de esta pequeña máquina.

13.3. Descripción del proceso actual:

Obtención y secado de la granza:

El primer paso del proceso es la recolección de la granza o materia prima, para esta etapa existen dos métodos de cómo la empresa la obtiene, la primera es el servicio del trillo de arroz que brinda a los productores de Carazo y el segundo es la obtención de la granza a través de la compra de plantillos de arroz y el cultivo del arroz por parte del dueño de la empresa el señor Hugo Federico Matus. La arrocera cuenta con dos patios hechos a base de concreto para el secado del arroz granza uno con un área de 751 m² y el otro con 946 m².

El contenido de humedad del arroz cosechado suele ser superior al 20 % por tal razón la necesidad de secar el arroz para mayor rendimiento al momento de procesarlo. La granza es secada a patio, este proceso resulta de mejor calidad que la de secado a horno o en oreadora ya que la calidad es mucho mejor; Porque el secado es más gradual y continuo, la granza esta apta para ser procesada cuando tiene una humedad entre el 13% y 12%, luego cuando ya está seca es almacenada durante un corto tiempo para ser luego procesada.

Recepción y limpieza:

Una vez que la granza está seca es llevada a la tolva de recepción esto constituye el segundo paso de todo el proceso, cuando la granza está en la tolva ésta es transportada por un elevador donde después por gravedad cae a la pre limpiadora, para limpiar la granza de cualquier suciedad que contenga como piedras, ramas, hojas Etc. Para contribuir a la limpieza del arroz una vez procesado.

Pelado o descascarillado:

Una vez que la granza está limpia es trasladada a los pies de otro elevador que transporta y eleva la granza para hacerla caer por gravedad en la tolva de la descascarilladora, el arroz como producto está formado por cilis y celulosa lo que hace el pelado un poco difícil, es por eso que esta máquina peladora contiene en su interior unos rodos de caucho que giran en sentido contrario para separar la cáscara del arroz, la cáscara o broza sale del proceso por medio de un tubo al área externa de la planta y el arroz pelado continua su curso a la siguiente operación.

Clasificación del arroz en la mesa Paddy:

Debido a que no todo el arroz que pasa por la descascarilladora es pelado, se hace necesario que al arroz se le aplique otro proceso, esto ocurre en la mesa paddy, con el movimiento de la mesa se da la separación del arroz oro que pasa a la siguiente etapa del proceso y la granza es trasladada por un operario nuevamente hasta la descascarilladora.

Pulido del Arroz:

El arroz que está pelado es trasladado por medio de otro elevador al pulidor, este se encarga de eliminar los carbohidratos y proteínas del arroz estos componentes son la semolina. La arrocera San Antonio cuenta únicamente con un pulidor, en otras arroceras como ejemplo la Guadalupe, se usan tres para agilizar el proceso productivo, en esta etapa se da la separación de la semolina y el arroz ya pulido

pasa a la siguiente operación. Este pulidor con el que consta la arrocera San Antonio, no está siendo eficiente, según las observaciones y mediciones de tiempo que se han realizado. Cuando el proceso está en marcha el operario que está a cargo del pulidor tiene que estar al pendiente de la tolva de recepción de esta máquina porque hay momentos en que se llena demasiado de arroz, es decir, no logra pulir toda la cantidad de arroz que la mesa paddy le está mandando, podría decirse que esta operación es un cuello de botella en el proceso.

Despuntillado:

El arroz llega por medio de una canaleta de metal que está conectada al pulidor, la que deja caer el arroz en la parte inclinada alta de la zaranda para que con el movimiento y la inclinación el grano más entero se valla deslizando hacia el clasificador, y en el transcurso este, el arroz que mide $1/3$ del tamaño del grano pasa por los orificios de la maya para caer en la base de la zaranda que a su vez son trasportadas por gravedad a un tubo PVC que las deposita en un saco.

Clasificación del arroz:

El séptimo paso inicia cuando el arroz sale de la zaranda Despuntilladora, para luego ser enviado a otro elevador de metal que trasporta el producto al tambor de clasificación, su función es separar el arroz entero del arroz quebrado, obteniendo calidades de 96/4, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40. Este tambor clasificador tiene 2 terminales, en uno se obtiene arroz pallana y en el otro la calidad predeterminada del arroz, 80/20 o otra calidad, la clasificación depende de la configuración del tambor de clasificación, En la terminal del tambor en donde se saca la calidad de arroz, se pone un sólo saco, colgado entre cuatros ganchos que están sujetos a la estructura del clasificador, acá uno de los operarios está al pendiente de que el saco llegue a tener lo más próximo a las 100 libras.

Pesado:

Una vez que el arroz con su respectiva calidad ha salido del clasificador hacia un saco, este es tomado por uno de los operarios, quien lo pone sobre una pesa

análoga para sacar o agregar arroz, de manera que el saco contenga las 100 libras completas. Esta es la penúltima tarea que se realiza en proceso.

Sellado:

Se realiza mediante una máquina especial, manipulada por un trabajador, esta se encarga de sellar con un hilo resistente el saco en la parte superior en forma de trenza.

En todo el proceso se pudo observar que la producción es en línea, lo que significa que si un elemento de todo el proceso se detiene, se detendrá toda la producción, donde la única fuente de energía mecánica es un motor de combustión interna que opera con diesel, este transmite movimientos de rotación a los ejes, poleas y bandas que mueven todo el trillo.

13.4. Distribución de planta:

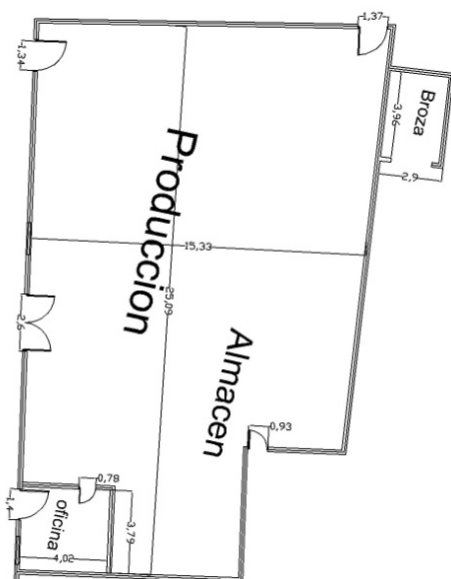
La distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinarias, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes. La distribución de planta persigue una reducción del riesgo para la salud, maximizar la seguridad y satisfacción del trabajador, además incremento de la producción, disminución de retrasos, reducción de manejo de materiales y maximización de la utilización de maquinaria, mano de obra y servicios. (*Estudio del trabajo _ Roberto García Criollo_Cap 8_ pag 143*)

La arrocera San Antonio tiene una distribución por producto conocida también como serie o en línea, siendo ideal para una producción de costo unitario o realizar trillado de poca cantidades de granza (puchos), este tipo de distribución le ha permitido al dueño realizar poca inversión monetaria debido a que hay menos capital invertido en el proceso, al mismo tiempo realizar menos inspección al

proceso, además hay pocos inconvenientes cuando se desea una parada en el proceso. El centro de producción de esta empresa es muy simplificado y los obreros son capacitados fácilmente para realizar una tarea simple en la línea. En este sistema las maquinarias están colocadas de acuerdo con la secuencia de operaciones que necesita el proceso.

Los inconvenientes que posee la arrocera San Antonio con esta distribución es el costo elevado de las maquinarias y equipo, es por eso que se debe de estar seguros de una demanda sustancial y continúa del producto, además es necesario encontrar y alcanzar un delicado equilibrio de tiempo y operaciones. El proceso de trilla del arroz en la arrocera San Antonio es muy sensible a las paradas, pues si una máquina se detiene la producción también lo hace hasta que la máquina es reparada. Este último aspecto ha afectado la productividad de la arrocera debido a que las fallas en los equipos y maquinarias son muy frecuentes, una de las razones es la antigüedad de las mismas.

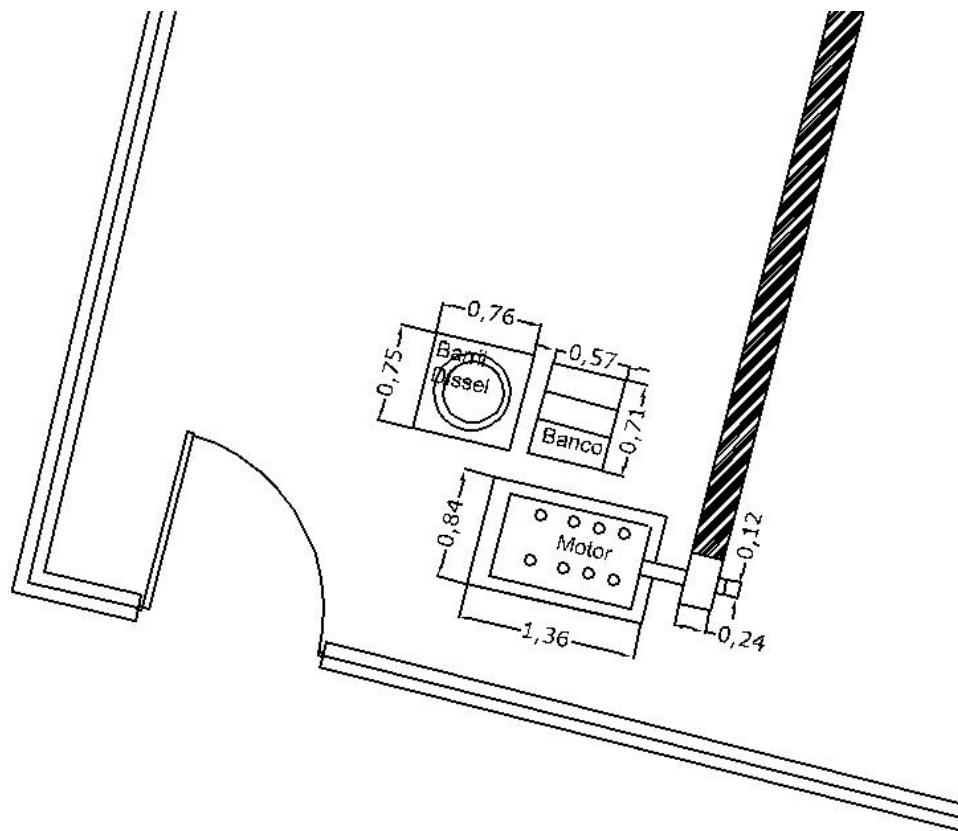
Distribución de la planta de la arrocera (Área de producción).



El área de producción es donde se realiza el proceso de trillado y almacenamiento, estos están unidos. En el área de almacén se deposita la granza que ya fue secada en el patio y también se almacena el arroz trillado, al igual que la semolina y los quintales de arroz quebrado y pallana, Actualmente no existen señalizaciones de donde ubicar cada producto, puesto que este se almacena por conveniencia.

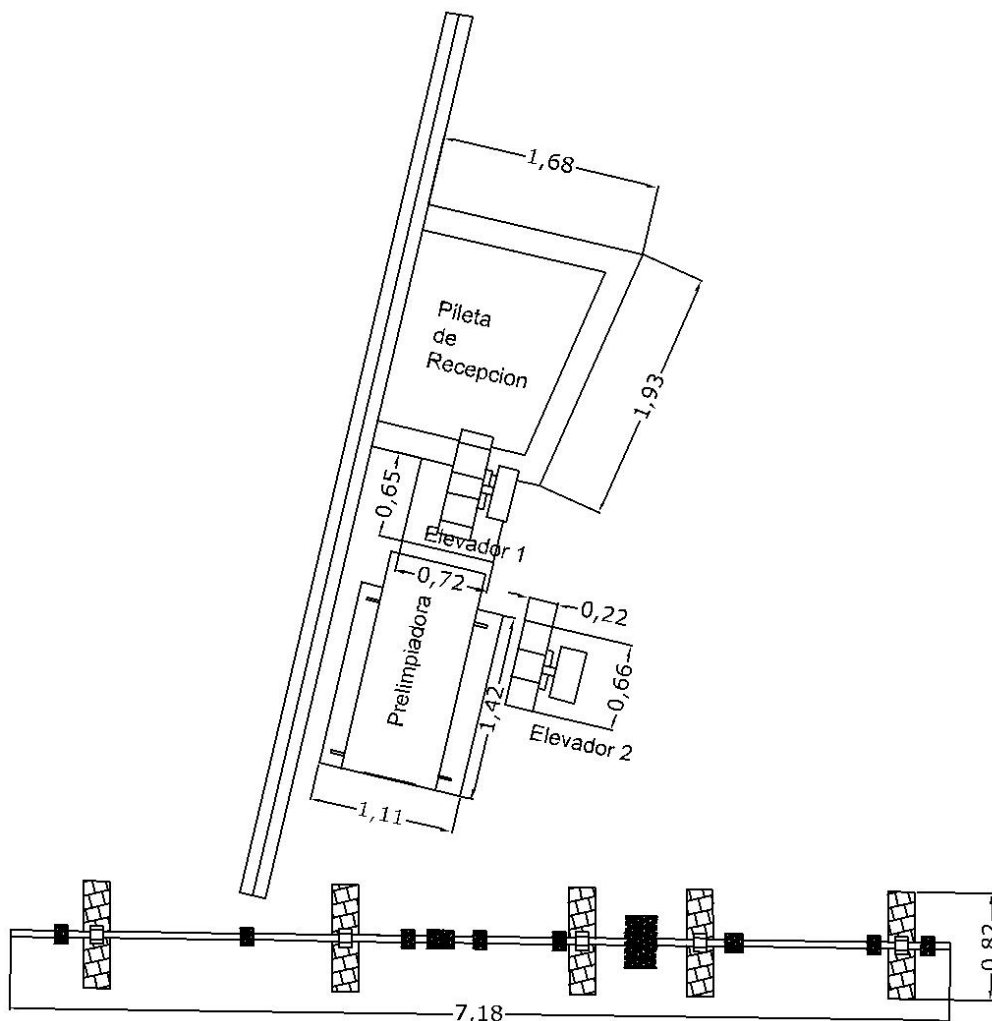
Nombre	Área total
Producción y almacén	330 m ²
Oficina	15.2m ²
Broza	10.69 m ²

Motor, Estructura que sostiene el barril de diesel y banco de madera



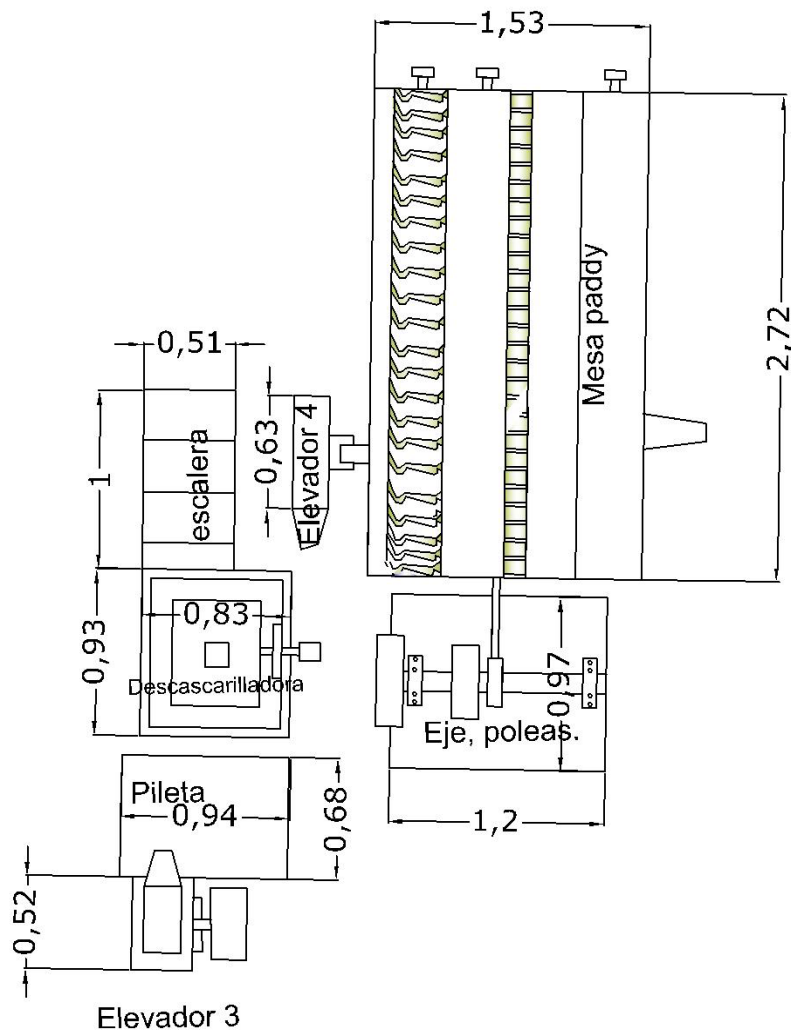
Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
1	Barril diesel	1.2m	0.84m	1.36	1.14m ²	-	1.14m ²
2	Banco madera	0.83m	0.57m	0.71	0.4 m ²	-	0.4 m ²
3	Estante del diesel	2.21m	0.75m	0.76m	0.57 m ²	-	0.57 m ²

Pila de recepción, elevador 1 y 2 y pre limpiadora



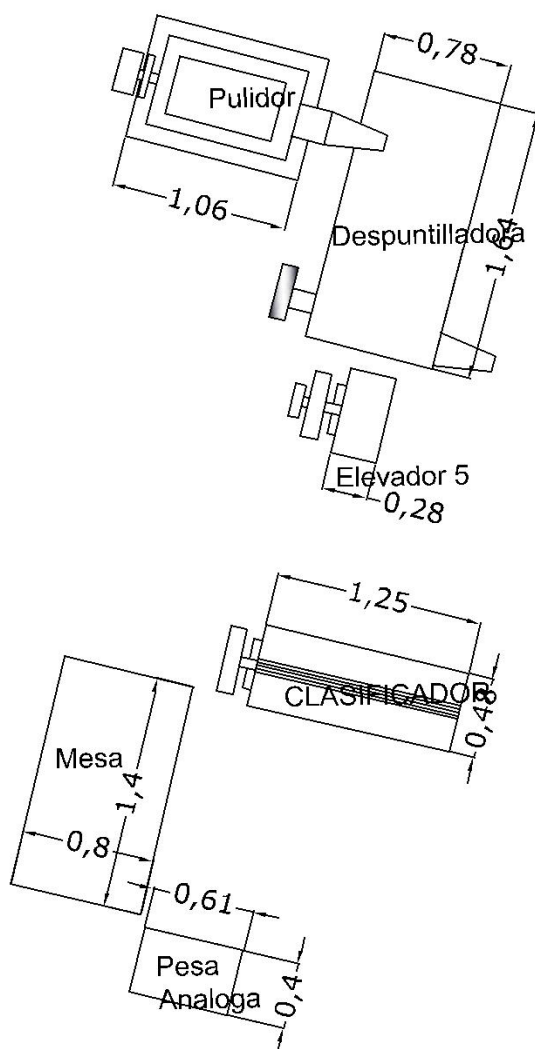
Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
4	Pileta recepción	1.04m	1.68	1.93	2.3m ²	1 m ²	3.24 m ²
5	Elevador 1	3.6m	0.72m	0.65m	0.46 m ²	-	0.46m ²
6	Pre limpiadora	0.96m	1.11m	1.42m	1.57 m ²	-	1.57 m ²
7	Elevador 2	4.3m	0.22m	0.66m	0.14 m ²	-	0.14m ²
8	Eje principal	0.7m	0.82m	7.18m	5.88m ²	-	5.88

Elevador3, Pileta de descarga de la Descascarilladora, Elevador



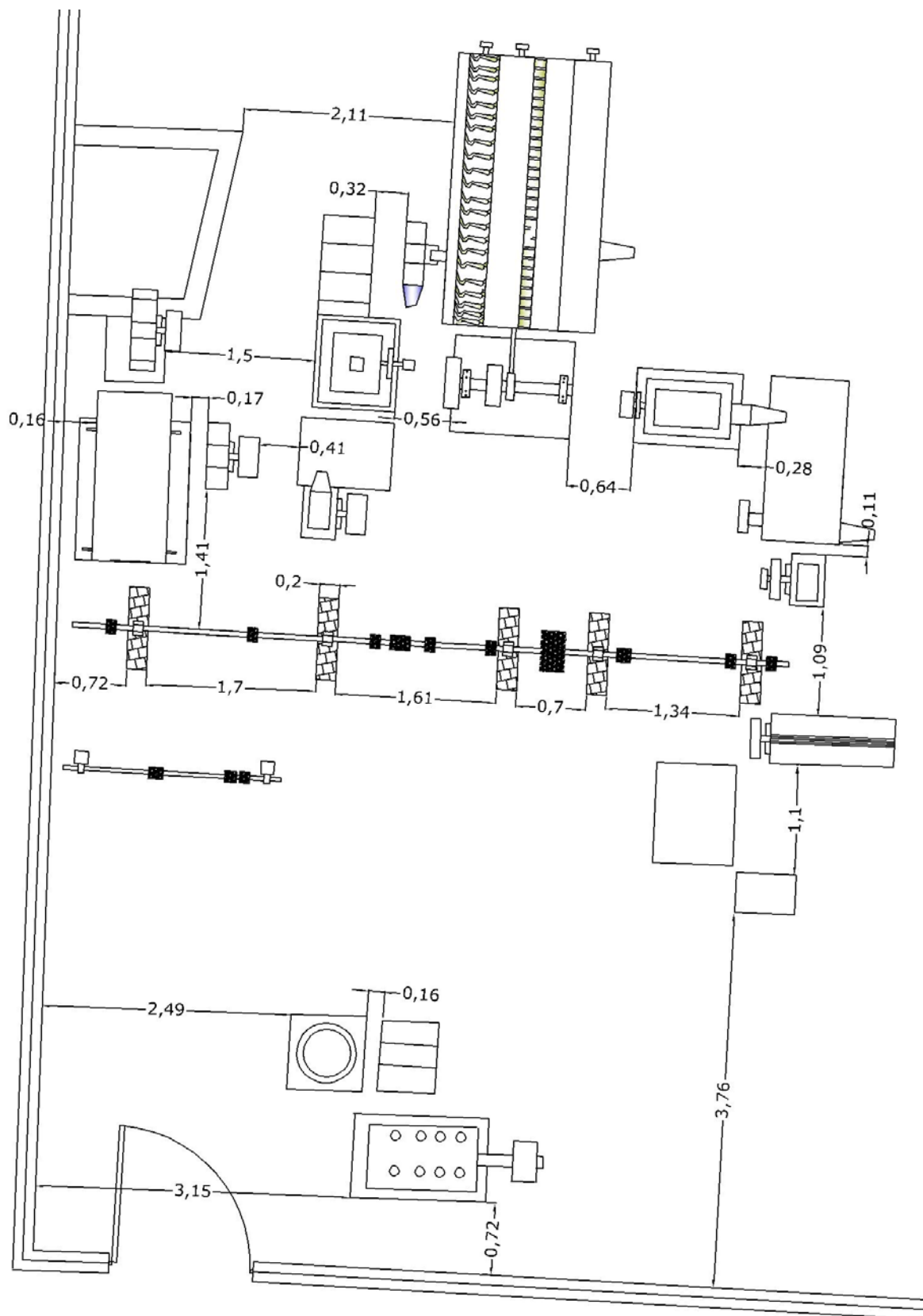
Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
8	Descascarilladora	2.08m	0.83m	0.93m	0.77m ²	0.25 m ²	1.02 m ²
9	escalera	0.8m	0.51m	1m	0.51 m ²	-	1.51
10	Pileta	-	0.68m	0.94	0.47 m ²	-	0.47 m ²
11	Elevador 3	4.8m	0.34m	0.52	0.17	-	0.17
12	Mesa Paddy	1.37m	1.53m	2.72m	4.16 m ²	1 m ²	5.16
13	Eje, poleas	0.9m	1.2m	0.97m	1.16 m ²	-	1.16 m ²

Pulidor, Despuntilladora, Elevador5, clasificador pesa análoga.



Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
12	Pulidor	1.7m	0.75m	1.06m	0.79m ²	1 m ²	1.79 m ²
13	Despuntilladora	0.7m	0.78m	1.04m	0.81 m ²	-	0.81
14	Elevador 5	2.6m	0.28m	0.52m	0.14 m ²	-	0.14
15	Clasificador	1.43m	0.48m	1.25m	0.6 m ²	1 m ²	1.06
12	Mesa	0.71m	0.8m	1.4m	1.12 m ²	-	1.12 m ²
13	Pesa Análoga	1.06m	0.4m	0.6m	0.24 m ²	-	0.24 m ²

Distancias entre maquinaria



El área total de producción es de 320 m². Distribuidas de la siguiente manera:

(Información obtenida del plano de Sketchup)

Descripción	Área m ²	% de Espacio
Área Total	320 m ²	100%
Equipos y Maquinarias	28.11 m ²	8.52%
Circulación	126.2 m ²	38.24%
Espacios no utilizados	66.89 m ²	20.27%
Almacenamiento Arroz	44.9 m ²	13.61%
Almacenamiento semolina	18.54 m ²	5.62%
Almacenamiento Granza	41.24 m ²	12.50%
Almacenamiento pallana y puntilla	5.94 m ²	1.80%

Actualmente la arrocera San Antonio no trilla constantemente, en primer lugar porque para que sus máquinas se pongan en movimiento, necesitan que los agricultores o dueños de plantaciones de arroz, decidan trillar su arroz en este trillo, de manera que esta empresa no labora de lunes a viernes, su puesta en marcha esta en dependencia de la temporada de arroz y de las personas que lleguen a trillar su arroz granza.

El trillo puede atender a personas que lleguen a trillar pequeñas cantidades de arroz, debido al diseño actual de su proceso productivo.

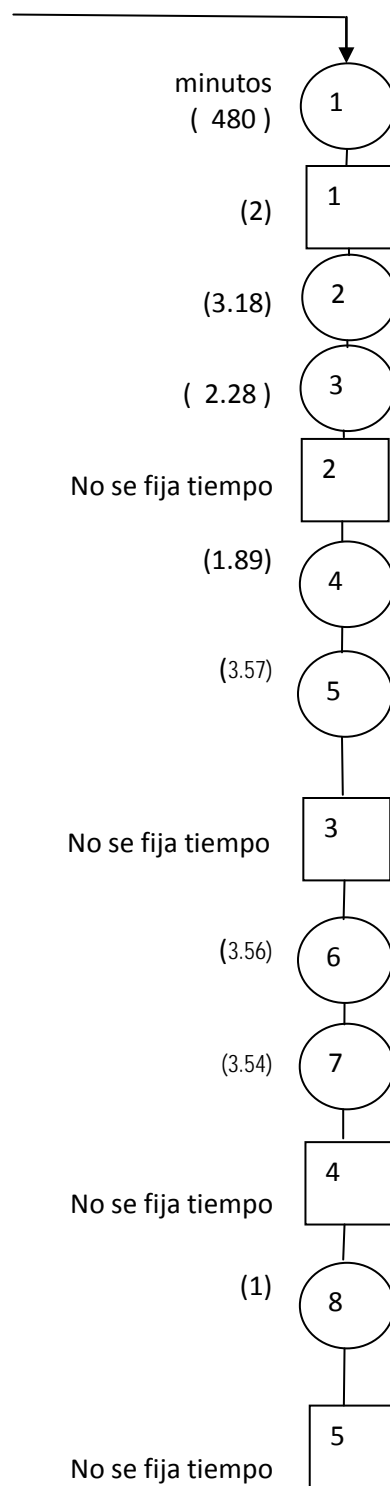
13.5. Curso- grama sinóptico del proceso:

Operaciones e inspecciones principales.

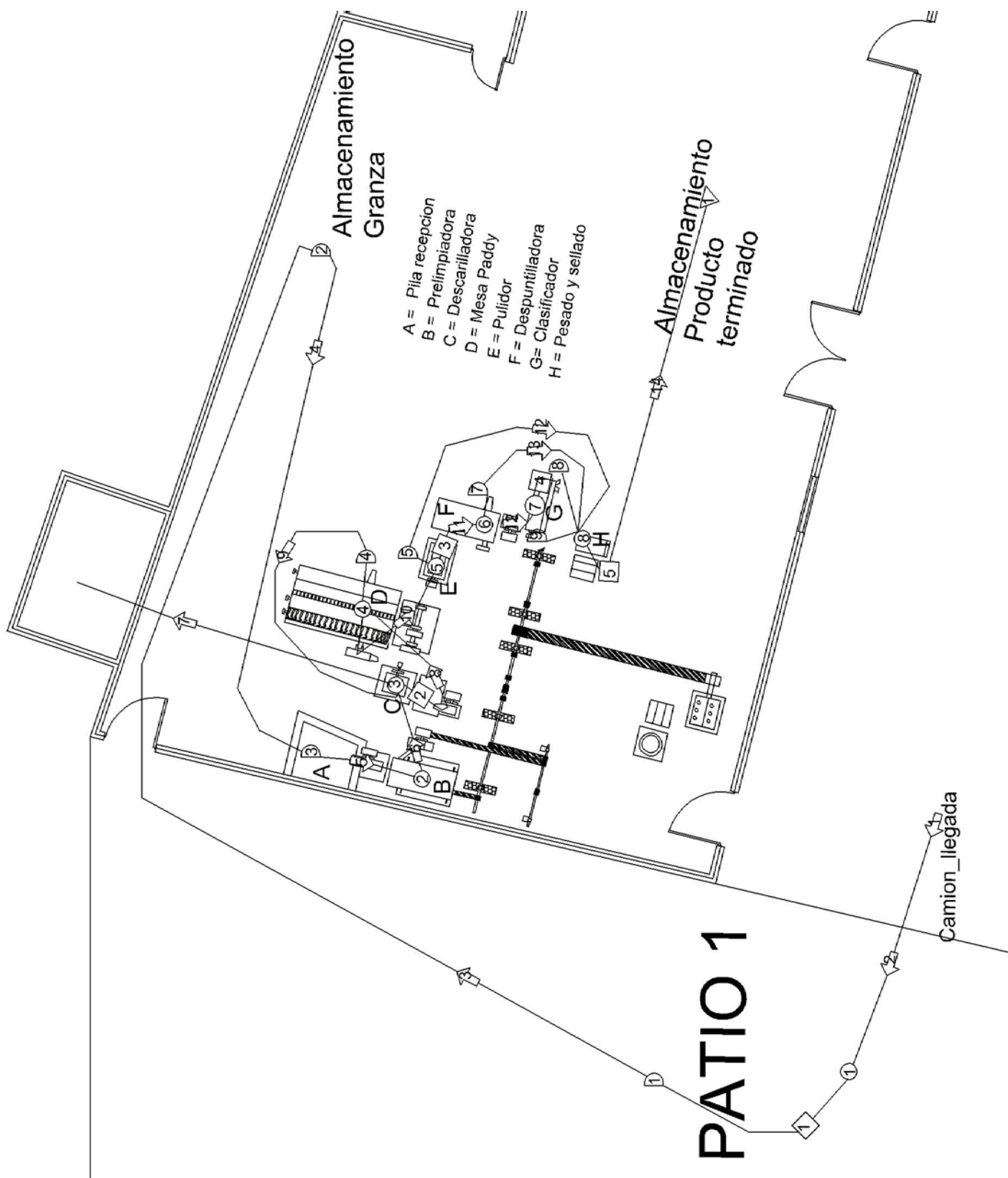
- Operación 1: Secado de la granza en patio, La granza es distribuida uniformemente en toda el patio, y es necesario estarla moviendo constantemente
- Inspección 1: Grado de humedad de la granza, lo recomendable es el 12%, se comprueba cuando se frota con la mano, o se mastica.
- Operación 2: Pre limpiado en Zaranda Pre limpiadora.
- Operación 3: Descascarillado del Arroz.
- Inspección 2: Porcentaje descascarillado
- Operación 4: Clasificación de granza y arroz en mesa Paddy.
- Operación 5: Pulido del Arroz.
- Inspección 3: Calidad en el pulido del arroz, cantidad de arroz quebrado.
- Operación 6: Des puntillado.
- /Operación 7: Separación del arroz 70/30 y pallana.
- Inspección 4: Calidad del arroz oro.
- Operación 8: Pesado de Semolina, pallana y arroz
- Inspección 5: peso de los sacos, tensión del hilo al momento de sellarse.

Curso grama Sinóptico: Trilla del arroz granza

1 quintal de Arroz Oro



13.6. Diagrama de recorrido:



13.7 Curso- grama analítico del proceso

CURSO GRAMA ANALITICO		Operario / Material / Equipo							
DIAGRAMA núm. 1	HOJA: num.1	R E S U M E N							
Objeto: Arroz en granza		Actividad	Actual	propuesta	Economía				
ACTIVIDAD: Proceso de trilla de arroz, desde recepción hasta Almacenamiento METODO: Actual		Operación ○	8						
		Trasporte ⇨	16						
		Espera □	9						
		Inspección ◻	4						
		Almacenamiento ▽	1						
LUGAR: Arrocería San Antonio, km 50 carretera sur, Jinotepe, Carazo		Distancia = 53.5 m.							
Operarios:5		Tiempo= 543 minutos							
Descripción	Cantidad/ quintales	Distancia/ m.	Tiempo/ Min	símbolo					observaciones
				○	⇨	□	◻	▽	
Llegada arroz granza	1	-	-						Vehículos
Traslado arroz granza a patios		8	3						Manual
Secado en patio, Hasta obtener 12 % humedad		-	480						Manual
Inspección del nivel de humedad		-	2						
Demora en sacos		-	3						Manual
Traslado a bodega		20	3						
Almacenamiento temporal de granza		-	-						
Traslado a pileta		12	2.14						Manual
Pileta de recepción de granza		-	1						-
Traslado a Zaranda pre limpiadora		2	3						Elevador
Pre limpiado en zaranda.		-	3.18						Zaranda
Traslado a Descascarilladora		4	3						Elevador
Descascarillado del arroz		-	2.28						Máquina
Inspección del descascarillado		-	-						Ocular y Manual
Traslado de broza del arroz a caseta de broza		8	3						Por Corriente de aire
Traslado del arroz a mesa paddy		5	2.58						Elevador
Clasificación en mesa paddy		-	1.89						Máquina
Espera temporal de granza en mesa paddy		-	-						Manual en sacos
Granza de mesa paddy retorna a Descascarillado		6.5	-						Manual
Traslado del arroz en mesa paddy a pulidor		6	10						Elevador
Pulido del arroz		-	3.57						Máquina
Inspección del pulido		-	-						Ocular y Manual
Espera para el llenado de Semolina		-	-						En sacos
Traslado a Despuntilladora		0.5	0.5						Por gravedad
Despuntillado del arroz		-	3.56						Máquina
Espera para el llenado de puntilla		-	-						En sacos
Traslado del arroz a clasificador		4	3						Elevador
Clasificado del arroz		-	3.54						Máquina
Inspección del clasificado		-	-						Ocular y Manual
Espera para el llenado de arroz oro.		-	-						Sacos
Espera para el llenado de arroz cuecho		-	-						Sacos
Transporte de semolina al área de pesado		4	1						Manual
Transporte de puntilla al área de pesado		3	1						Manual
Transporte de arroz quebrado y oro a pesado		1.5	1						Manual
Pesado de los productos y sellado		-	1						Pesa Análoga y Selladora de mano
Inspección de los sacos		-	3						Ocular y manual
Traslado a almacenamiento		3	4						Manual
Almacenamiento		-	-						
TOTAL		87.5	548.24	8	16	9	4	1	

Análisis del curso-grama

El arroz llega en granza a la arrocera, esta es descargada y llevada a los patios donde un operario se encarga de orearlo con el calor del sol de forma manual hasta conseguir un humedad del 12%, ¿Por qué se hace? Este proceso se hace porque si la granza está muy húmeda, el arroz no se procesa correctamente al momento del trillado, este proceso dura aproximadamente 480 minutos, otra manera de hacerse es a través de maquinas secadoras pero esta empresa no cuenta con esta tecnología.

Cuando la granza esta con el 12% es trasladada en sacos al almacén de materia prima, ¿Cómo se hace? es de forma manual y para esto se hace uso de 2 operarios, 20 m es la distancia entre el almacén y los patios, otra manera de hacerse es con carretilla pero no lo hacen porque resulta más incomodo para los operarios, entrar y salir de las instalaciones con este equipo.

La granza en almacén de materia prima es traslada manualmente por un operario a la pileta de recepción, 12 m es la distancia que tiene que recorrer el operario para hacer llegar un quintal de granza a la pileta, la pileta está a 1.04m de altura, aumentando el esfuerzo humano, ¿Por qué se hace de esta forma? se hace de esta forma porque no existe un mecanismo de abastecimiento automático de almacén a pileta. Otro método seria el uso de una carretilla para abastecer más rápido la pileta y reducir de esta forma la fatiga del operario, esto combinado con la construcción de la pileta a nivel de piso.

La granza es traslada por un elevador a máquina pre limpiadora, esta máquina quita las suciedades de la granza, cada 3.18 minutos limpia un quintal. Haciendo uso de otro elevador la granza es trasladada a la descascarilladora, se hace de este modo por las distancias entre maquinas. ¿De qué otro modo podría hacerse? Instalando la pre limpiadora más cerca de descascarilladora y a 2.6 m de altura aprovechando la gravedad para trasladar de una sola vez la granza al descascarillado.

El arroz por medio de otro elevador es trasladado 5 m hasta mesa paddy, la broza del arroz sale de la maquina por un tubo hasta el depósito de granza ubicada en el exterior de la empresa. Mesa paddy separa el arroz con granza y el arroz oro ¿Cómo se hace? De forma mecánica, por el movimiento longitudinal haciendo uso de 12° de inclinación de la maquina, arroz oro es trasportado a los pulidores, la granza por medio de un operario retorna a la descascarilladora, ¿Por qué lo hace esa persona? Porque la mesa paddy esta invertida con respecto a la distribución lógica del proceso, ¿Cómo debería de hacerse? Invirtiendo la mesa paddy y construyendo un trasportador sin fin para que de forma mecánica la granza retorne a descascarilladora. El operario ya no sería necesario.

El pulidor cada 3.57 minutos realiza un quintal de arroz ¿Por qué se hace? Para que le de mayor apariencia al arroz, mayor valor en el mercado y para remover la semolina. Un operario se encarga de quitar arroz cuando el pulidor esta a toda su capacidad ¿Por qué lo hace esa persona? Porque el sistema arroja mas arroz de lo que el pulidor está capacitado a procesar, y para que no se derrame. ¿De qué otro modo podría hacerse? Instalando un sistema de pulidores en cascada, esta mejora evitaría la asistencia humana a esta máquina.

Arroz pulido es despuntillado. ¿Por qué se hace? El proceso de pulido causa por defecto que el arroz de quiebre, por eso es necesario quitar ese cuecho, esta actividad da mayor valor al arroz, ¿Quién lo hace? Un maquina despuntilladora. Finalizado este proceso es trasladado por otro elevador al clasificador, ¿Qué se hace? esta máquina separa el arroz entero del arroz quebrado. La semolina, el cuecho, el arroz quebrado y el arroz 70/30 son pesados manualmente por un operario haciendo uso de una pesa análoga.

El tiempo total para que 1 quintal de arroz sea procesado desde el momento que llega hasta el momento que se almacena como producto terminado es de 548.24 minutos, esto es porque se toma en cuenta la necesidad de pasar la granza por los patios durante 480 minutos, si la granza llegara con el nivel óptimo de humedad, el proceso tardaría menos tiempo. Actualmente la distancia recorrida por la granza desde su llegada hasta su almacenamiento es de 87.5 m.

13.7 Mantenimiento:

Actualmente la arrocería San Antonio no posee un plan de mantenimiento preventivo que asegure el rendimiento de las máquinas durante la temporada de cosecha de arroz, su actividad de mantenimiento está centralizada en el mantenimiento correctivo, en las observaciones realizadas se logró constatar esta acción puesto que de las 15 visitas realizadas, 4 días estaban en mantenimiento correctivo. Las máquinas que recibieron atención correctiva durante el pleno proceso de trillado fueron: La pre-limpiadora, la descascarilladora y un elevador.

13.8 Ruido y vibraciones:

Las vibraciones que presentan las máquinas actualmente en la arrocería San Antonio son más representativas en las siguientes máquinas; Estructura de los elevadores, Descascarilladora y motor.

Los niveles de ruido en la arrocería San Antonio no se pueden declarar con precisión debido a la no disponibilidad de recursos; Sin embargo se ha identificado que los niveles de contaminación acústica son altos puesto que cuando el trillo labora resulta difícil la comunicación entre las personas que están al pendiente de las máquinas.

13.9 Simulación del proceso productivo actual con ayuda del software

ARENA:

Muestra para el estudio de tiempo:

⁽⁵⁾ La fórmula utilizada en este método es la siguiente:

$$\alpha p = \sqrt{pq/n}$$

αp = error estándar de la proporción.

p = porcentaje de tiempo inactivo.

q = porcentaje de tiempo en marcha.

n = número de observaciones o tamaño de la muestra que determinar.

Antes de aplicar esta fórmula se efectuaron cierto número de observaciones aleatorias en el lugar de trabajo para determinar los valores de p y q, estos valores se determinaron de la siguiente manera:

Se realizaron 15 visitas al trillo según el cronograma de trabajo, de estas 15 visitas 11 días estaba en operación que equivalen a q= 73 %; y 4 días el trillo estaba inactivo que equivale a p= 27%.

Antes de calcular “n” tenemos que calcular el error estándar de la proporción:

Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 20 %, esto indica que tenemos confianza en que en nuestros cálculos el 95% de los casos corresponderán a +- 20% del valor real.

$$1.96 \alpha p = 20$$

$$\alpha p = 10 \text{ (aproximadamente)}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$\alpha p = \sqrt{pq/n}$$

$$10 = \sqrt{27 * 73 / n}$$

n = 20 observaciones.

(5) Introducción al Estudio del Trabajo (OIT), 4 ta edición, George Kanawaty, capítulo 19, muestreo del trabajo y estimación estructurada, pág. 261.

Las muestras para el estudio de tiempos se tomaron a las máquinas que realizan las operaciones del trillado, debido a que son las máquinas que realizan todo el proceso de producción, el recurso humano en este caso está involucrado sólo para dar asistencia e inspección al proceso a excepción del que abastece la pila de recepción; El operario de la mesa paddy sólo está al pendiente de regresar el arroz granza a la descascarilladora, el del pulidor solo lo inspecciona y lo calibra cuando sea necesario y del clasificador que se encarga de calibrar la máquina, pesar y sellar los sacos. Este proceso es diferente a un proceso de manufactura donde el ser humano es indispensable para que la máquina produzca y realice su proceso de manera eficiente.

Tiempos cronometrados por operación:(En segundos)

Cada una de estas cifras indica el tiempo en que a un quintal de arroz granza le toma pasar por cada una de las actividades, las que se observan en la parte izquierda de las celdas.

Pila de recepción	3	3.1	4	3.3	3.1
	3.5	3	3.4	3.1	2.5
	3.2	3	2	4.1	3
	2.5	3.2	2.4	3.4	4

Pre limpiadora	3.2	2.58	3.24	3.4	3.56
	3.1	3.12	3.3	3.48	3.5
	3.21	3.56	3	2.2	3.43
	2.4	3.42	3.54	3	3.4

Descascarilladora	2.56	2.4	2.09	1.5	2.35
	2.05	2.12	2.41	2	2.5
	2.4	3.15	1.58	3.1	2.1
	2.1	2.23	2.15	2.33	2.58

Mesa Paddy	1.58	2.1	2.22	1.42	2
	1.52	2.2	2.33	1.42	2.1
	1.5	2.4	1.54	1.48	1.56
	2.1	1.52	2.26	2.2	2.4

Pulidor	3.3	3.22	4.22	3.35	4.1
	4.3	3.4	3.2	3.4	3.25
	4	3.11	3.12	3.4	4.35
	3.2	3.56	3.09	3.42	4.54

Despuntilladora	4.2	4.2	4	4.2	3.4
	3.5	3.4	3.3	3.12	3.09
	3.45	3.2	3	4.2	3.58
	4.1	3.54	3.4	3.23	3.2

Clasificador	4.1	3.05	3.21	3.1	3.1
	3.26	3.12	3.19	3.54	3.52
	3.3	3.08	4	3.18	4.3
	4.1	3.52	4.4	4.26	3.5

Pesado y Sellado	1.2	1.2	0.42	1.15	1.12
	1	1.3	0.57	1.2	1.22
	0.5	0.59	0.38	0.49	0.47
	0.56	1.02	1.1	0.55	0.52

Productividad actual de la arrocera San Antonio en base al software ARENA

En base a la información anterior mencionada, y con los estudio de tiempo realizados, se ha logrado simular todas las actividades que intervienen en el proceso del trillado del arroz, por lo tanto podemos determinar fácilmente la productividad actual de la empresa gracias a la simulación de un día completo de 8 horas laborales con el software ARENA.

La simulación proporciona los Sigüientes datos:

- Llegada de arroz granza: 155 Quintales
- Cantidad de broza producida: 17 quintales
- Cantidad de semolina obtenida: 12 quintales
- Cantidad de puntillas generadas: 2 quintales
- Arroz oro ó 70/30: 82 quintales
- Arroz quebrado o pallana: 25 quintales.
- Arroz o producto en proceso: 17 quintales.

LLEGADA ARROZ	1 5 5 . 0 0
CANT BROZA	1 7 . 0 0
CANT SEMOLINA	1 2 . 0 0
PUNTILLAS	2 . 0 0
ARROZ 70/30	8 2 . 0 0
ARROZ PALLANA	2 5 . 0 0

La arrocera San Antonio produce un promedio de 10.25 quintales oro por hora, y un promedio de 3.125 quintales de arroz quebrado o pallana cada hora, sumando el arroz oro y el quebrado podemos notar que la producción diaria es de 107 quintales, si la empresa cobra 40 C\$ por quintal, la empresa produce (107 qq* 40 C\$) 4,280 C\$ diarios. La política de la empresa establece el pago sólo en base a la pallana y arroz oro, no en base a semolina, broza o des puntilla.

Los gastos diarios para la producción de 107 quintales son:

Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Diesel para motor	1000 C\$	5 trabajadores (200C\$ diarios)	1000 C\$
Seguridad	200 C\$		
Servicios básicos	25 C\$		
	Total	2225 C\$	

Cantidad Producida – Insumos generados = 4280 C\$ - 2225 C\$ = 2055 C\$ diarios.

Productividad actual en términos monetarios: 2055 C\$.

Tabla de resultados de arena.

Replications: 1 Time Units: Minutes

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION	3.6760	(Insufficient)	3.0001	4.5386
DESPUNTILLADO	3.6064	(Insufficient)	3.0051	4.3155
MESA_PADDY	1.8538	(Insufficient)	1.3229	2.4955
PRELIMPIADO	3.1096	(Insufficient)	2.1676	3.6963
PULIDO	3.6194	(Insufficient)	3.0056	4.3164
NVA Time Per Entity	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
PESADO Y SELLADO	0.8450	(Insufficient)	0.2849	1.3921
Wait Time Per Entity	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION	0.7083	(Insufficient)	0.00	5.2016
DESPUNTILLADO	1.2030	(Insufficient)	0.00	4.8461
MESA_PADDY	0.1432	(Insufficient)	0.00	1.4782
PESADO Y SELLADO	0.01720964	(Insufficient)	0.00	0.8177
PRELIMPIADO	3.6464	(Insufficient)	0.00	7.8122
PULIDO	13.5799	(Insufficient)	0.00	26.5248
Total Time Per Entity	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION	4.3843	(Insufficient)	3.0107	9.4569
DESPUNTILLADO	4.8093	(Insufficient)	3.0051	8.5735
MESA_PADDY	1.9970	(Insufficient)	1.3307	3.3028
PESADO Y SELLADO	0.8622	(Insufficient)	0.2849	1.5197
PRELIMPIADO	6.7560	(Insufficient)	2.4472	11.2548
PULIDO	17.1993	(Insufficient)	3.3966	29.7473

Esta tabla nos muestra el tiempo del proceso en cada una de las actividades principales en la línea de producción. El proceso de clasificado es el que le da al arroz mayor valor agregado a como se muestra en los resultados del cuadro superior, en toda la simulación la clasificadora invirtió un promedio de 3.6760 minutos para agregarle valor al arroz, en otras palabras clasificarlo en arroz cuecho y arroz oro, aplicando este análisis podemos decir que la máquina que realizó en menos tiempo su valor agregado es la mesa paddy, podemos notar que en la operación de pesado y sellado no hay valor agregado, pero si tiene un tiempo de atención y es de 0.8450 minutos.

En la operación de pulido, cada entidad tiene que esperar para ser atendida como promedio un 13.57, esto es debido a que esta máquina no es suficiente para atender todo el arroz que le llega desde la mesa paddy.

La sumatoria de los tiempos en que se le agregó valor a la entidad, no se le agregó valor, y el tiempo de espera, es el tiempo total del proceso desde que llegó a la operación, podemos notar que el pulido es la actividad que más tiempo requiere para realizar su proceso.

Replications: 1 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION.Queue	0.7064	(Insufficient)	0.00	5.2016
DESCASCARILLADO.Queue	2.3139	(Insufficient)	0.00	8.2157
DESPUNTILLADO.Queue	1.1939	(Insufficient)	0.00	4.8461
MESA_PADDY.Queue	0.1432	(Insufficient)	0.00	1.4782
PESADO Y SELLADO.Queue	0.01720964	(Insufficient)	0.00	0.8177
PRELIMPIADO.Queue	3.6372	(Insufficient)	0.00	7.8122
PULIDO.Queue	13.5545	(Insufficient)	0.00	26.5248

Other

Number Waiting	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION.Queue	0.1589	(Insufficient)	0.00	2.0000
DESCASCARILLADO.Queue	0.9015	(Insufficient)	0.00	5.0000
DESPUNTILLADO.Queue	0.2786	(Insufficient)	0.00	2.0000
MESA_PADDY.Queue	0.04981103	(Insufficient)	0.00	1.0000
PESADO Y SELLADO.Queue	0.00430241	(Insufficient)	0.00	1.0000
PRELIMPIADO.Queue	1.1608	(Insufficient)	0.00	3.0000
PULIDO.Queue	3.5930	(Insufficient)	0.00	8.0000

El análisis de las colas en los procesos productivos son de vital importancia, si se realiza una buena identificación de las mismas se pueden programar planes de control y así mejorar la productividad.

En la arrocería San Antonio, el pulidor es la máquina con más cola de espera, debido a que su capacidad productiva no es suficiente para atender lo que recibe,

cada cola tarda hasta 13.5545 minutos para ser atendida, y un promedio de 3.5930 quintales de arroz esperan el apreciado pulido.

En caso contrario podemos notar la gran versatilidad de la mesa paddy, esta tarda como promedio 0.1432 minutos en atender la cola y al menos espera 0.0498

Quintales de arroz para seleccionarse la granza y arroz oro.

Replications: 1 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICADOR	0.8217	(Insufficient)	0.00	1.0000
Descascarilladora	0.8941	(Insufficient)	0.00	1.0000
DESPUNTILLADOR	0.8371	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario_SP	0.2113	(Insufficient)	0.00	1.0000
PADDY	0.6450	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR	0.9385	(Insufficient)	0.00	1.0000
zaranda	0.9885	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Busy	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICADOR	0.8217	(Insufficient)	0.00	1.0000
Descascarilladora	0.8941	(Insufficient)	0.00	1.0000
DESPUNTILLADOR	0.8371	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario_SP	0.2113	(Insufficient)	0.00	1.0000
PADDY	0.6450	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR	0.9385	(Insufficient)	0.00	1.0000
zaranda	0.9885	(Insufficient)	0.00	1.0000

El uso de los recursos es otro aspecto muy importante a analizar en esta simulación, un recurso mal utilizado provoca grandes pérdidas monetarias a la empresa, debido a que se le puede estar pagando a una persona un trabajo que bien lo puede realizar otro operario, en caso contrario un recurso puede que esté siendo sobre utilizado, esta condición puede que provoque atrasos, cuellos de botellas y por ende un bajo rendimiento productivo.

En base a la tabla podemos declarar que la zaranda o pre-limpiadora es la máquina que más tiempo pasa ocupada de las 480 minutos (8 horas laborales) solo un 2% está desocupada, un 98% está siendo utilizada.

El pulidor también es otra máquina que pasa un 93% trabajando, un 7 % pasa desocupada, a pesar de este tiempo de ocio sabemos que el pulidor requiere gran cantidad de tiempo para realizar la operación de pulido, lo que provoca la generación de colas.

El operario que aparece en la simulación se encarga de realizar la operación de pesado y sellado, debido al poco tiempo que le demanda esta actividad podemos apreciar que su tiempo laboral es del 21 %, prácticamente un 79 % pasa ocioso.

XIV. IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS A LAS CONDICIONES ACTUALES:

La arrocería San Antonio es una empresa agroindustrial que ejerce operaciones constante cuando se llega a la temporada en que las plantaciones de arroz ya están listas para ser trilladas, siendo los meses de Octubre y Noviembre y parte de Diciembre los meses en que se mantiene en constante operaciones; Sin embargo en los otros meses del año la empresa trilla arroz no muy frecuente, estando en dependencia de las personas que quieran llevar su granza a este trillo.

Cuando la arrocería trilla 8 horas continuas, todas las máquinas hacen su trabajo de mantenerse en constante operación, pero al trillar grandes cantidades continuas de granza, se presentan averías en ciertos equipos y se dan cuellos de botella en algunas operaciones, se han realizado mantenimiento correctivo en la zaranda pre-limpiadora y la descascarilladora y se presentan acumulación de arroz en la tolva de recepción del pulidor, esto ha sucedido cuando el proceso productivo está varios días en continua operación.

El tiempo en la ejecución de las operaciones es fundamental para la productividad del trillo, de manera que entre más rápido le llegue la granza a las máquinas, más rápido será el proceso, por consiguiente el cuarto elevador que se ocupa en el trillo podría estar generando un tiempo improductivo, puesto que este es el más alto de los 5 elevadores, esta altura es a consecuencia de que el pulidor, que es la máquina a la que debe abastecer, está algo distanciada. De los 5 elevadores, 2 de ellos son de metal y el resto es de madera, al ser de madera estos tienen una menor vida útil, puesto que se desgastan debido a que el arroz tiene características abrasivas, es decir filo, de manera que por tanta fricción produce desgaste, al ser los elevadores de metal, la vida útil de estos sería mayor y podría agilizarse el transporte de la granza.

La zaranda pre-limpiadora no tiene una altura suficiente, de manera que se aproveche la gravedad, actualmente al estar a una menor altura que la descascarilladora, que es a la que precede, tiene que haber un elevador, para

subir nuevamente la granza y posteriormente dejarla caer en la descascarilladora, la existencia de este elevador seria innecesaria si la pre-limpiadora estuviera a una mayor altura que la descascarilladora.

Una de las mejores máquinas con la que dispone el trillo, es la mesa paddy, esta ejerce una mayor influencia en la productividad, pero se observa un inconveniente, esta no está en la correcta ubicación para continuar con la lógica de la línea de producción, de manera que la granza sale por la parte en donde debería salir el arroz ya sin cáscara, esta ubicación es la principal razón por la que el cuarto elevador es tan alto, este tiene que estar ubicado en la parte en donde sale el arroz sin cáscara y como la paddy está en esta posición, el elevador está más distante de la siguiente operación a la que tiene que abastecer.

XV. SITUACIÓN PROPUESTA:

Una vez focalizado cuales son las actividades en las que se puede realizar mejoras, tomando en consideración el fundamento teórico, los resultados obtenidos de la simulación y las experiencias adquiridas, las propuestas de mejoras se centralizan en las siguientes acciones:

a. Construir la pila de recepción de granza bajo nivel de piso.

Esta propuesta representa una mejora en cuanto a la optimización de la pileta, de manera que si se construyera con 0.8 m. de profundidad del nivel de piso, ayudaría a abastecer más rápido todo el proceso de trillado y evitaría la fatiga del operario, puesto que este podría estar abasteciendo la pileta auxiliándose de una carretilla de mano. Una de las ventajas sería que no se regaría la granza en los alrededores de la pileta.

b. Posicionar la zaranda pre-limpiadora a una mayor altura:

Al situar la zaranda pre-limpiadora a una mayor altura, estaría más próxima al primer elevador, pero la mayor influencia de esto es que se eliminaría el segundo elevador del proceso, pasando la granza ya limpia directamente desde la zaranda hasta la descascarilladora, por medio de un tubo, sin necesidad de intervenir un elevador. La zaranda seguiría manteniendo su soporte a como está actualmente, se recomiendan 4 pilares de concretos de 0.3m x 0.3m de grosor y a una altura de 1.5 metros.

Ventajas:

- Disminuye el tiempo de circulación de la granza en esta operación.
- Aprovechamiento de la gravedad.

c. Adaptar otra maya a la zaranda pre-limpiadora actual:

Para que la granza circule aún con más rapidez en el proceso, se recomienda adaptar otra maya por debajo de la actual, de manera que la primera maya tenga orificios que permitan pasar la granza pero no aquello que tenga un mayor tamaño, como ramas o piedras, la segunda maya a instalar tiene que estar

provista con orificios más pequeños, de forma que deje pasar todo material extraño que tenga un menor tamaño que la granza. Con dos mayas paralelas la granza se hace llegar más limpia a las siguientes operaciones, para facilitar su ejecución y evitar que algún objeto extraño llegue a estas máquinas y pueda causar algún daño que afecte a corto o largo plazo la productividad.

Ventajas:

- Se evita congestión de la granza.
- mejor limpieza en la granza.

d. Girar la posición de la mesa paddy a 180 grados:

Actualmente la mesa paddy se encuentra mal ubicada, debido a que en el extremo donde sale la granza no coincide con la secuencia lógica de continuidad del proceso, para contrarrestar este problema, un operario transporta la granza hasta la descascarilladora, mientras que al invertir la posición de la mesa, el arroz ya sin cáscara saldría por el lado correcto manteniendo la línea de producción. (Ver anexos)

e. Incorporar un colcho transportador sin fin:

Con esta propuesta sería más eficiente y eficaz la retroalimentación de la granza a la descascarilladora desde la mesa paddy. Una vez que la mesa paddy se invierta de posición, el elevador más alto que se encuentra en el trillo ya no sería útil, debido a que el pulidor estaría más cerca del extremo de la mesa en donde sale el grano ya sin cáscara, acá sería necesario poner un elevador pequeño que le pase el arroz al pulidor.

Ventajas:

- No se requiere del factor humano para la retroalimentación de la granza a la descascarilladora.
- Retroalimentación constante de la granza.
- Menor tiempo para pasar el arroz al pulido.

f. Incorporar un segundo pulidor:

Debido a que el pulidor se considera que es una de las actividades que forma colas a la hora del proceso, se propone la incorporación de un nuevo pulidor, para conectarlos en forma de cascada, esto ayudará a que al pulidor actual no se le demande mucha presión para pulir los granos, de manera que estos pasarían más rápidos hacia el otro pulidor que le daría el toque final al pulido del grano, logrando ejercer menos presión y obteniendo un mejor flujo del arroz.

Ventajas:

- optimización del tiempo de pulido.
- Grano más entero al aplicar menos presión.
- No habrían cuellos de botellas.
- Recurso humano innecesario.

g. Cambiar elevadores de madera a metales:

Al cambiar los elevadores de madera a metal se obtiene un transporte más rápido del producto, debido a que el metal es menos rugoso que la madera y por ende sufre menos desgaste incrementando su vida útil, generando menos tiempo en mantenimiento e inversión de tiempo, estos elevadores deberán estar provistos de guacales de plásticos en vez de metal, puesto que serían más livianos y resistentes al desgaste.

h. Descripción del proceso con las propuestas incorporada:

Secado de la granza:

Este secado solamente será necesario cuando se observe que la granza que llega al trillo no está cerca a los 12° de humedad, si la granza que llegue se observa que está en grado de humedad aceptable, se puede ingresar al sistema de producción para su respectivo proceso.

Recepción y limpiado de la granza:

La granza se deposita en la pileta que está bajo nivel de piso, para que el primer elevador la haga llegar hasta la zaranda pre-limpiadora, acá la granza pasará por la primera malla para separarla de cualquier material extraño que sea más grande que esta, luego la granza cae a la otra malla que está por debajo de la primera, para que cualquier cosa que sea más pequeña que la granza caiga debajo de la segunda maya, y la granza ya limpia salga por medio de un tubo hasta la tolva de recepción de la descascarilladora.

Descascarillado:

Se realiza la separación de la cáscara del grano de arroz mediante los rodos internos de esta máquina, se extrae la broza o cáscara por medio de un tubo hasta el exterior de la planta y luego sale entre el 80 a 90% del arroz ya sin cáscara y cae en los pies del segundo elevador, para hacerle llegar el arroz hasta la mesa paddy, pero aún con algo de granza.

Clasificado en mesa paddy:

Ya posicionada correctamente la paddy, se realiza la separación de la granza y el arroz ya pelado, la granza es transportada por medio de un colcho transportador hasta la tolva de recepción de la descascarilladora, sin necesidad de un recurso humano y el arroz sin cáscara es puesto en los pies de un tercer elevador que no necesite de una gran altura, para hacerle llegar los granos de arroz a los pulidores que estarían a una corta distancia para depositarlos por medio de un tubo hasta la tolva del primer pulidor.

Pulido del arroz:

En el primer pulidor se haría pasar el arroz con una menor presión para quitar parte de su superficie (semolina) y lograr que este pase al segundo pulidor más rápido y con un menor porcentaje de granos quebrado, en este pulidor se daría el toque final del pulido, con una presión sobre el grano que le permita pasar rápidamente sin gestionar condiciones de colas de espera o cuellos de botella.

Despuntillado:

Se separa los granos de arroz que midan $\frac{1}{3}$ del tamaño del grano entero, las puntillas se separan por medio de una malla y saldrán a través de un tubo hasta un saco y los granos más enteros continuarán la secuencia de producción hasta llegar a los pies de un cuarto elevador que los dejará caer hasta el clasificador.

Clasificación:

Se configura el tambor clasificador de acuerdo a la calidad que quiera el cliente, en uno de los extremos de la máquina saldrá la calidad de arroz pre-determinada y por el otro extremo saldrá el arroz quebrado o arroz pallana. En cada extremo hay un saco colgado de cuatro ganchos, donde un operario está al pendiente de que esté lo más próximo a las 100 libras y posteriormente pasar a la siguiente operación.

Pesado:

El operario toma el saco y lo pone en una pesa análoga para determinar el peso exacto y luego realizar la última operación.

Sellado:

El mismo operario utiliza una pequeña máquina especial para el sellado de sacos, utilizando un hilo resistente para evitar una posible abertura del saco.

i. Curso-grama Analítico del proceso con las propuestas incorporadas

CURSO GRAMA ANALÍTICO		Operario / Material / Equipo							
DIAGRAMA núm. 1 HOJA: num.1		R E S U M E N							
Objeto: Arroz en granza		Actividad	Actual	propuesta	Economía				
ACTIVIDAD: Proceso de trilla de arroz, desde recepción hasta Almacenamiento METODO: Propuesto.	Operación	○	8						
	Trasporte	⇒	16						
	Espera	□	8						
	Inspección	□	4						
	Almacenamiento	▽	1						
LUGAR: Arrocería San Antonio, km 50 carretera sur, Jinotepe, Carazo		Distancia = 53.5 m.							
Operarios: 4		Tiempo= 543 minutos							
Descripción	Cantidad/ quintales	Distancia/ m	Tiempo/ Min	símbolo					observaciones
				○	⇒	□	□	▽	
Llegada arroz granza.	1	-	-						Vehículos
Traslado arroz granza a patios.		8	3						Manual
Secado en patio, Hasta obtener 12% humedad.		-	480						Manual
Inspección del nivel de humedad.		-	2						
Demora en sacos.		-	3						Manual
Traslado a bodega.		20	3						
Demora temporal de granza.		-	-						
Traslado a pileta.		12	2.14						Manual
Pileta de recepción de granza.		-	1						-
Traslado a Zaranda pre limpiadora.		2	3						Elevador
Pre limpiado.		-	3.18						Zaranda.
Descascarillado del arroz.		-	2.28						Máquina
Inspección del descascarillado.		-	-						Ocular y Manual
Traslado de broza del arroz a caseta de broza.		8	3						Por Corriente de aire
Traslado del arroz a mesa paddy.		5	2.58						Elevador
Clasificación en mesa paddy		-	1.89						Máquina
Granza de mesa paddy retorna a Descascarillado		3	-						Tornillo sin fin
Traslado del arroz de mesa paddy a pulidor		2	10						Elevador
Pulido del arroz		-	3.57						Máquina
Inspección del pulido		-	-						Ocular y Manual
Espera para el llenado de la Semolina		-	-						En sacos
Traslado a Despuntilladora		0.5	0.5						Por gravedad
Des puntillado del arroz		-	3.56						Máquina
Espera para el llenado de la puntilla		-	-						En sacos
Traslado del arroz al clasificador		4	3						Elevador
Clasificado del arroz		-	3.54						Máquina
Inspección del clasificado		-	-						Ocular y Manual
Espera para el llenado del arroz ORO		-	-						Sacos
Espera para el llenado del arroz cuecho		-	-						Sacos
Transporte de semolina al área de pesado		4	1						Manual
Transporte de puntilla al área de pesado		3	1						Manual
Transporte de arroz quebrado y ORO a pesado		1.5	1						Manual
Pesado de los productos y sellado		-	1						Pesa Análoga y Selladora de mano
Inspección de los sacos		-	3						Ocular y manual
Traslado a almacenamiento		3	4						Manual
Almacenamiento									
TOTAL		76	545.24	8	16	8	4	1	

Análisis del curso-grama analítico con las mejoras incorporadas:

En el curso-grama analítico con las mejoras incorporadas, se logra apreciar que con el nuevo método se ha reducido significativamente la fatiga del operario que abastece la pila de recepción, tener la pileta a nivel de piso permite al operario el uso de una carretilla de mano y abastecer la pileta de una manera más uniforme.

Se ha eliminado transportes que eran innecesarios. Construyendo la pre limpiadora a 2.6 m de altura y muy cerca de la descascarilladora, se traslada la granza fácilmente al proceso de descascarillado, con este método se elimina un elevador. El arroz un vez descascarillado es traslado al depósito de broza de arroz al exterior de la empresa ¿Como se hace? Por medio de un tubo pvc, la descascarilladora genera un corriente de aire, este aire impulsa la broza por el tubo.

El arroz es llevado a la mesa paddy ¿Qué se hace? El movimiento longitudinal, junto con la inclinación permite la separación de granza y de arroz, la inversión de la mesa paddy a 180 ° ha permitido la construcción de un colcho trasportador sin fin que retroalimenta la granza a la descascarilladora, ¿Cómo se hace? El sistema es mecánico cuando la granza cae al pie del sin fin este, lo toma y lo lleva hasta la descascarilladora con este nuevo método el operario resulta innecesario.

El arroz es traslado al los pulidores por medio de un elevador, ¿Cuándo se hace?, se debe hacer cuando la mesa paddy termina de seleccionarlo. El arroz llega a los pulidores con el propósito de quitarle la semolina ¿Cómo se hace? El sistema en cascada hace que el primer pulidor quite el 50% de la semolina y el segundo que remueva el otro 50%, estos pulidores son mecánicos, con este método se hace innecesaria la asistencia humana al pulidor.

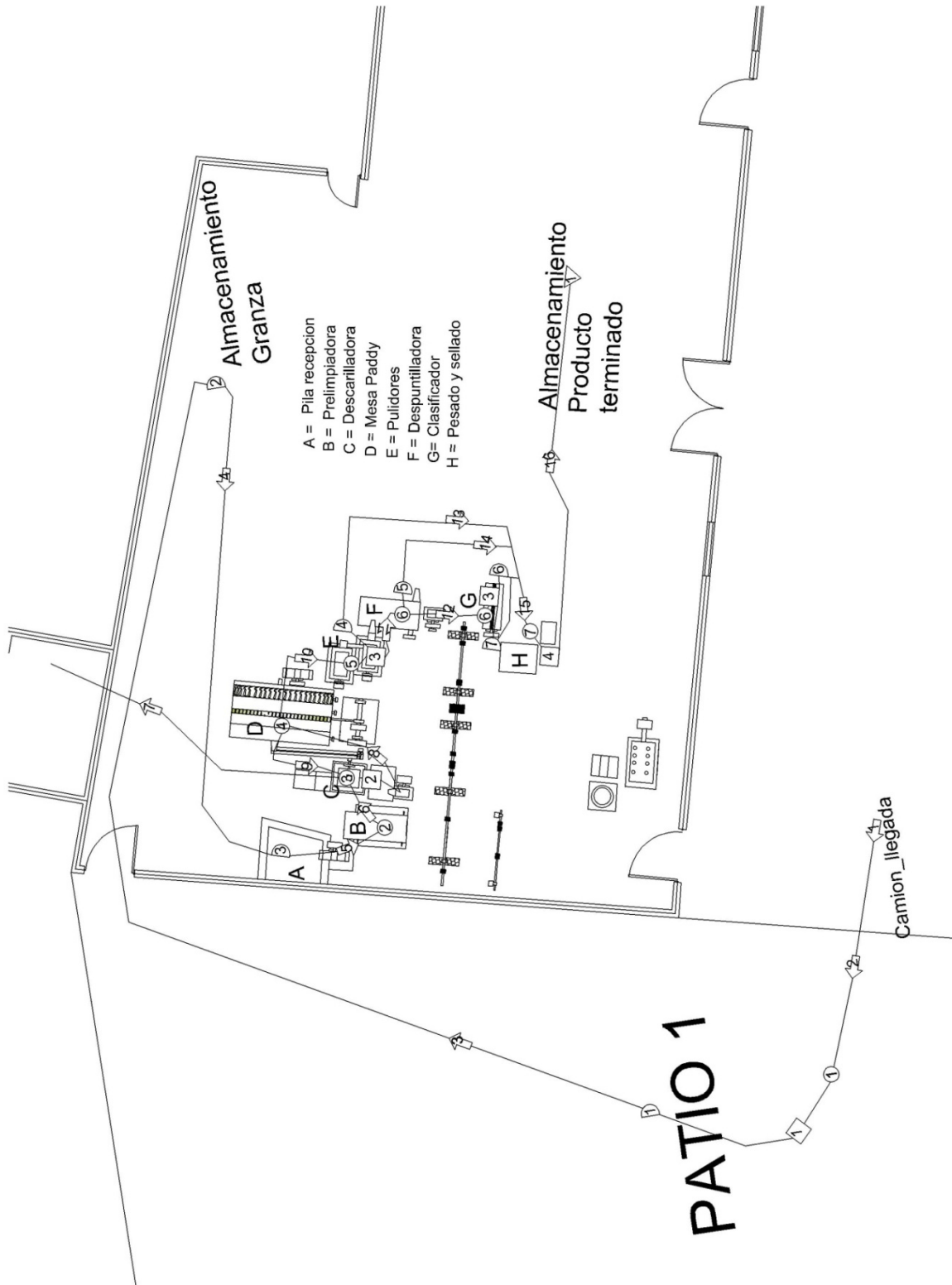
El arroz llega a la despuntilladora, el proceso es el mismo con el actual , al igual que el clasificado y el sellado permanecen iguales, no se realizaron mejoras en estas maquinas,

A manera de resumen ocho operaciones continúan siendo las mismas, ya que son indispensables, no así el caso del transporte que se han reducido debido a la eliminación de un elevador que llevaba la granza de la pre-limpiadora a la descascarilladora.

Se ha reducido una demora, antes había en el proceso 9 con la implementación del método mejorado hay 8 demoras, esto es porque se ha incorporado un colcho transportador en conjunto con la inversión de la mesa paddy a 180°. Analizando las inspecciones siguen siendo las mismas ya que son indispensables para este proceso, de igual modo el almacenamiento, se puede notar el mismo.

El proceso de trillado de 1 quintal de granza con este nuevo diagrama tarda 545 minutos, reduciendo 4 minutos en comparación al actual. 76 m. es la distancia que necesita la granza para recorrer toda la línea de producción en el método propuesto, se han reducido aproximadamente 12 m. en relación con el método actual que posee una distancia total de 87.5 m

j. Diagrama de recorrido con las propuestas incorporadas



k. Análisis de los resultados de la simulación con las mejoras incorporadas.

El análisis de resultados con las propuestas integradas se hace en base a la simulación de ocho horas laborales. A continuación se explica cada uno de los resultados obtenidos, apoyándonos con las tablas de resultado que facilita el software arena una vez finalizada la simulación.

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Value	Maximum Value
CLASIFICACION	3.1094	(Insufficient)	2.4359	3.6627
DESCASCARILLADO	2.1130	(Insufficient)	1.7074	2.4493
DESPUNTILLADO	2.8483	(Insufficient)	2.1641	5.1216
MESA_PADDY	1.8857	(Insufficient)	1.3202	2.4948
PRELIMPIADO	2.5778	(Insufficient)	2.0004	3.3079
PULIDO	1.3849	(Insufficient)	1.0010	2.5995
PULIDO_2	1.4004	(Insufficient)	1.0027	2.4429
NVA Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Value	Maximum Value
PESADO Y SELLADO	0.8175	(Insufficient)	0.3053	1.3907
Wait Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Value	Maximum Value
CLASIFICACION	3.3978	(Insufficient)	0.00	11.7090
DESCASCARILLADO	3.1523	(Insufficient)	0.00	8.1632
DESPUNTILLADO	2.9452	(Insufficient)	0.00	9.5589
MESA_PADDY	0.1923	(Insufficient)	0.00	1.6777
PESADO Y SELLADO	0.02058172	(Insufficient)	0.00	0.7347
PRELIMPIADO	1.0747	(Insufficient)	0.00	3.5631
PULIDO	0.02960292	(Insufficient)	0.00	0.7138
PULIDO_2	0.02902276	(Insufficient)	0.00	0.8391
Total Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Value	Maximum Value
CLASIFICACION	6.5072	(Insufficient)	2.6247	14.9271
DESCASCARILLADO	5.2653	(Insufficient)	1.8226	10.2738
DESPUNTILLADO	5.7935	(Insufficient)	2.3451	13.1723
MESA_PADDY	2.0780	(Insufficient)	1.3229	3.7101
PESADO Y SELLADO	0.8380	(Insufficient)	0.3053	1.3907
PRELIMPIADO	3.6524	(Insufficient)	2.1361	5.9813
PULIDO	1.4145	(Insufficient)	1.0010	2.5995
PULIDO_2	1.4295	(Insufficient)	1.0027	2.4429

La importancia de esta tabla radica en wait time per entity donde nos indica que la actividad de pulido ya no hace esperar mucho tiempo al arroz para ser procesado, al implementar la propuesta el promedio de tiempo en que un quintal de arroz tiene que esperar para ser atendido en el proceso de pulido es de 0.029 minutos, siendo un promedio más bajo que en la simulación del estado actual de la

arrocera. Todas las operaciones le dan un valor agregado al arroz, pero se logra observar que es el operación de clasificado en donde más valor agregado se le da al producto, puesto que entre más cantidad de arroz oro se obtenga, más divisas para la empresa. Al simular las condiciones del proceso con las propuestas incorporadas, se logra agilizar las actividades en donde se estaban presentando deficiencias productivas, sin embargo se logra observar en la tabla que la operación de clasificación es la que tiene un mayor promedio de 6.5072 minutos que requiere para procesar un quintal de arroz una vez que se encuentra en el tambor clasificador.

Queue

Time

Waiting Time	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION.Queue	3.3721	(Insufficient)	0.00	11.7090
DESCASCARILLADO.Queue	3.1547	(Insufficient)	0.00	8.1632
DESPUNTILLADO.Queue	2.9441	(Insufficient)	0.00	9.5589
MESA_PADDY.Queue	0.1980	(Insufficient)	0.00	1.6777
PESADO Y SELLADO.Queue	0.02058172	(Insufficient)	0.00	0.7347
PRELIMPIADO.Queue	1.0759	(Insufficient)	0.00	3.5631
PULIDO.Queue	0.02940688	(Insufficient)	0.00	0.7138
PULIDO_2.Queue	0.02902276	(Insufficient)	0.00	0.8391

Other

Number Waiting	Average	HalfWidt	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICACION.Queue	0.9273	(Insufficient)	0.00	4.0000
DESCASCARILLADO.Queue	1.4231	(Correlated)	0.00	4.0000
DESPUNTILLADO.Queue	0.8403	(Insufficient)	0.00	4.0000
MESA_PADDY.Queue	0.07836347	(Insufficient)	0.00	1.0000
PESADO Y SELLADO.Queue	0.00630315	(Insufficient)	0.00	1.0000
PRELIMPIADO.Queue	0.4079	(Correlated)	0.00	2.0000
PULIDO.Queue	0.00925091	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDO_2.Queue	0.00906961	(Insufficient)	0.00	1.0000

La tabla QUEUE, nos muestra que la operación del pulido ya no representa colas de espera, es decir al incorporar la propuesta de adquirir otro pulidor, el promedio

de tiempo que dilata es de 0.029 minutos para atender un promedio de 0.0090 quintales de arroz, siendo una de las actividades más eficientes para el proceso productivo de la arrocera; Sin embargo el proceso de clasificación es el que presentaría un promedio de 3.3721 minutos para atender un promedio de 0.9273 quintales de arroz.

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidth	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICADOR	0.8511	(Insufficient)	0.00	1.0000
Descascarilladora	0.9371	(Insufficient)	0.00	1.0000
DESPUNTILLADOR	0.8113	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario_SP	0.2503	(Insufficient)	0.00	1.0000
PADDY	0.7439	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR	0.4345	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR_2	0.4376	(Insufficient)	0.00	1.0000
zaranda	0.9726	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Busy	Average	HalfWidth	Minimu Value	Maximu Value
CLASIFICADOR	0.8511	(Insufficient)	0.00	1.0000
Descascarilladora	0.9371	(Insufficient)	0.00	1.0000
DESPUNTILLADOR	0.8113	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario_SP	0.2503	(Insufficient)	0.00	1.0000
PADDY	0.7439	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR	0.4345	(Insufficient)	0.00	1.0000
PULIDOR_2	0.4376	(Insufficient)	0.00	1.0000
zaranda	0.9726	(Insufficient)	0.00	1.0000

la tabla Resource, nos indica cual es la máquina que paso más tiempo ocupada en la simulación del proceso, podemos observar que la zaranda pre-limpiadora es la que estuvo mayormente ocupada, con un promedio de 97% de ocupación, siendo la misma actividad que permanece ocupada un mayor promedio en comparación con el método actual. La descascarilladora es la máquina que le sigue en lista con un promedio de utilización del 93% y así continuamente se puede ir observando en la tabla cuales son las máquinas que pasaron un mayor y un menor promedio

en pleno proceso de simulación del proceso productivo del trillado del arroz en la arrocera San Antonio.

Diferencias entre los resultados de la simulación con las condiciones actuales y la simulación con las propuestas incorporadas:

LLEGADA ARROZ
1 5 5 . 0 0
CANT BROZA
1 7 . 0 0
CANT SEMOLINA
1 2 . 0 0
PUNTILLAS
2 . 0 0
ARROZ 70/30
8 2 . 0 0
ARROZ PALLANA
2 5 . 0 0

LLEGADA ARROZ GRANZA
1 8 3 . 0 0
CANT BROZA
2 1 . 0 0
CANT SEMOLINA
1 3 . 0 0
PUNTILLAS
3 . 0 0
ARROZ ORO
1 0 4 . 0 0
ARROZ PALLANA
2 7 . 0 0

Resultados de la condición actual. Resultado de la simulación con las propuestas.

Como se puede observar, las salidas del producto que se obtienen de la simulación con las mejoras presenta 183 quintales de arroz granza que entraron al proceso en las mismas ocho horas de simulación que se realizaron con las condiciones actuales, obteniendo un incremento de 28 quintales más que entrarían al proceso productivo, por ende al entrar más cantidad de granza al proceso tiene que salir más cantidad de broza (21 quintales), semolina (13 quintales), puntillas(3quintales), arroz oro (104 quintales) y arroz pallana (27 quintales), de manera que al incrementar la producción de la empresa, incrementaría su productividad en términos monetarios.

Con las propuestas incorporadas se hace innecesaria la utilización del recurso humano en la mesa paddy y en los pulidores, por el hecho que este tipo de proceso productivo agro-industrial es bastante mecanizado y requiere de poco personal para la realización de operaciones.

Producción diaria en condiciones actuales (en términos monetarios)	Producción diaria en condiciones propuestas (en términos monetarios)
Arroz oro 82 qq x C\$ 40 = C\$ 3,280	Arroz oro 104 x C\$ 40 = C\$ 4,160
Arroz pallana 25 qq x C\$ 40 = C\$ 1,000	Arroz pallana 27 qq x C\$ 40 = C\$ 1,080
Total Producción = C\$ 4,280	Total Producción = C\$ 5,240

En este caso podría decirse que el valor de su producto suele ser de **107 qq * 40 C \$ = 4,280 C \$** al día. Y que ahora es de **131 qq * 40 \$ = 5,240C\$** al día. Por tanto su aumento de productividad sería de:

$$\text{C\$ } (5,240 - 4,280) / 4,280 = 22\% \text{ en productividad}$$

Gastos diarios en condiciones actuales (en términos monetarios)	Gastos diarios en condiciones propuestas (en términos monetarios)
Diesel para el motor = C\$ 1,000	Diesel para el motor = C\$ 1,000
Seguridad = C\$ 200	Seguridad = C\$ 200
Servicios básicos = C\$ 25	Servicios básicos = C\$ 25
5 trabajadores C\$ 200 c /u = C\$ 1,000	3 trabajadores C\$ 200 c /u = C\$ 600
Total gastos = C\$ 2,225	Total gastos = C\$ 1,825

Productividad diaria en condiciones actuales (en términos monetarios)	Productividad diaria en condiciones propuestas (en términos monetarios)
Total producción = C\$ 4,280	Total producción = C\$ 5,240
(menos) Total gastos = C\$ 2,225	(menos) Total gastos = C\$ 1,825
Total = C\$ 2,055	Total = C\$ 3,415

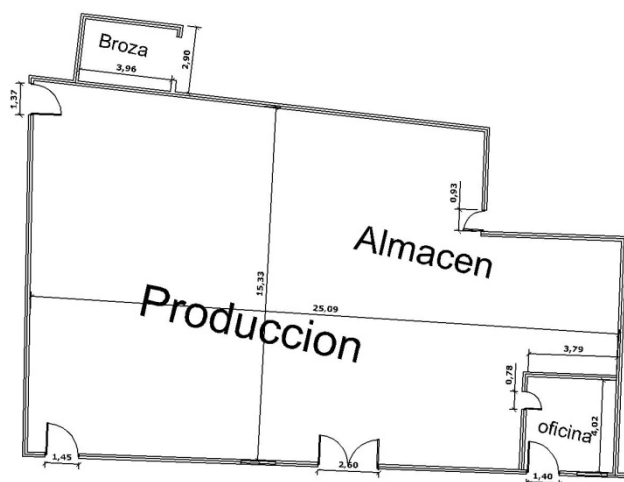
$$\text{C\$ } (3,415 - 2,055) / 2,055 = 66\% \text{ en utilidades.}$$

I. Distribución de planta propuesta.

El proceso del trillado del arroz es en serie, de manera que el proceso continuará con este principio. Se ha optimizado las instalaciones a través de una mejor distribución de equipos y herramientas, reducción de elevadores y distancias.

A continuación se muestran cada una de las etapas del proceso y las áreas donde se ha aplicado las mejoras.

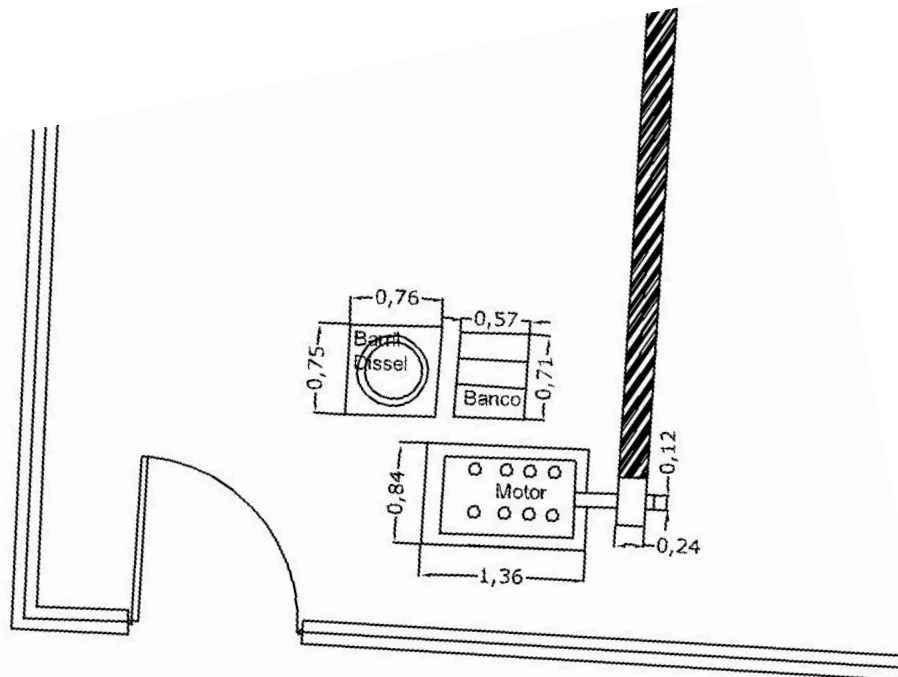
- Áreas de la empresa:



Nombre	Área total
Producción y almacén	330 m ²
Oficina	15.2m ²
Broza	10.69 m ²

El área total de la empresa mantiene las mismas dimensiones, esto es porque estas áreas ya están determinadas por la infraestructura o construcción de la empresa.

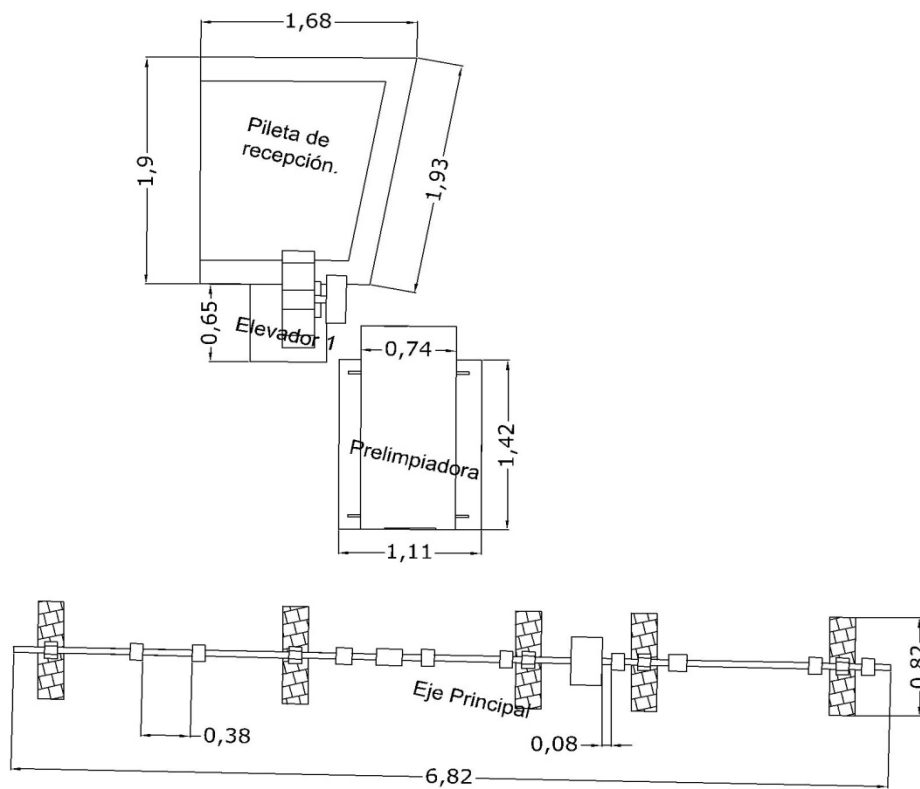
- Motor, Estructura que sostiene el barril de diesel y banco de madera.



Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
1	Barril diesel	1.2m	0.84m	1.36	1.14m ²	-	1.14m ²
2	Banco madera	0.83m	0.57m	0.71	0.4 m ²	-	0.4 m ²
3	Estante del diesel	2.21m	0.75m	0.76m	0.57 m ²	-	0.57 m ²

El motor de combustión interna continúa en su misma posición al igual que la estructura que sostiene el barril de diesel, el banco de madera resulta necesario para supervisar la cantidad de diesel en el barril y abastecer de combustible cuando sea necesario, por estas razones se considera que esta área no requiere mejoras actuales.

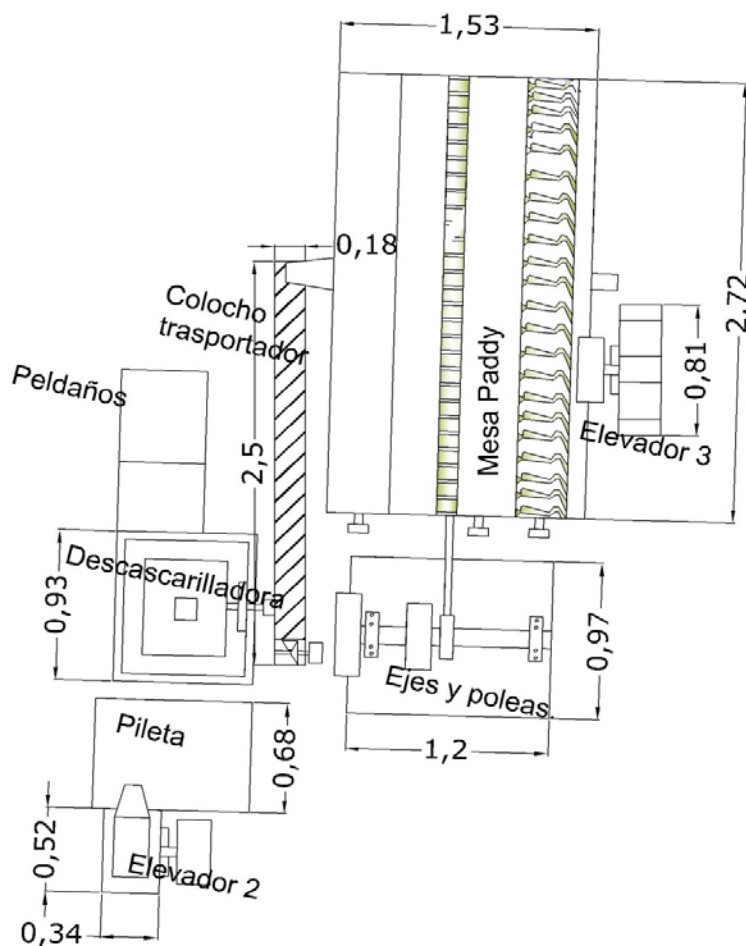
- Pila de recepción, elevador 1 y pre limpiadora.



Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
4	Pileta recepción	0.08	1.68m	1.93m	3.24m ²	1 m ²	4.24 m ²
5	Elevador 1	3.6m	0.72m	0.65m	0.46 m ²	-	0.46m ²
6	Pre limpiadora	2.61m	1.11m	1.42m	1.57 m ²	-	1.57 m ²
7	Eje principal	0.7m	0.82m	6.82	5.59m ²	-	5.59 m ²

En esta área se han realizado notables mejoras tales como: Construcción de la pileta de recepción bajo nivel de piso, la parte donde abastece el operario sólo tiene 0.08 m de alto, esto le ayudará a abastecer más rápido con una carretilla, se eliminó un elevador, y se elevó la pre limpiadora a 2.61 m. de altura para aprovechar la gravedad, al eje principal se le han modificado algunas poleas, una de ellas es la reubicación de la polea de la pre limpiadora.

Elevador 2 y 3, Pileta de descarga de la descascarilladora, mesa paddy, ejes poleas y colococho transportador.



Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
8	Descascarilladora	0.48	0.83m	0.93m	0.77m ²	-	1.02 m ²
9	Peldaños	0.2	0.51m	1m	0.51 m ²	-	1.51 m ²
10	Pileta	-	0.68m	0.94m	0.47 m ²	-	0.47 m ²
11	Elevador 2	4.8 m	0.34m	0.52 m	0.17 m ²	-	0.17 m ²
12	Elevador 3	3.5 m	0.34m	0.8m	0.17 m ²	-	0.17 m ²
13	Mesa Paddy	1.37m	1.53m	2.72m	4.16 m ²	-	5.16 m ²
14	Colocho transporte.	2 m	0.18	2.5 m	0.45 m ²	-	0.45 m ²
15	Eje, poleas	0.9m	1.2m	0.97m	1.16 m ²	-	1.16 m ²

Las mejoras en esta área consisten en: Reubicar la descascarilladora a 0.48 m del nivel de piso, para ayudar al abastecimiento de granza que proviene de la pre limpiadora, por consecuencia los peldaños para llegar a la descascarilladora son eliminados y solo se construirían 2 a una altura de 0.2 m, El elevador 2 permanece con sus dimensiones y su ubicación ya que es necesario para trasportar la granza a la mesa paddy, de igual manera la pileta de la descascarilladora.

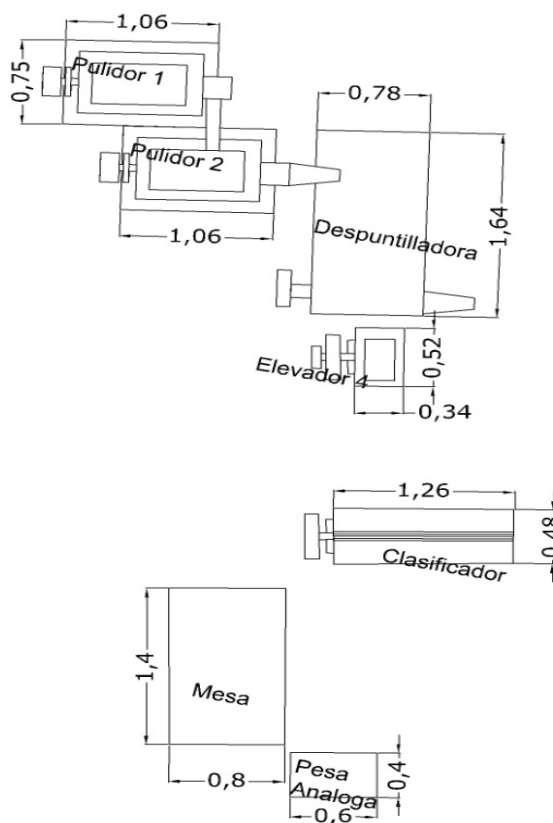
La mesa paddy mantiene sus dimensiones, se puede contribuir a la mejora del sistema productivo girando la mesa paddy 180 grados, esto con el objetivo de que el proceso tenga más sentido lógico y reducir tiempos y equipos innecesarios. Gracias a este cambio se propone construir un coloch transportador de 0.18 de ancho y de 2.5 m de largo, con una altura de 2 m, la granza producto de la clasificación en la mesa paddy fácilmente podrá retornar a la descascarilladora sin mucha demora, gracias a esta mejora el recurso humano resulta innecesario.

Para instalar este coloch transportador es bueno mencionar que se necesita de un sistema de engranajes cónicos, para cambiar en giro de rotación del eje, que proviene del motor principal.

Consecuencia de la rotación de la mesa paddy se puede instalar un tercer elevador, pero en el otro extremo de la mesa paddy, con una altura de 3.2 m, esta es la altura necesaria para trasportar el arroz oro a los pulidores por medio de un tubo pvc.

Los ejes y poleas permanecen en la misma posición, y con las mismas dimensiones.

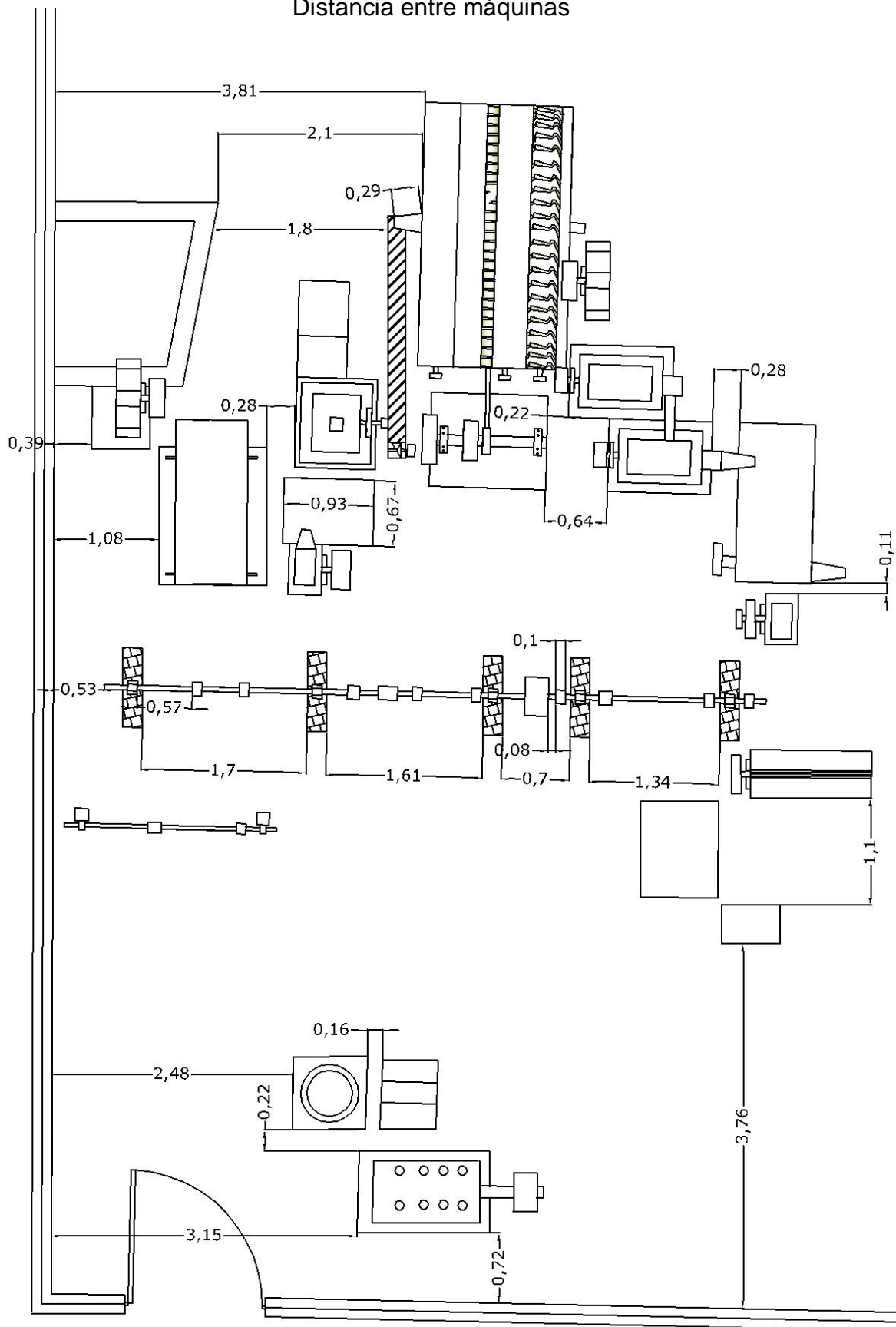
Pulidores, Despuntilladora, Elevador 4, Clasificador, pesa análoga.



Número	Máquina, equipo o puesto	Dimensiones				Superficie necesaria	
		Alto	Ancho	Largo	Máquina	operario	total
16	Pulidor 1	1.7m	0.75m	1.06m	0.79m ²	1 m ²	1.79 m ²
17	Pulidor 2	2.4m	0.75m	1.06m	0.79m ²	1 m ²	1.79 m ²
18	Despuntilladora	0.7m	0.78m	1.04m	0.81 m ²	-	0.81
19	Elevador 4	2.6m	0.28m	0.52m	0.14 m ²	-	0.14
20	Clasificador	1.43m	0.48m	1.25m	0.6 m ²	1 m ²	1.06
21	Mesa	0.71m	0.8m	1.4m	1.12 m ²	-	1.12 m ²
22	Pesa Análoga	1.06m	0.4m	0.6m	0.24 m ²	-	0.24 m ²

Se propone la instalación de otro pulidor para ubicarlos en cascada, las dimensiones son la misma 0.75m * 1.06 m, pero en altura varían. Los demás equipo permanecen en su posición según la línea del proceso.

Distancia entre máquinas



CONCLUSIONES:

De acuerdo al alcance de los objetivos:

1. Luego de haber observado y comprendido el proceso del trillado del arroz, se logró realizar un diseño de toda la línea de producción actual para lograr la comprensión del proceso productivo que se realiza en la arrocera San Antonio.
2. Se procesaron los tiempos en cada una de las actividades que intervienen en el proceso, pero no todas las mediciones fueron precisas, debido a los inconvenientes que se presentaron durante el proceso como: Paros imprevistos a causa de averías en las maquinarias, poca precisión a la hora de medir un quintal en proceso, de manera que el segundo objetivo se logró en un 80 %.
3. Se logró realizar la simulación en el software ARENA del proceso productivo actual que realiza la arrocera, identificando las cantidades de arroz granza que entran al proceso, así como la cantidad de broza, semolina, puntillas, arroz pallana y arroz oro que se obtienen al finalizar 8 horas continuas de simulación, cuyos resultados demuestran que el principal cuello de botella es la operación de pulido y la operación más eficiente es la separación del arroz y la granza en la mesa paddy.
4. El mantenimiento que realizan en la arrocera es el correctivo, siendo poco realizado el mantenimiento preventivo, debido a esto el proceso productivo se ve afectado en ciertas ocasiones para corregir averías cuando se está en pleno proceso de producción.
5. Se logró realizar un nuevo diseño que refleja las propuestas de mejoras al proceso productivo actual, para contribuir a una mejor productividad de la arrocera se logró el rediseño de algunas máquinas como la zaranda pre-limpiadora, mesa paddy y algunos elevadores, en la operación de pulido se identificó que al incorporar otro pulidor el recurso humano sería innecesario en esta operación, de igual manera con el rediseño de la mesa paddy.

RECOMENDACIONES:

En función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Construir la pileta bajo nivel de piso, para agilizar y facilitar el abastecimiento, y evitar que la granza salga de la pileta.
2. Posicionar la zaranda a 2.6 m. de altura, para aprovechar la gravedad y evitar la existencia de un elevador, además adaptarle una segunda malla para garantizar mayor limpieza y evitar aglomeramiento de granza.
3. Bajar la descascarilladora para que quede a una altura de 0.48 m. de manera que sea más baja que la pre-limpiadora para establecer un buen descenso de la granza a la tolva de recepción de la descascarilladora.
4. Girar la mesa paddy 180° para continuar con la secuencia lógica del proceso y evitar que el tercer elevador sea muy alto. Instalarle un colcho transportador que retroalimente a la descascarilladora, evitando así el factor humano.
5. Adquirir otro pulidor y ubicarlo en cascada con el pulidor actual, para evitar el cuello de botella, obtener más granos enteros y optimizar el tiempo de pulido.
6. Cambiar los elevadores de madera a metal y de igual manera cambiar sus guacales internos que transportan los granos, de metal a madera.
7. Realizar un plan de mantenimiento periódico priorizando el mantenimiento preventivo y disminuir así el mantenimiento correctivo.
8. Usar protectores auditivos adecuados durante el proceso este en marcha, para contrarrestar el ruido del trillo y evitar así la pérdida del sentido auditivo por exposición continua al ruido.

I. BIBLIOGRAFIA:

Carlos Eduardo Méndez Alvares: METODOLOGIA, Diseño y desarrollo del proceso de investigación, tercera edición. McGRAW – HILL.

Kanawaty (publicado con la dirección de): *introducción al estudio de trabajo, Ginebra*, oficina internacional del trabajo, cuarta edición (revisada), 1996.

Niebel Freivalds: *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*, 8ª edición.

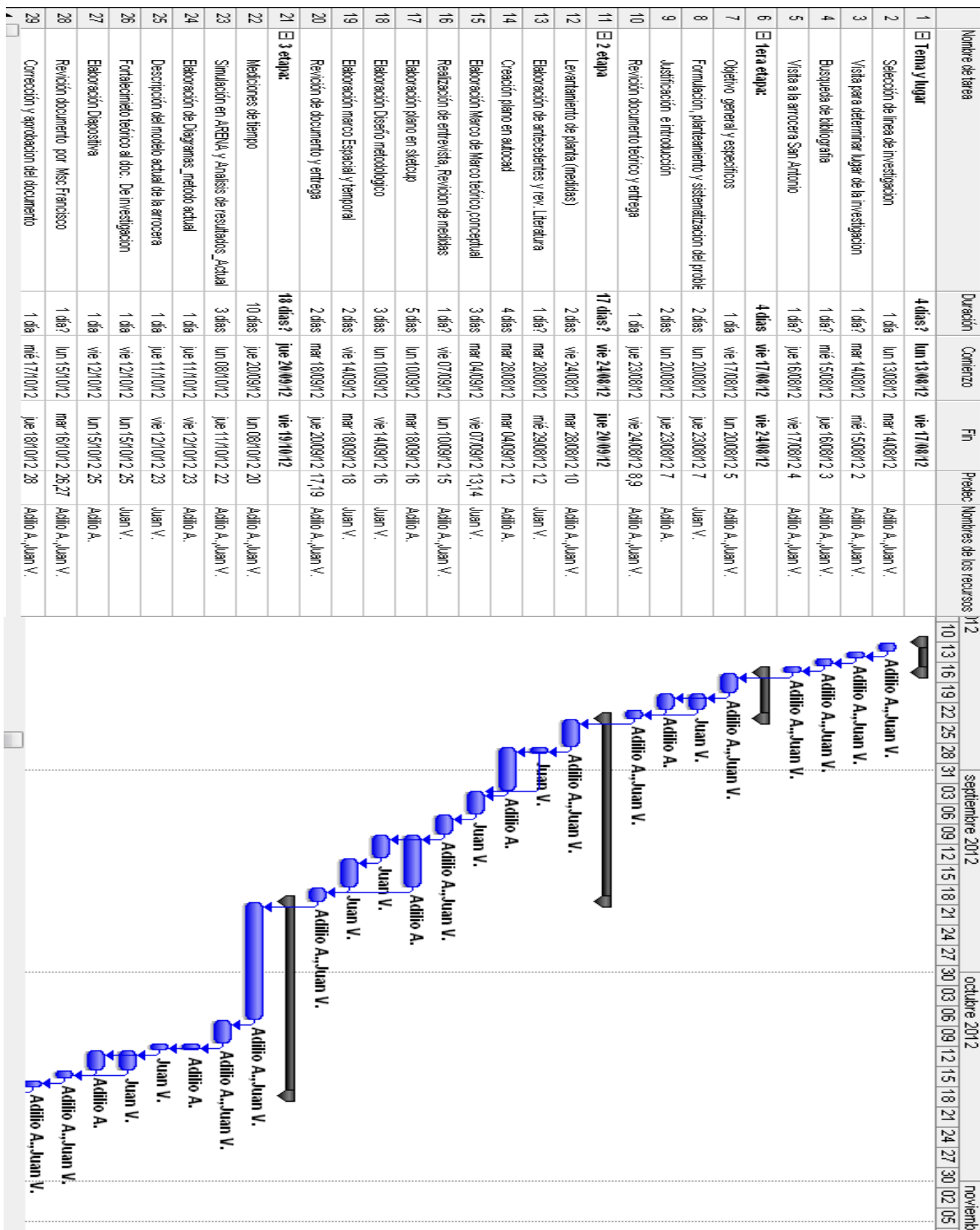
Roberto Hernández Sampierí; Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio: *Metodología de la investigación*, 1991, respecto a la primera edición por McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.

Roberto García Criollo: *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo*, segunda edición. McGRAW – HILL.

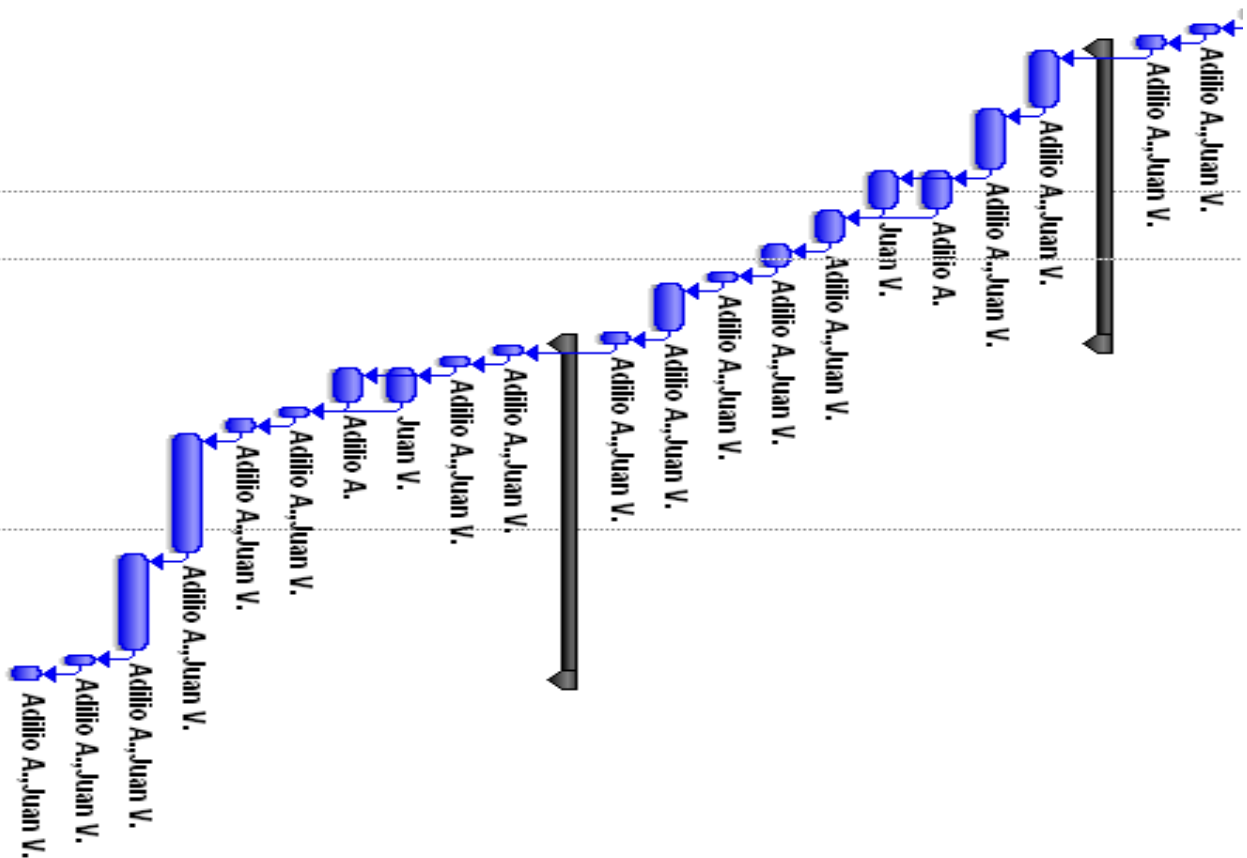


ANEXOS

CRONOGRAMA DE TRABAJO ELABORADO EN PROJECT.



29	Corrección y aprobación del documento	1 día	mié 17/10/12	jue 18/10/12	29	Adilio A., Juan V.
30	Impresión y entrega de documento para UDC	1 día?	jue 18/10/12	vie 19/10/12	29	Adilio A., Juan V.
31	Etapa 4	16 días?	vie 19/10/12	mié 14/11/12		
32	Aplicación de recomendaciones al documento	3 días	vie 19/10/12	mié 24/10/12	30	Adilio A., Juan V.
33	Aplicación de mejoras al sistema productivo	3 días	mié 24/10/12	mar 30/10/12	32	Adilio A., Juan V.
34	Nuevo modelaje en Sketchup y Planos autocad	3 días	mar 30/10/12	vie 02/11/12	33	Adilio A.
35	Nuevo modelaje en Software AERVA	3 días	mar 30/10/12	vie 02/11/12	33	Juan V.
36	Visita a la arrocera	1 día	vie 02/11/12	lun 05/11/12	34,35	Adilio A., Juan V.
37	Análisis de resultados con las mejoras	2 días	lun 05/11/12	mié 07/11/12	36	Adilio A., Juan V.
38	Recomendaciones y conclusiones	1 día	jue 08/11/12	vie 09/11/12	37	Adilio A., Juan V.
39	Revisión del documento_ortografía	2 días?	vie 09/11/12	mar 13/11/12	38	Adilio A., Juan V.
40	Impresión y entrega del borrador	1 día?	mar 13/11/12	mié 14/11/12	39	Adilio A., Juan V.
41	Etapa 5	19 días?	mié 14/11/12	vie 14/12/12		
42	Aplicación de recomendaciones al documento.	1 día	mié 14/11/12	jue 15/11/12	40	Adilio A., Juan V.
43	Corrección y aprobación del documento	1 día	jue 15/11/12	vie 16/11/12	42	Adilio A., Juan V.
44	Mejoras de dispositivos para preterfensa	1 día	vie 16/11/12	lun 19/11/12	43	Juan V.
45	Elaboración de Videos de Sketchup y arena	1 día	vie 16/11/12	lun 19/11/12	43	Adilio A.
46	Impresión del documento.	1 día	mar 20/11/12	mié 21/11/12	45,44	Adilio A., Juan V.
47	Preterfensa.	1 día?	mié 21/11/12	jue 22/11/12	46	Adilio A., Juan V.
48	Aplicación de recomendaciones al documento.	6 días	jue 22/11/12	lun 03/12/12	47	Adilio A., Juan V.
49	Revisión del documento y aprobación	6 días	lun 03/12/12	mar 11/12/12	48	Adilio A., Juan V.
50	Impresión del documento	1 día	mié 12/12/12	jue 13/12/12	49	Adilio A., Juan V.
51	Defensa	1 día?	jue 13/12/12	vie 14/12/12	50	Adilio A., Juan V.

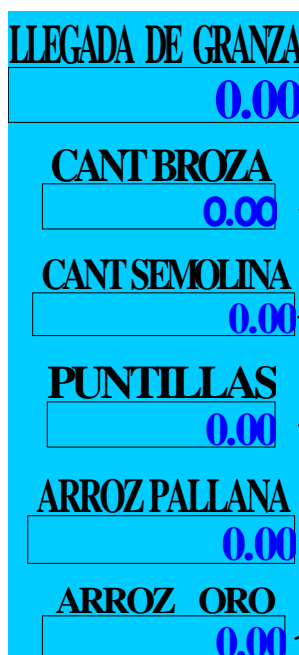


En los dos diagramas que se presentan en las siguientes páginas se aprecian las actividades y transportes del proceso productivo actual de la arrocería San Antonio, simulado en el software ARENA. A continuación se explican parte de los elementos:



Este reloj que se observa, va indicando las 8 horas que se simulan en el trillo.

Respectivos contadores:



Este contador indica la cantidad de quintales de granza que están ingresando al proceso.

Este indica la cantidad de quintales en broza que salen del proceso.

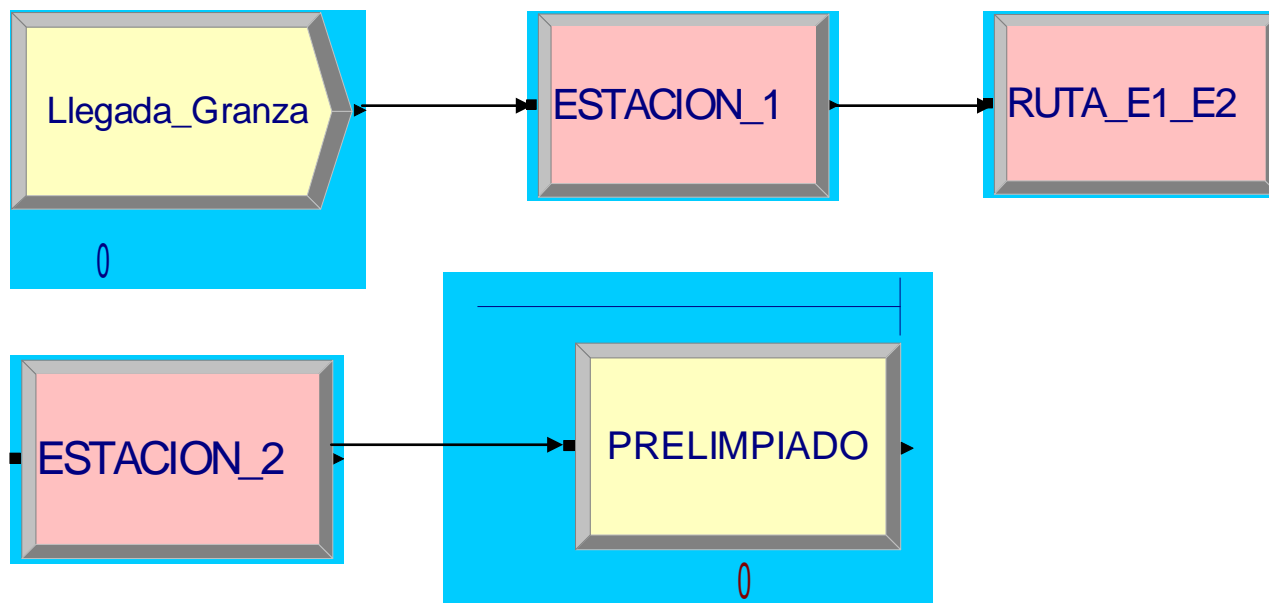
En este se indica la cantidad de quintales de semolina que se van obteniendo.

Indica la cantidad de quintales de puntillas que se van saliendo.

En este contador se aprecia la cantidad de pallana que se van obteniendo, en quintales.

En este último contador se reflejan la cantidad de quintales de arroz oro que se han obtenido de toda la simulación de 8 horas.

El total de llegada de granza tiene que ser igual a la sumatoria de: Broza, semolina, puntillas, pallana y arroz oro, el complemento que hará falta es la cantidad de quintales que quedaron en el sistema al terminar la simulación de las 8 horas.

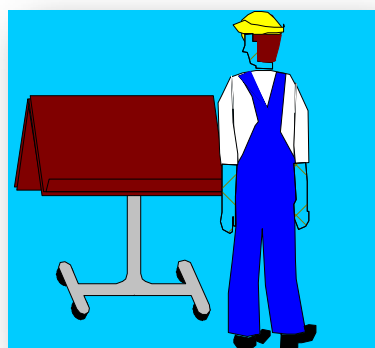


Cada uno de los cuadros de arriba desempeña una función en el proceso:

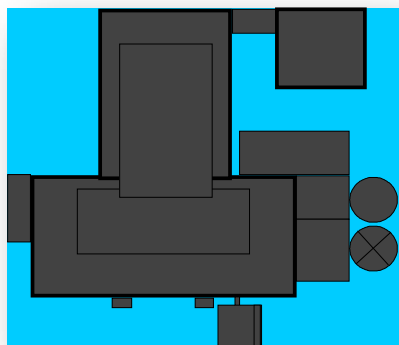
El primero (Llegada_Granza) como se puede observar en su parte inferior tiene un número, este indica la cantidad de quintales que están ingresando al proceso. Para que se hagan llegar los quintales de granza hasta la primera operación (PRELIMPIADO), son necesarios las estaciones, la ESTACION_1 tiene que conectarse a su actividad predecesora y luego establecer una conexión con RUTA_E1_E2, esta comanda que el quintal pase de la ESTACION_1 hasta la ESTACION_2, para que esta se conecte a la actividad de PRELIMPIADO, en este cuadrado se observa una línea en su parte superior para indicar la cantidad de quintales que están esperando pasar por esta actividad, y en la parte inferior indica la cantidad de quintales de granza ya limpiados. Todo lo anterior es parte de la estructura que se utiliza en los diagramas que se observan en las siguientes hojas.



Este rombo realiza una decisión internamente en el software, de manera que se programa para indicar la cantidad de arroz ya sin cáscara que tiene que salir de acuerdo a la capacidad actual de la descascarilladora. En la parte derecha de este se observa la palabra “true” y un número para indicar cuantos quintales de arroz ya han pasado por el proceso de descascarillado; Mientras que en la parte inferior se observa la palabra “false” y con su respectivo número para indicarnos la cantidad de quintales de broza que van saliendo del proceso. En todo el proceso se observan 5 rombos de estos (decide), ubicados en cada actividad donde se realizan separaciones.



Esta imagen que se observa en los diagramas realiza un movimiento a la hora de la simulación, para indicar que el operario está realizando actividad. Se observara una en la mesa paddy, para indicar cuando el operario tiene que tomar la granza y ponerla nuevamente en la descascarilladora. Y se observará otra en el clasificador.



Esta imagen simula el trabajo de las máquinas, se ponen de color rojo cuando están activas y cuando están inactivas se observan igual a la imagen, esto sólo se observa cuando se ejecuta la simulación.

Diagrama actual de la arrocera, simulado en ARENA

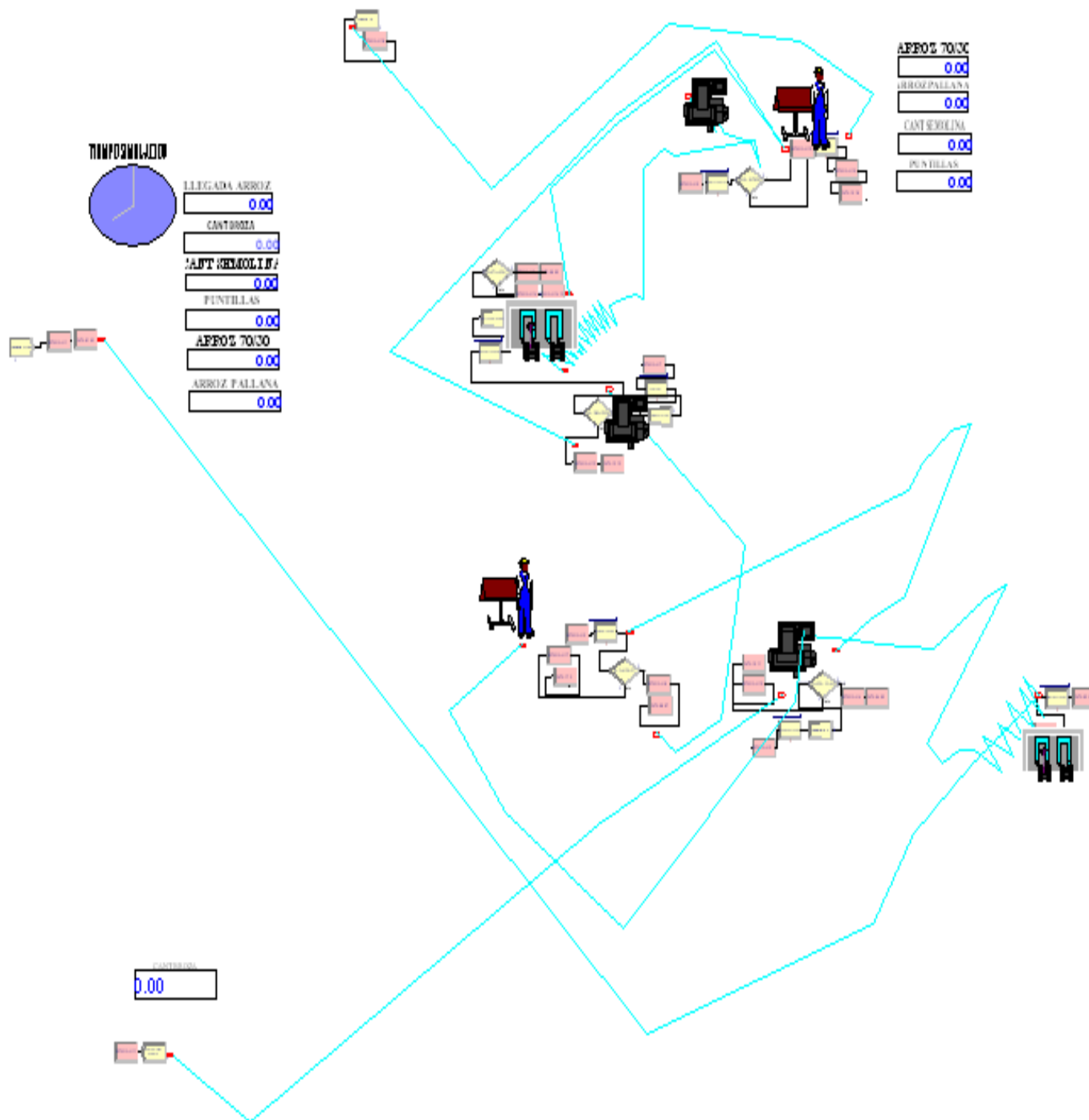


Diagrama actual de la arrocera, simulado en ARENA y con una imagen de fondo realizada en sketchUp

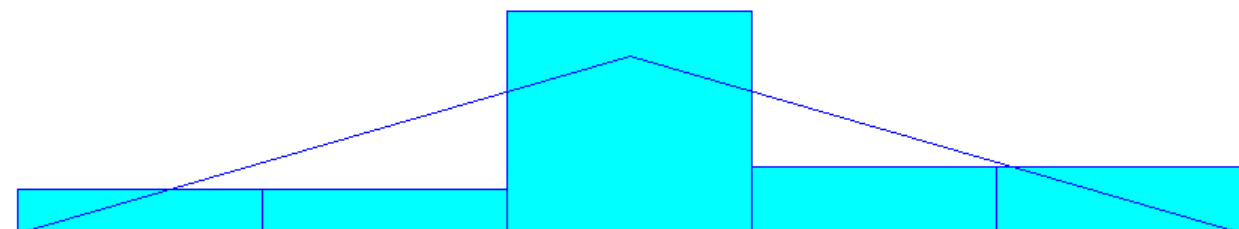


Explicación de las gráficas que se muestran en las páginas siguientes:

Las gráficas que se observan se fundamentan en los datos obtenidos en las mediciones de tiempo que se realizaron en cada una de las actividades del trillo, cuando estos tiempos son analizados por el software ARENA en un proceso de simulación de 8 horas se obtienen los resultados de la productividad actual de la arrocera, las distribuciones que se muestran en las tablas de las gráficas son las que se usan para la ejecución de la simulación, donde el programa realiza internamente inferencias estadísticas para determinar cuáles distribuciones son las más adecuadas para el proceso, según los tiempos que se ingresaron. Se logra observar que la simulación de este trillo se realizó con tres distribuciones diferentes según el software: triangular, gamma y beta, siendo esta última la más utilizada a como se aprecian en las tablas. Estas expresiones son las que el programa selecciona como las más idóneas porque son las que presentan el menor error cuadrático.

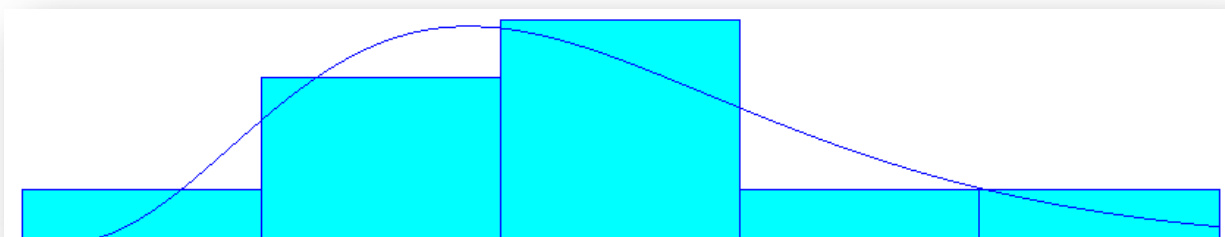
Gráficas

Tipo de distribución según los datos para la pila de recepción



Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	TRIA(2, 3.15, 4.31)
Square Error:	0.052600
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 1
Test Statistic	= 2.01
Corresponding p-value	= 0.175
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.175
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 2
Max Data Value	= 4.1
Sample Mean	= 3.14
Sample Std Dev	= 0.535
Histogram Summary	
Histogram Range	= 2 to 4.31
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: la pre-limpiadora



```
Distribution Summary

Distribution:      Gamma
Expression:      1.33 + GAMM(0.213, 4.48)
Square Error:    0.013920

Chi Square Test
  Number of intervals = 2
  Degrees of freedom  = -1
  Test Statistic      = 0.416
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic      = 0.193
  Corresponding p-value > 0.15

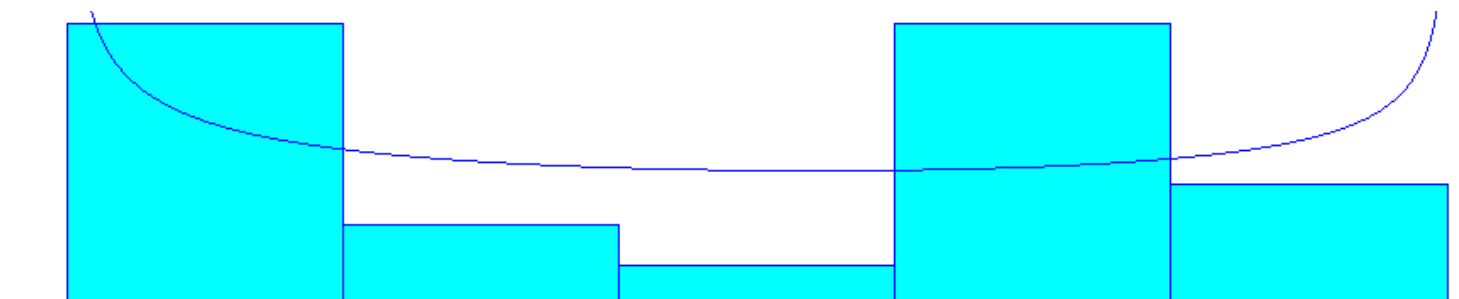
Data Summary

Number of Data Points = 20
Min Data Value        = 1.5
Max Data Value        = 3.15
Sample Mean           = 2.28
Sample Std Dev        = 0.402

Histogram Summary

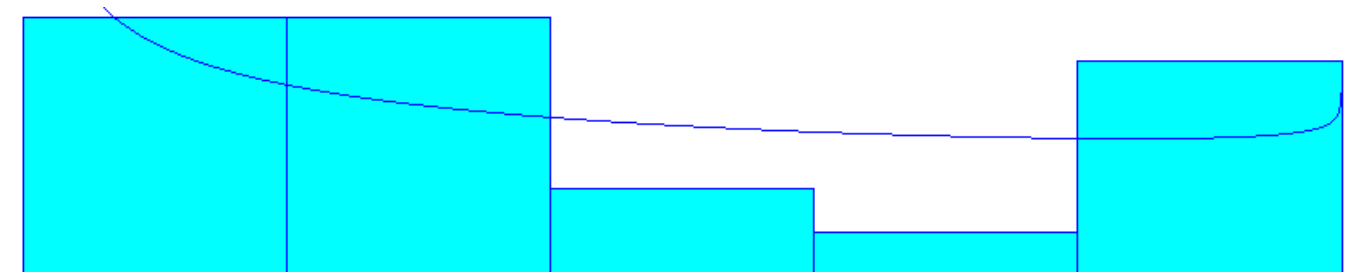
Histogram Range       = 1.33 to 3.32
Number of Intervals   = 5
```


Tipo de distribución según los datos para:la descascarilladora.



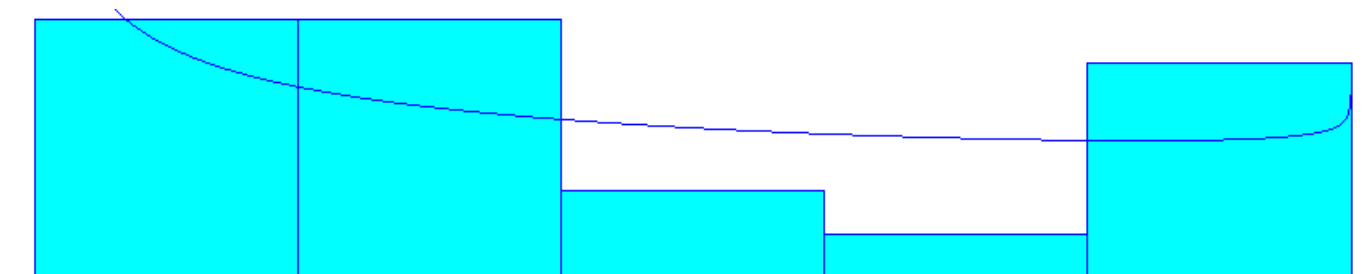
Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$1.32 + 1.18 * \text{BETA}(0.72, 0.764)$
Square Error:	0.065254
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 3.09
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.171
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 1.42
Max Data Value	= 2.4
Sample Mean	= 1.89
Sample Std Dev	= 0.374
Histogram Summary	
Histogram Range	= 1.32 to 2.5
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: la mesa paddy.



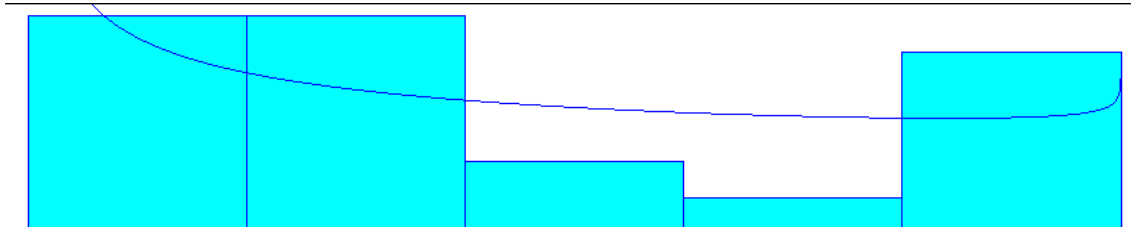
Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$3 + 1.32 * \text{BETA}(0.707, 0.945)$
Square Error:	0.036470
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 0.122
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.15
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 3
Max Data Value	= 4.2
Sample Mean	= 3.57
Sample Std Dev	= 0.422
Histogram Summary	
Histogram Range	= 3 to 4.32
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: El pulidor.



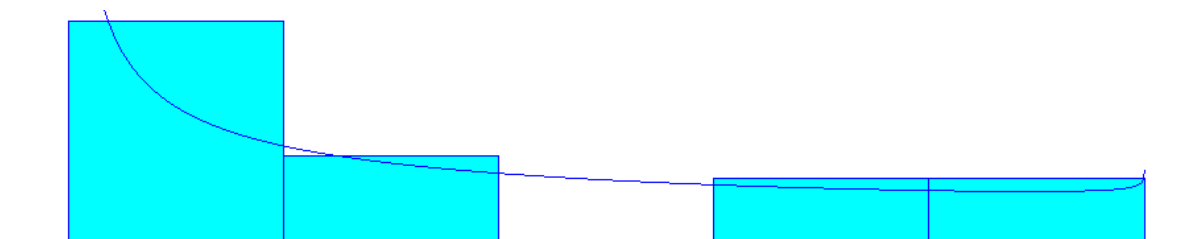
Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$3 + 1.32 * \text{BETA}(0.707, 0.945)$
Square Error:	0.036470
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 0.122
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.15
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 3
Max Data Value	= 4.2
Sample Mean	= 3.57
Sample Std Dev	= 0.422
Histogram Summary	
Histogram Range	= 3 to 4.32
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: La Despuntilladora.



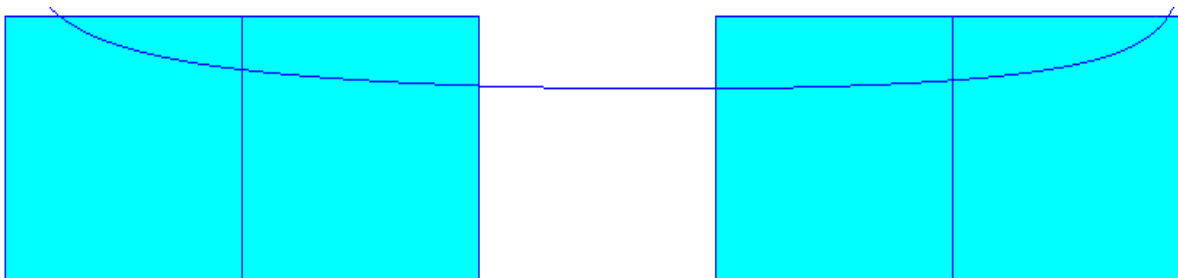
Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$3 + 1.32 * \text{BETA}(0.707, 0.945)$
Square Error:	0.036470
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 0.122
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.15
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 3
Max Data Value	= 4.2
Sample Mean	= 3.57
Sample Std Dev	= 0.422
Histogram Summary	
Histogram Range	= 3 to 4.32
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: El clasificador.



Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$3 + 1.54 * \text{BETA}(0.511, 0.942)$
Square Error:	0.023424
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 1.27
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.186
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 20
Min Data Value	= 3.05
Max Data Value	= 4.4
Sample Mean	= 3.54
Sample Std Dev	= 0.47
Histogram Summary	
Histogram Range	= 3 to 4.54
Number of Intervals	= 5

Tipo de distribución según los datos para: El pesado y sellado



```
Distribution Summary

Distribution:      Beta
Expression:      0.28 + 1.12 * BETA(0.832, 0.869)
Square Error:    0.042368

Chi Square Test
  Number of intervals = 2
  Degrees of freedom  = -1
  Test Statistic      = 1.23
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic      = 0.185
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 20
Min Data Value        = 0.38
Max Data Value        = 1.3
Sample Mean           = 0.828
Sample Std Dev        = 0.341

Histogram Summary

Histogram Range       = 0.28 to 1.4
Number of Intervals   = 5
```

Imagen del trillo



En esta imagen se logran observar algunas de las máquinas del trillo, como la descascarilladora, la mesa paddy, la pre-limpiadora, algunos elevadores así como el eje principal que transfiere el movimiento a todo el trillo gracias al motor de combustión interna.



Motor que utiliza actualmente la arrocera San Antonio.



Eje principal que recibe el movimiento del motor para hacerlo llegar a todo el trillo



Poleas y excéntrica (la polea más grande equilibra la fuerza del motor para el accionamiento del trillo, el círculo más pequeño es la excéntrica que se conecta a la mesa paddy para su movimiento)



Chumaceras



Bandas o cintas transmisoras



Pila de recepción para la granza



Zaranda pre limpiadora



Primer elevador que lleva la Broza a la pre limpiadora



Segundo elevador que suministra la granza a la Descascarilladora



Tercer elevador que le hace llegar el arroz aún con granza a la mesa paddy.



Cuarto elevador que lleva el arroz sin cáscara al pulidor, este es el más alto, de manera que esta modificada la parte del techo en donde está ubicado.



Quinto elevador, este es el que le pasa el arroz ya pulido al clasificador, es de metal y es el más pequeño de los 5 elevadores.



Descascarilladora



Mesa paddy



Pulidor



Despuntilladora (zaranda)



Clasificador



Pesa análoga



Selladora de sacos con su respectivo hilo.



Parte superior de la mesa paddy, por donde circula el arroz aún con granza.



Guacales que portan internamente los elevadores.



Área de salida de la broza del arroz



Vista frontal de la arrocera



Patio número uno



Patio número dos

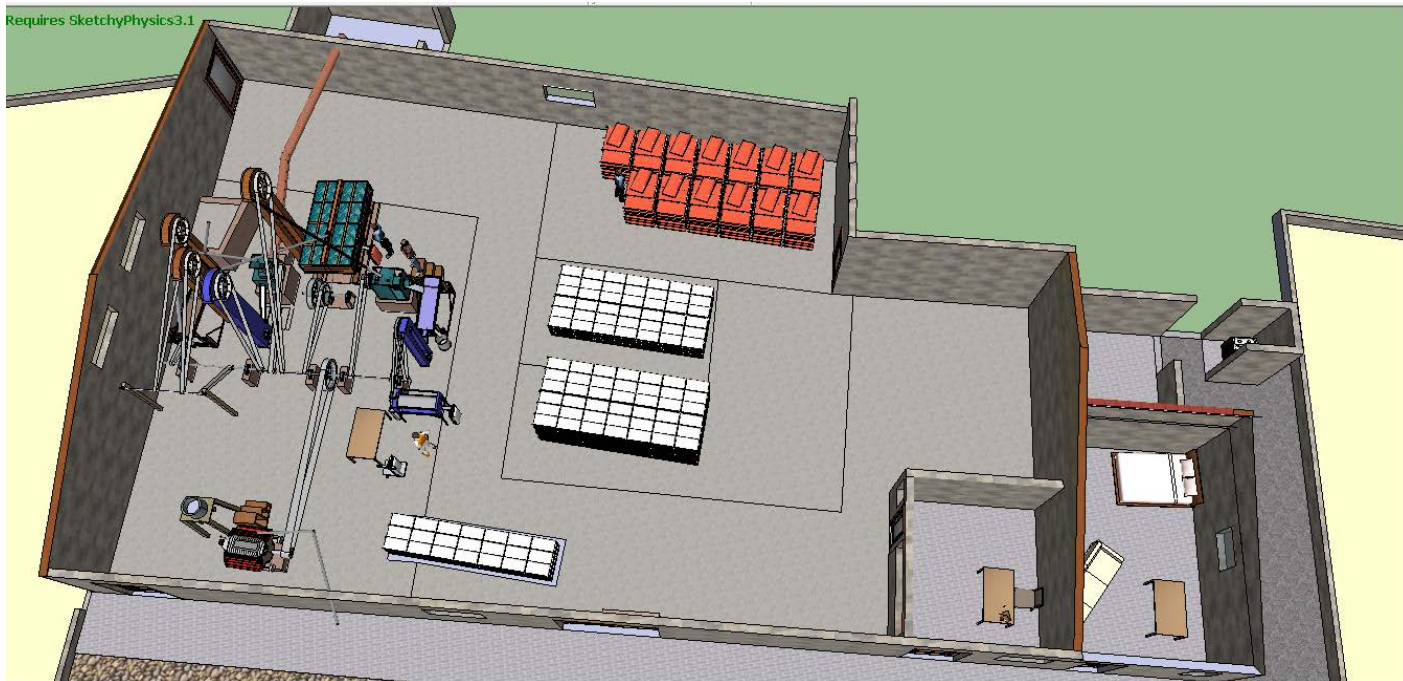
Imágenes de la planta diseñada en sketchup.



Entrada principal



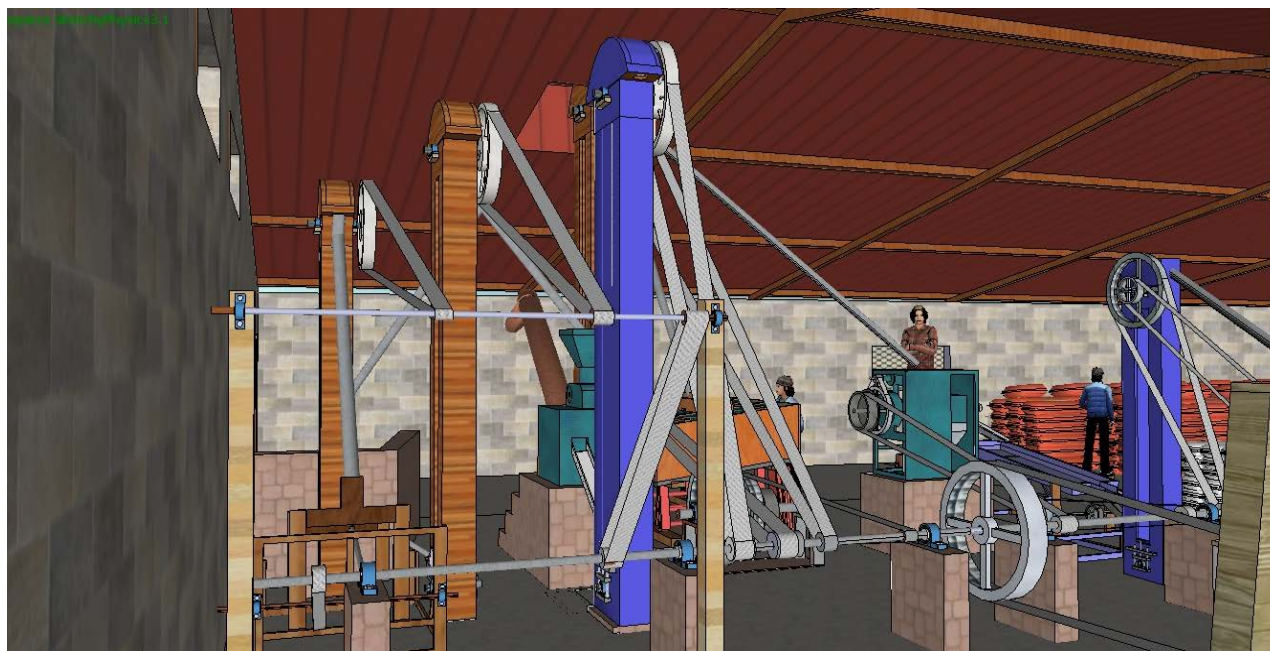
Vista frontal_ patios 1 y 2.



Vista de planta



Vista de almacén y maquinarias

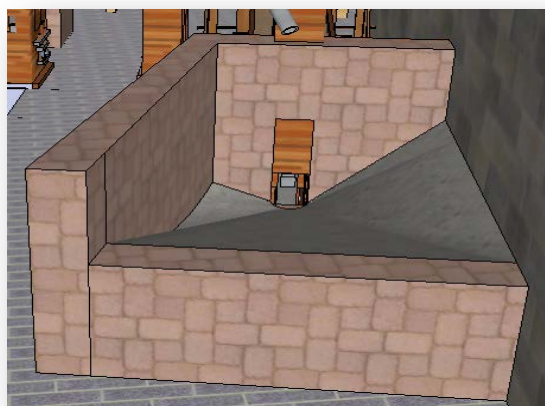


Maquinarias (elevadores, ejes, pulidor)



Maquinarias (mesa paddy, descascarilladora, Despuntilladora)

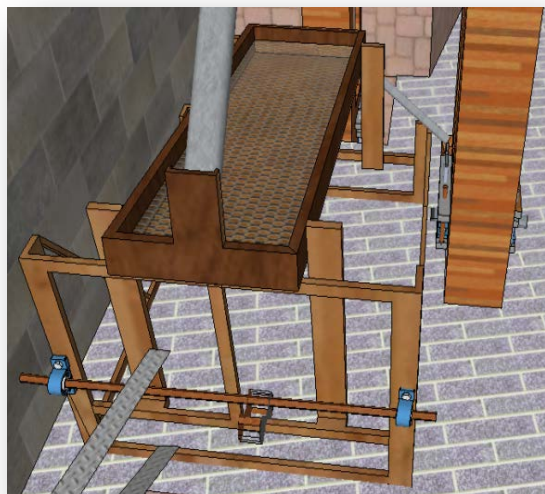
Presentación de las mejoras al proceso productivo:



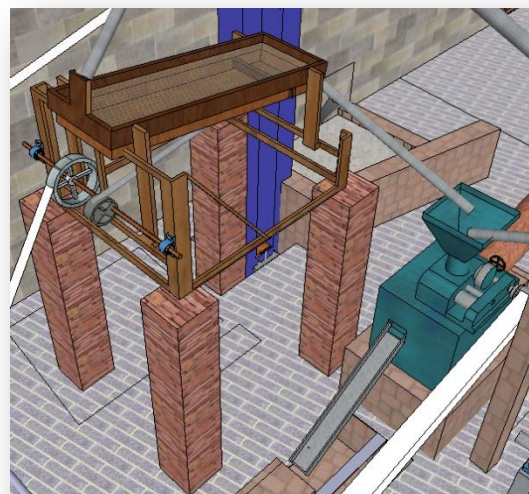
Pila de recepción de la granza
(ACTUAL)



pila de recepción de la granza
bajo nivel de piso 0.8m.
(PROPUESTO)



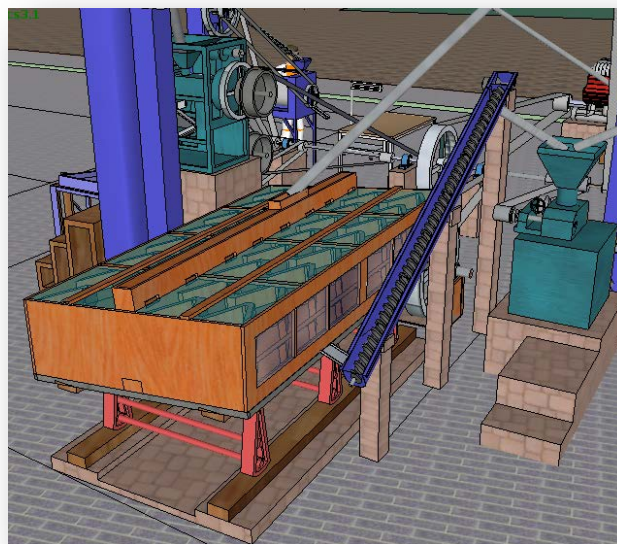
Zaranda pre-limpiadora, con el segundo Elevador a su costado derecho
(ACTUAL)



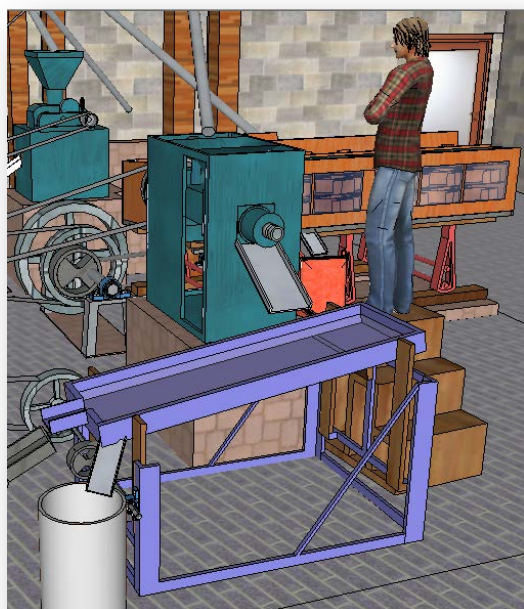
Zaranda pre-limpiadora más alta para aprovechar la gravedad, y eliminar el segundo elevador, pasando directamente la granza hasta la descascarilladora.
(PROPUESTO)



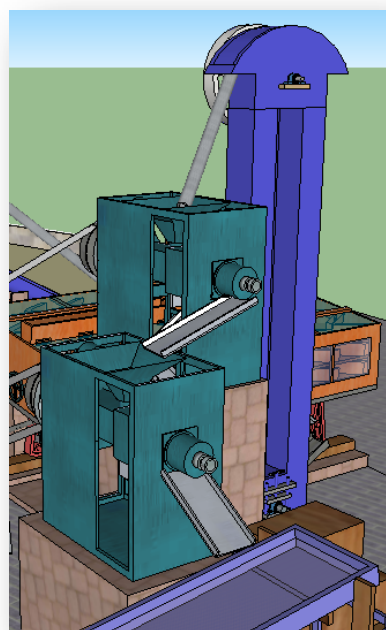
Mesa paddy, a su derecha se encuentra en elevador más alto y a su izquierda el operario que lleva la granza a la descascarilladora. **(ACTUAL)**



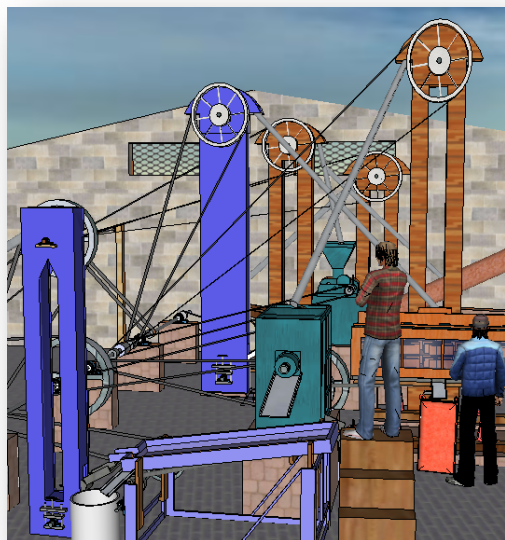
mesa paddy con el giro de 180°, a su derecha el colococho transportador, y a su izquierda un elevador menos alto **(PROPUESTO)**



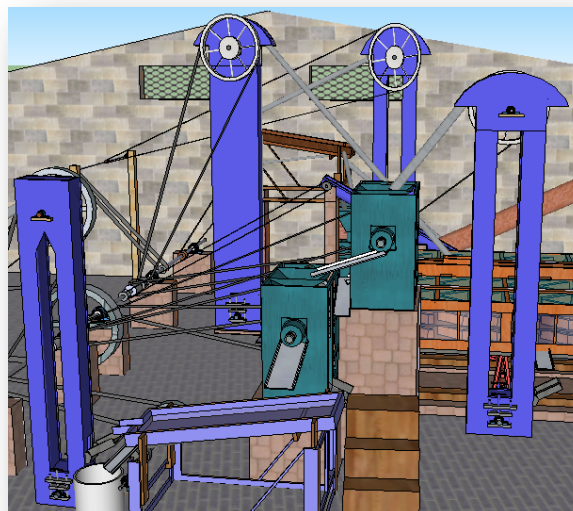
Único pulidor con el que cuenta la arrocera, y el operario que está al pendiente de regularlo y sacar arroz cuando este se acumula en la tolva. **(ACTUAL)**



Dos pulidores, el actual y uno nuevo para agilizar el proceso. a su derecha el elevador que le lleva el arroz de la mesa paddy. **(PROPUESTO)**



Elevadores de madera, actualmente la empresa tiene 3 de madera y 2 de metal. Total 5 elevadores. **(ACTUAL)**



todos los elevadores de metal, Total 4 elevadores. **(PROPUESTA)**

Diagrama con las propuestas de mejoras de la arrocera, simulado en ARENA

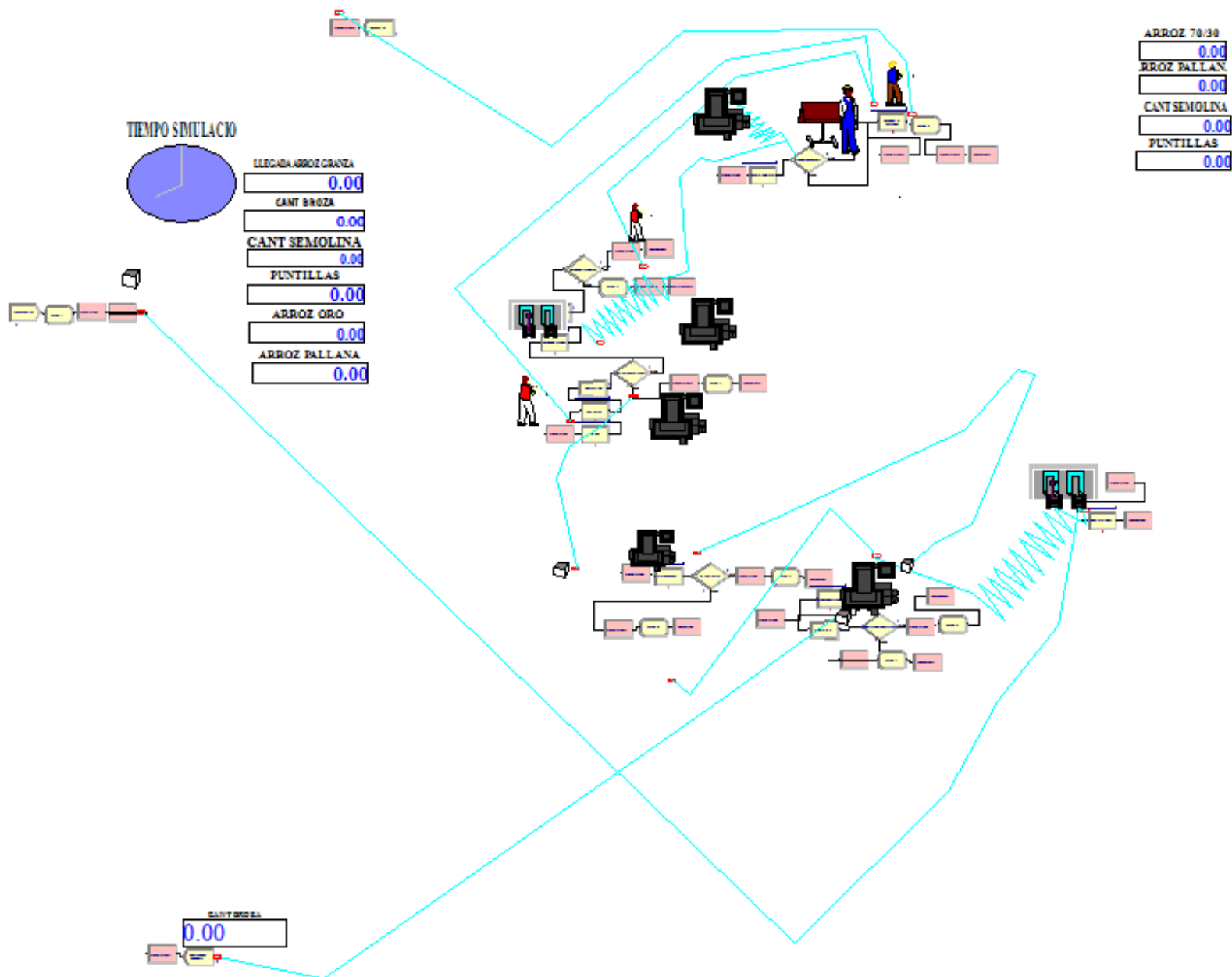
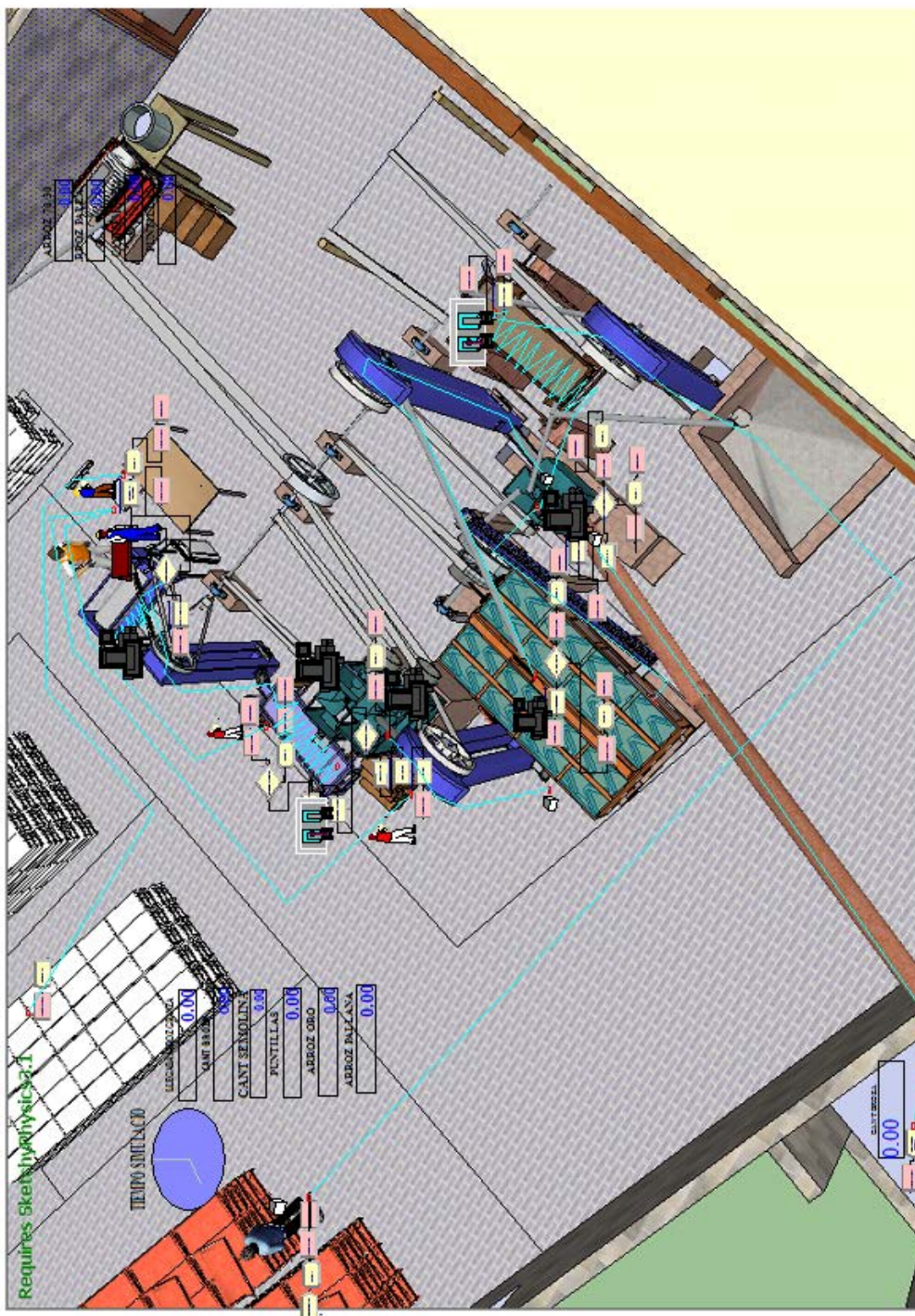
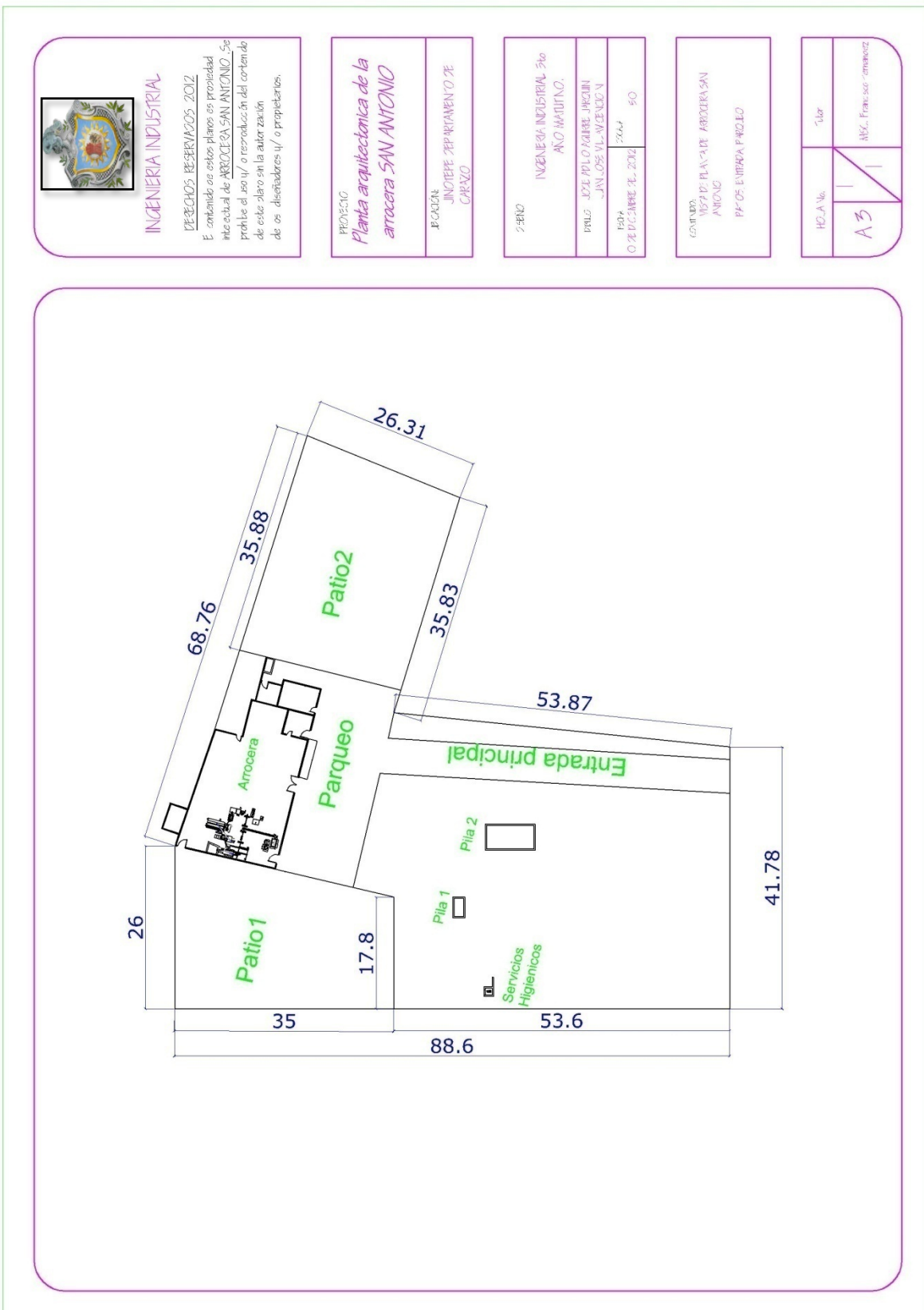


Diagrama con las propuestas de mejoras de la arrocera, simulado en ARENA y con una imagen de fondo realizada en sketchUp



PLANO DE LA PLANTA DE PRODUCCION (diseñado en CAD)



INGENIERIA INDUSTRIAL
 DERECHOS RESERVADOS 2012
 El contenido de estos planos es propiedad intelectual de AROCCERA SAN ANTONIO. Se prohíbe el uso y/o reproducción del contenido de este plano sin la autorización de los diseñadores y/o propietarios.

PROYECTO
Planta arquitectónica de la arrocera SAN ANTONIO

UBICACION
 MUNICIPIO DE PARAJITO DE CARAZO

SECTOR
 INGENIERIA INDUSTRIAL 5to AÑO MATUTINO.

PROFESOR
 JEFE PLO FABRICE JARAMILA
 ALUMNO
 JOSE VILARDO VILA

FECHA
 07 DE DICIEMBRE DE 2021

ESCALA
 1:50

CONTENIDO
 VISTA DE PLANTA DE AROCCERA SAN ANTONIO
 PAF-05 ENTRADA PRINCIPAL

HOJA No. 1

A3

Tutor
 MSc. Francisco Amador



INGENIERIA INDUSTRIAL

DERECHOS RESERVADOS 2012
 El contenido de estos planos es propiedad intelectual de ARROZ SA SAN ANTONIO. Se prohíbe el uso y/o reproducción del contenido de este plano sin la autorización de los diseñadores y/o propietarios.

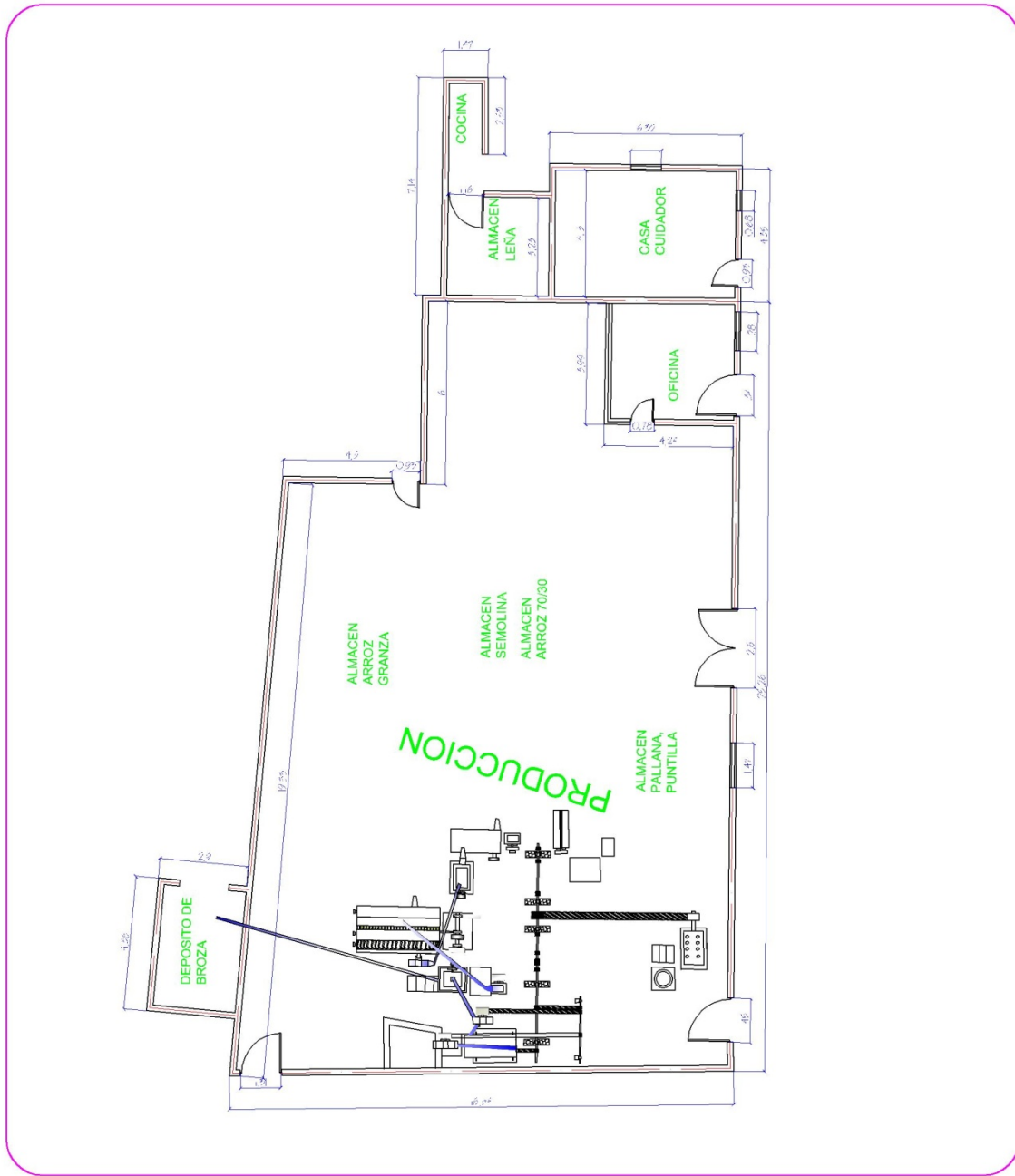
PROYECTO
 Planta arquitectónica de la
 arrocera SAN ANTONIO

FECHA DEL
 DISEÑO
 2012

CLIENTE
 INGENIERIA INDUSTRIAL S/A
 AÑO 2012

PROYECTO
 ARROZ SA SAN ANTONIO
 PARQUE INDUSTRIAL

HOJA No.	1	Tuber
A3	2	MCS, Francisco Ramirez





INGENIERIA INDUSTRIAL

DERECHOS RESERVADOS 2012
 E contenido de estos planos es propiedad
 intelectual de **ARCECEA SAN ANTONIO**. Se
 prohíbe el uso u/ o reproducción del contenido
 de este plano sin la autorización
 de los diseñadores u/ o propietarios.

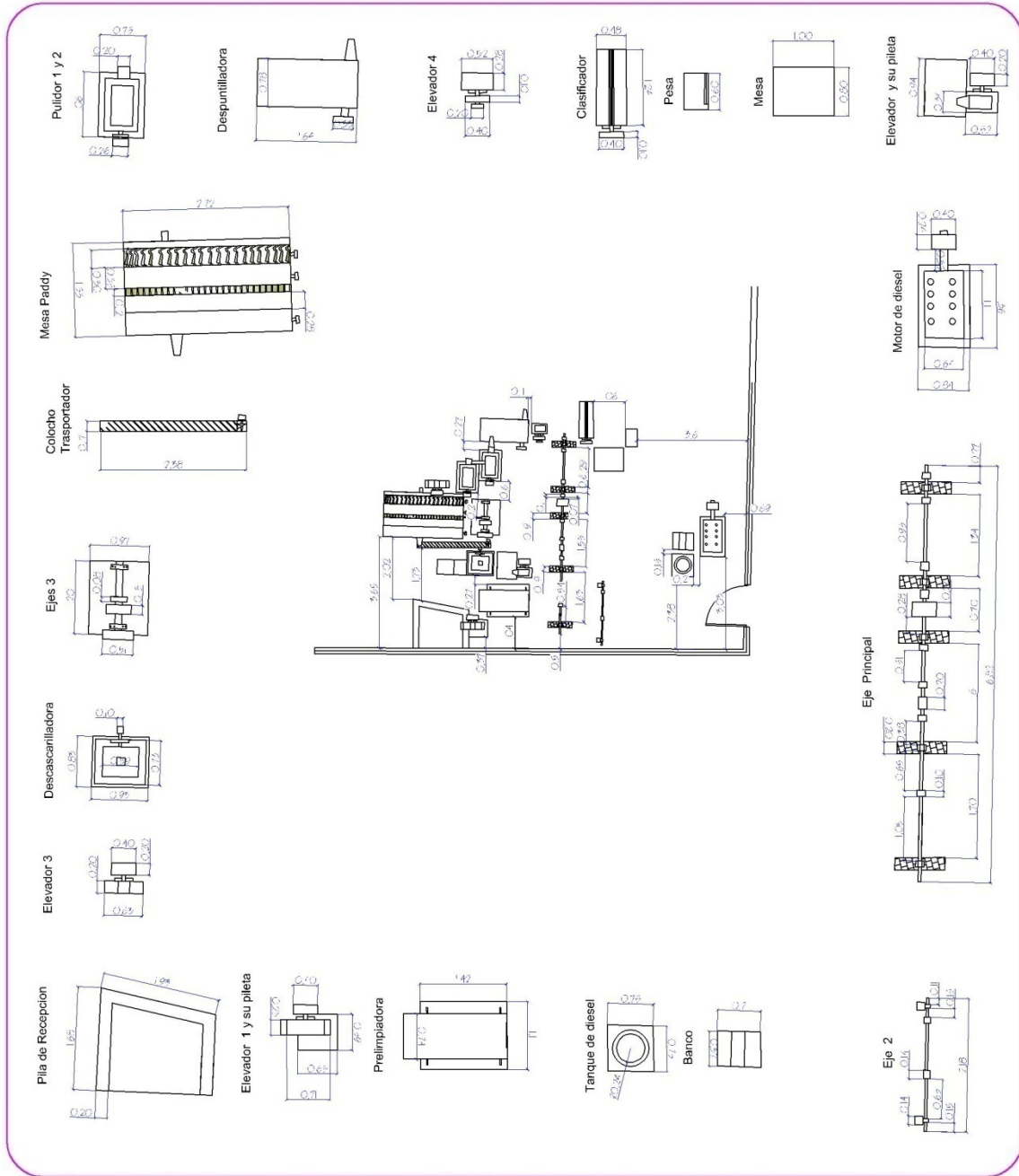
PROYECTO
**Planta arquitectónica de la
 arrocería SAN ANTONIO**
 PROPUESTA DE MEJORA

UBICACION
 MUNICIPIO DEPARTAMENTO DE
 CARAZO

DESIGNO	INGENIERIA INDUSTRIAL 310
AÑO	MAI 2010.
PROF.	JOSE PABLO MORE JORGUN JUAN JOSE LLANUENA
FECHA	27/04/12
OTRO DATOS	6

CONTENIDO	INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCALAS	

H.O. No.	1	3	1 Libr
A3		ING. Francisco Arceceza	



ENTREVISTA

La presente entrevista fue dirigida para el señor Hugo Matus, dueño de la arrocera San Antonio.

1. ¿En qué año fue fundada la arrocera San Antonio?
2. ¿Cuáles fueron los parámetros para iniciar en el campo del trillado del arroz?
3. ¿Cuántos son los trabajadores que emplea en la empresa?
4. ¿Cuáles han sido las maquinarias que han causado mayores problemas al proceso productivo?
5. ¿De qué año es el modelo de la mesa paddy y los pulidores?
6. ¿Qué problemas presente actualmente la descascarilladora?
7. ¿por qué no usan Despuntilladora en el proceso?
8. ¿Cuáles han sido las mejoras más recientes que se han implementado en el sistema?
9. ¿Cuáles han sido los beneficios de cambiar los elevadores de madera a metal?
10. ¿Cuántos quintales de arroz se trillan por hora?
11. ¿Qué tan frecuente se pegan los elevadores?
12. ¿Qué problemas han presentado las bandas de transmisión?
13. ¿Cuáles han sido sus propuestas de mejora para con el sistema de producción?
14. ¿En qué meses del año la empresa alcanza su mayor capacidad productiva?
15. ¿Desde la fundación de la empresa, han dejado de ejercer operaciones?
¿Cuántas veces y porqué?
16. ¿Se han realizado estudios anteriores en la arrocera?

CUADRO DE DIAGNÓSTICO PARA PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Síntomas	Causas	Pronostico	Control del pronostico
1. Deficiencia en la demanda del trillado del arroz	1. Bajo rendimiento Productivo	1. Finalización de operaciones	1. Es necesario buscar mejoras continuas en el sistema y determinar las actividades que causan cuello de botellas.
2. Maquinarias depreciadas.	2. Cumplimiento de su vida útil.	2. .Daños permanentes en la maquinaria	2. Es necesario un implementar un fondo para compra de maquinarias
3. Deficiencias en la planeación de mantenimientos	3. Paradas continuas en el sistema productivo.	3. Paradas continuas en el sistema productivo	3. Implementar un estricto plan de mantenimiento preventivo.
4. Cuellos de botellas	4. Dificultad en la realización de la operación de pulido	4. Mucho inventario en proceso	4. Cambio de maquinaria o anexo de un nuevo pulidor.
5. Deficiencia en la distribución de maquinarias	5. Mayor tiempos en transporte de la granza	5. Poco producto terminado.	5. Reubicación de ciertas maquinarias.
6. Déficit en el desarrollo empresarial	6. Poco capital de trabajo	6. Poca actualización y tecnificación.	6. Búsqueda de financiamientos para invertir en el trillo.