

4
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ANALISIS DE DIAGRAMAS DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ EN MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

José Guillermo Garmendia Ramirez

DIRECTOR DE TESIS

M. C. Armando Jayme Salazar

Cuautitlán, Izcalli. México,

1988.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag.
INDICE	i
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
I. RESUMEN	1
II. OBJETIVOS	5
III. INTRODUCCION	9
JUSTIFICACION DEL TRABAJO	11
1. ASPECTOS GENERALES DE LA AGROINDUSTRIA EN MEXICO	12
2. ANALISIS DE LOS MODELOS AGROINDUSTRIALES	12
2.1. MODELO INTEGRADO	13
2.2. MODELO COMPLEMENTARIO	13
2.3. MODELO PARALELO	14
3. PROBLEMATICA AGROINDUSTRIAL	14
4. SISTEMA AGROINDUSTRIAL DEL ARROZ	14
5. MARCO ECONOMICO	16
5.1. PARTICIPACION EN EL PIB	16
6. PROPIEDADES DEL GRANO DE ARROZ	20
6.1. DIMENSIONES	20
6.2. PROPIEDADES DE FLUJO	21
7. ELABORACION DEL ARROZ	22
7.1. ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ Y SU RELACION CON LA ELABORACION	22
7.2. ASPECTOS BASICOS DE LA ELABORACION	22
7.3. FACTORES QUE AFECTAN LA MOLIENDA	27
7.4. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE LA ELABORACION	30
7.5. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE ARROZ ELABORADO A PARTIR DE ARROZ PALAY	31
7.6. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE LA MOLIENDA DE ARROZ	32

I V. MATERIALES Y METODOS	35
1. TRABAJO DE CAMPO	37
1.1. ENTREVISTA CON EL OPERADOR	37
1.2. RECOPIACION DE INFORMACION	37
1.3. ELABORACION DEL DIAGRAMA PRELIMINAR Y REVISION DEL DIAGRAMA	37
2. TRABAJO DE GABINETE	37
2.1. CLASIFICACION Y DISCUSION DE INFORMACION DE MOLINO	38
2.2. DISCUSION DEL DIAGRAMA	38
2.3. DIAGRAMA DEFINITIVO	39
2.4. RECOPIACION DE INFORMACION GENERAL SOBRE LAS MAQUINAS	39
V. RESULTADOS	41
DIAGRAMAS DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ DE DIVERSOS PAISES	43
MOLINO ESPAÑOL A	45
MOLINO ESPAÑOL B	48
MOLINO SUPER ULTRA-POLITRIPLE. IMAD	52
MOLINO POLICUADRUPLE IMAD	56
MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE	60
PLANTA MOLINERA DE ARROZ SATAKE	64
DIAGRAMAS DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ EN MEXICO	69
MOLINO NACIONAL No. 1	71
MOLINO NACIONAL No. 2	75
MOLINO NACIONAL No. 3	80
MOLINO NACIONAL No. 4	85
MOLINO NACIONAL No. 5	90
MOLINO NACIONAL No. 6	94
MOLINO NACIONAL No. 7	99
MOLINO NACIONAL No. 8	104
MOLINO NACIONAL No. 9	108
MOLINO NACIONAL No. 10	114
MAQUINAS	121
PRELIMPIADORA	123
DESCASCARILLADORA DE RODILLOS	123
SEPARADORA DE CASCARILLA	126
SEPARADORA DE CASCARILLA DE CIRCUITO CERRADO	128
MESA SEPARADORA DE PALAY	130

BLANQUEADORA DE CONO	133
BLANQUEADORA VERTICAL POR FRICCION	133
CILINDROS CLASIFICADORES ALVEOLADOS, TRIEURS	136
ZARANDA GIRATORIA	138
SEPARADOR DE DISCOS CARTER	140
ELEVADOR DE CANGILONES	140
TRANSPORTADORES NEUMATICOS	143
TRANSPORTADOR HELICOIDAL	145
V I. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	147
1. CONCLUSIONES	149
1.1. GENERALES	149
1.2. PARTICULARES	149
2. OBSERVACIONES	151
VII. BIBLIOGRAFIA	153

INDICE DE CUADROS

	Pag.	
CUADRO No. 1	PRODUCCION DE ARROZ COMPARADA CON OTROS CEREALES	15
CUADRO No. 2	PRODUCCION DE ARROZ PALAY Y ARROZ BLANCO EN MEXICO	17
CUADRO No. 3	NUMERO DE MOLINOS ARROCEROS EN OPOERACION EN 1987	18
CUADRO No. 4	CAPACIDAD DE LOS PRINCIPALES ESTADOS BENEFICIADORES DE ARROZ PALAY	19
CUADRO No. 5	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO ESPAÑOL A	46
CUADRO No. 6	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO ESPAÑOL A	47
CUADRO No. 7	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO ESPAÑOL B	49
CUADRO No. 8	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO ESPAÑOL B	51
CUADRO No. 9	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO SUPER-ULTRAPOLITRIPLE. IMAD	53
CUADRO No. 10	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO SUPER-ULTRAPOLITRIPLE. IMAD	57
CUADRO No. 11	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO POLICUADRUPLE. IMAD	57
CUADRO No. 12	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO POLICUADRUPLE. IMAD	59
CUADRO No. 13	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE	61
CUADRO No. 14	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE	63
CUADRO No. 15	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO SATAKE	65
CUADRO No. 16	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO SATAKE	67
CUADRO No. 17	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 1	72
CUADRO No. 18	NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 1	73
CUADRO No. 19	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 1	74
CUADRO No. 20	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 2	76

CUADRO No. 21	NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 2	78
CUADRO No. 22	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 2	79
CUADRO No. 23	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 3	81
CUADRO No. 24	NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 3	82
CUADRO No. 25	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 3	83
CUADRO No. 26	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 4	86
CUADRO No. 27	NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 4	87
CUADRO No. 28	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 4	89
CUADRO No. 29	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 5	91
CUADRO No. 30	NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 5	92
CUADRO No. 31	INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 5	93
CUADRO No. 32	CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 6	95

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Fig. No. 1 Dimensiones de un Grano de Arroz con y sin Cascarilla	22-a
Fig. No. 2 Estructura de un Grano de Arroz	22-b
Fig. No. 3 Etapas Básicas de la Elaboración de Arroz Palay	22-c
Fig. No. 4 Diagrama de Flujo Simplificado de un Molino de Arroz	24-a
Fig. No. 5 Diagrama de Bloques del Proceso Completo de la Molienda	26-a
Fig. No. 6 Porcentaje de Rendimiento de Arroz Blanco a partir de Arroz Palay	32-a
Fig. No. 7 Sistemas Alternativos de la Molienda de Arroz	44-a
Fig. No. 8 Diagrama de Flujo de un Molino Español A	46-a
Fig. No. 9 Diagrama de Flujo de un Molino Español B	48-a
Fig. No. 10 Diagrama de Elaboración de un Molino de Arroz Super-Ultrapolitriple. IMAD	52-a
Fig. No. 11 Diagrama de Elaboración de un Molino de Arroz Policuádruple. IMAD	56-a
Fig. No. 12 Diagrama de Flujo de Elaboración de un Molino de Arroz, Tipo Compacto RIZOMAT 2000. SCHULE	60-a
Fig. No. 13 Diagrama de Flujo de un Molino de Arroz. SATAKE	64-a
Fig. No. 14 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 1	72-a
Fig. No. 15 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 2	76-a
Fig. No. 16 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 3	80-a
Fig. No. 17 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 4	86-a
Fig. No. 18 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 5	90-a
Fig. No. 19 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 6	94-a
Fig. No. 20 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 7	100-a
Fig. No. 21 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 8	104-a
Fig. No. 22 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 9	108-a
Fig. No. 23 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 10	114-a
Fig. No. 24 Prelimpiadora	124-a
Fig. No. 25 Descascarilladora de Rodillos	124-b
Fig. No. 26 Separadora de Cascarilla	126-a
Fig. No. 27 Separadora de Cascarilla de Circuito Cerrado	128-a
Fig. No. 28 Mesa Separadora de Palay	130-a
Fig. No. 29 Blanqueadora de Cono	134-a
Fig. No. 30 Blanqueadora Vertijet	134-b
Fig. No. 31 Cilindros Clasificadores Alveolados	136-a

Fig. No. 32	Zaranda Giratoria	138-a
Fig. No. 33	Separador de Discos Carter	142-a
Fig. No. 34	Elevador de Cangilones	142-b
Fig. No. 35	Transportador Neumático	144-a
Fig. No. 36	Transportador Helicoidal	146-a

I. RESUMEN

I. RESUMEN

La problemática agroindustrial por la que atraviesa el país, las diferentes condiciones ambientales de las diversas regiones de México así como la falta de un desarrollo tecnológico propio y adecuado para el beneficio del arroz palay, dan como resultado que la tecnología utilizada en el proceso de elaboración de arroz proceda de países desarrollados.

La aplicación, no siempre correcta, de la tecnología del proceso del beneficio del arroz lleva a tener variaciones en la secuencia de las operaciones, compra y fabricación de las máquinas. El trabajo realizado presenta un compendio de algunos molinos de diversos orígenes, la evaluación experimental de 10 molinos nacionales ocupados en este beneficio y una recopilación de las máquinas más comunes y representativas que se utilizan.

En el estudio se encontraron diferencias comunes a la mayoría de los molinos así como casos en los

cuales no se ha aplicado una verdadera tecnología sino más bien la experiencia y la disponibilidad de equipo en el molino.

Se obtuvo información con la que se puede clasificar a los molinos del país en niveles tecnológicos de acuerdo a sus características principales tomando como base el transporte y el tipo de blanqueo que se utiliza en esta etapa.

La evaluación muestra el empleo de los diversos tipos de blanqueo, abrasión y fricción, con lo cual se tiene que 5 molinos utilizan el método de abrasión, 4 el de fricción y un molino maneja una combinación de ambos métodos.

En cuanto a las máquinas que se utilizan se observó que, en la mayoría de los casos, son del mismo tipo y marca y que su capacidad varía de acuerdo a la capacidad total del molino tomando como base el arroz palay.

II. OBJETIVOS

OBJETIVOS

- 1.— Recopilación de Diagramas de Elaboración Industrial de Arroz de diversos países.**
- 2.— Recopilación de Diagramas de Elaboración Industrial de Arroz en México.**
- 3.— Identificación de los diferentes niveles tecnológicos en base al análisis de Diagramas.**
- 4.— Recopilación de Diagramas de Equipo más común como parte del Análisis de Diagramas de Elaboración.**

III. INTRODUCCION

JUSTIFICACION DEL TRABAJO

El proceso del beneficio de arroz separa la cascarilla y el salvado para proporcionar arroz para el consumo o arroz blanco.

El desarrollo de los procesos del beneficio o elaboración del arroz ha sido diferente dependiendo principalmente del desarrollo tecnológico del país de origen. El método simple de molienda manual en mortero es usado todavía en algunas áreas productoras localizadas en países subdesarrollados.

En países desarrollados el proceso del arroz ha evolucionado hacia una serie de operaciones que constituyen un proceso totalmente mecanizado dirigido a obtener el mayor porcentaje de granos enteros o lo más blanco posibles; además de estar libres de impurezas.

El desarrollo de la tecnología arrocera se ha efectuado principalmente en países industrializados localizados en las zonas de clima templado del mundo por lo que en muchos casos la aplicación de dichas tecnologías a países tropicales, que es donde principalmente se produce el arroz, ha sido inadecuada. (Matthews, Spadaro, 1975) (Esmay, Soemangat y Phillips, 1979).

México ha recibido en las primeras etapas de desarrollo industrial del sector arrocero tecnología alemana, inglesa e italiana representada por los equipos importados que en muchos casos todavía están en funcionamiento. En los últimos quince años se han presentado en nuestro país ejemplos de tecnología japonesa principalmente en la etapa de descascarillado y blanqueo.

La presencia de diversidad de equipos combinados con los fabricados en nuestro país ha dado origen a un procesamiento nacional del arroz, que si bien no difiere en lo básico de las prácticas de la mayoría de los países productores, sí presenta peculiaridades que afectan la calidad del producto o trabajan con eficiencia muy baja.

La carencia de información sistematizada del equipo de instalaciones industriales justifica la relevancia de este trabajo que por ser único en su tipo en México, es de interés como material de trabajo para cuando se resuelva abordar la mejora tecnológica de la industria arrocera en México.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA AGROINDUSTRIA EN MEXICO

En los últimos tiempos se han mahejado las ideas de industria rural y de agroindustria. Al repetirse el uso de estos conceptos se ha creado cierta impresión de que la agroindustria y la industria rural constituyen la salida a la crisis agropecuaria que resiente el país. Entre algunas partes del sector público se ha generalizado la idea de que el próximo paso de desarrollo agrícola y rural se dará a través de la agroindustria, de la integración de la producción agropecuaria. Más aún, se ha llegado a suponer de la agroindustria una plena capacidad para atender problemas centrales en el campo. Se ha planteado con frecuencia la capacidad que tiene la agroindustria de crear fuentes de trabajo en el campo para enfrentar así el problema crítico de desempleo y subempleo en el medio rural. Se ha sugerido también que la agroindustria tiene la capacidad de aumentar la producción agropecuaria al imponer el mejoramiento tecnológico por la especialización y que se traduce casi de inmediato en un aumento en los rendimientos de las actividades primarias. Finalmente se ha llegado a generalizar la opinión de que la agroindustria es un camino natural para incrementar el ingreso de los productos agropecuarios al incorporarlos a

los beneficios de la integración de su producción. Sin embargo estas opiniones no se han sistematizado en un conjunto de programas con alternativas viables. (Warman, 1981)

A este conjunto de suposiciones sobre la agroindustria se agregan las ideas de que México es un país donde el desarrollo agroindustrial o de industria rural no existe y que es un camino abierto y novedoso. Se cree que el desarrollo agroindustrial es muy incipiente y defectuoso, lo que abre la posibilidad de desarrollar ilimitadamente industrias en el campo. La verdad a este respecto es radicalmente diferente: el desarrollo agroindustrial y de la industria rural es amplio, tanto así que entre la mayoría de las ramas se cuenta en la actualidad con una capacidad ociosa que en muchos casos supera a la capacidad utilizada. Esto es, que en muchas agroindustrias e industrias rurales se está trabajando por debajo del 50 o/o de la capacidad instalada. (Warman, 1981)

2. ANALISIS DE LOS MODELOS AGROINDUSTRIALES

Una de las primeras hipótesis que vale la pena revisar es que la capacidad de desarrollo de la industria rural no está saturada, dadas las condiciones socioeconómicas para el crecimiento de esta actividad. Esto parece inadecuado, pero no lo es tanto

cuando se constata que un enorme cuerpo técnico de primera calidad, dedicado en los últimos años al estudio de la problemática de la industria rural y más concretamente a la definición de proyectos, está tropezando con una relativa imposibilidad de proponer planes concretos y viables para el establecimiento, financiamiento y apoyo a la agroindustria rural. Si se acepta simplemente como hipótesis la abundancia y diversidad de la industria rural en México, el camino hacia adelante plantea una tarea ineludible: revisar de manera sistemática y rigurosa las experiencias obtenidas para, a través de ellas, poder plantear alternativas concretas hacia el futuro. Esto es lo que de una manera muy agregada y simple se pretende al establecer tres modelos analíticos para recoger y analizar las experiencias de la industria rural en México. A estos tres modelos se les ha llamado el Integrado, el Complementario y el Paralelo. (Warman, 1981)

2.1. MODELO INTEGRADO

Se le llama así porque está íntima y orgánicamente ligado a las múltiples actividades que se practican en el medio rural. El ejemplo de este serían las llamadas artesanías, usando con mucho cuidado el término porque se le ha llegado a identificar con objetos de carácter turístico o propó-

sito decorativo. La realidad en el campo es muy diferente. La mayor parte de la producción artesanal, estrictamente manufactura de materias primas casi siempre locales, se destina al consumo masivo y cotidiano de la población. El artesano que trabaja en arte de decoración es más bien una excepción entre los cientos de miles de campesinos que dedican parte de su esfuerzo a la transformación de materias primas locales en productos de consumo cotidiano. Este tipo de industria permite elevar la ocupación y el ingreso total de la familia sin eliminar otras actividades.

2.2. MODELO COMPLEMENTARIO

El segundo modelo es llamado así porque agrega pasos de elaboración, complementa la producción básica y la integra verticalmente. Se parece mucho a lo que se llama agroindustria, pero debe distinguirse de ésta en dos sentidos; primero, está radicado en el medio rural; segundo, se concibe como un complemento de producción ya existente.

Este modelo es radicalmente diferente del taller familiar integrado. Su organización es netamente empresarial y extrafamiliar. Reúne a un número casi siempre amplio de unidades de producción campesina o empresariales en el campo. Su carácter distintivo como empresa está en su

estacionalidad de operación.

Ligado a la elaboración de productos agropecuarios —casi siempre estacionales, con pocas excepciones— es un modelo industrial que trabaja de manera discontinua.

2.3. MODELO PARALELO

El tercer modelo de la industria rural es el llamado paralelo; en él la pequeña industria sólo utiliza la mano de obra campesina y las materias primas se adquieren en un mercado abierto. Se trata de una organización empresarial que generalmente requiere de alta inversión y especialización pese a su pequeña escala. Este modelo implica, en términos generales, una competencia con la agricultura en varios sentidos, a nivel de retribución de la mano de obra y de una competencia con otras actividades remunerativas. Por otro lado ofrece la posibilidad de generar empleo permanente en el medio rural, siempre y cuando sea capaz de competir eficientemente en el mercado nacional.

3. PROBLEMATICA AGROINDUSTRIAL

La contradicción principal en este tipo de industria rural radica en encontrar líneas de producción donde la competencia para la pequeña empresa no sea totalmente destructiva.

Un problema con el que se tropieza la concepción de modelos para la industria rural es el marco de competen-

cia con empresas históricamente protegidas, mejor dotadas de capital, tecnología y experiencia. La viabilidad de la industria rural depende del apoyo que reciba para enfrentar la competencia. También se tropieza con el problema de tecnologías adecuadas para la industria rural, ¿cuál es el marco de oferta tecnológica? ¿Cuáles son las necesidades? ¿Dónde coincide la oferta tecnológica con las necesidades y dónde hay que crear soluciones tecnológicas? Al problema tecnológico hay que agregar la necesidad de tomar en cuenta, desde la concepción misma de la industria rural, las formas de propiedad y de distribución del ingreso.

Considerando que el beneficio del arroz palay puede compararse con el modelo paralelo explicado anteriormente, hay que establecer en determinado momento los diferentes aspectos de este sector, como producción, capacidades, distribución, niveles y necesidades tecnológicas. En resumen, conocer cuál es el comportamiento del sistema agroindustrial del arroz.

4. SISTEMA AGROINDUSTRIAL DEL ARROZ

El Sistema Comercial del Arroz comprende las siguientes fases: Producción Primaria, Comercialización y Suministros, Procesamiento y/o Transformación, Distribución y Consumo.

En 1986 la producción de arroz ocupaba el cuarto lugar en la producción nacional como puede verse en el cuadro No. 1. Observándose que en

CUADRO No. 1

PRODUCCION DE ARROZ COMPARADA CON OTROS CEREALES

AÑO	ARROZ PALAY	MAIZ	TRIGO	SORGO
	(miles de toneladas)			
1976	463.4	8,017.0	3,364.0	--
1977	567.3	10,024.0	2,454.0	4,070.0
1978	396.5	10,909.0	2,643.0	4,185.0
1979	481.0	8,572.0	2,272.0	3,708.0
1980	456.2	12,383.0	2,785.0	4,812.0
1981	651.9	14,550.0	3,192.9	6,086.5
1982	511.1	10,129.0	4,462.0	4,716.8
1983	415.6	13,061.2	3,460.2	4,846.2
1984	484.0	12,932.0	4,505.5	4,974.0
1985	807.5	14,104.0	5,214.2	6,596.7
1986	545.2	11,722.0	4,769.7	4,832.5
1987*	278.4	4,238.7	150.5	2,361.4

* Para el período Prim-Ver 87-87 (Nov. 1987)

Fuente: Reportes Anuales de la SARH

los últimos diez años los volúmenes de producción no han seguido una tendencia clara. Ver cuadro No. 2.

La producción de arroz se localiza en diecisiete estados, siendo los principales: Sinaloa, Campeche, Michoacán, Veracruz y Morelos.

Los agentes productores son los ejidos, comunidades agrarias y pequeños propietarios, participando los primeros con el 70 o/o de la superficie cosechada y el 66 o/o de la producción.

La comercialización del Palay se realiza a través de los mismos productores, intermediarios y comisionistas que orientan la producción a las plantas beneficiadoras privadas. También participa BANRURAL adquiriendo el grano que previamente financió orientándolo a sus mismas beneficiadoras. (Arroz y sus Productos Industrializados, (16))

Para el año 1984 existían en el país 69 molinos en operación, de los cuales aproximadamente 57 eran propiedad de particulares y los 12 restantes eran financiados por BANRURAL, correspondiendo estos últimos al llamado Sector Social. La localización de los molinos se ubica principalmente en Sinaloa, Veracruz, Michoacán y Morelos, en cuanto a número como puede observarse en el cuadro No. 3.

En lo que respecta a capacidades, se tiene que el promedio en el país es de 3.6 ton/h de Palay, observándose que hay molinos que rebasan las

8 ton/h y molinos con menos de 2 ton/h de capacidad. La información sobre capacidades se encuentra en el cuadro No. 4. En términos generales se considera que aproximadamente el 30 o/o de la capacidad instalada se encuentra ociosa, lo que provoca una competencia entre los industriales por el abastecimiento de la materia prima, observándose —esto último principalmente— en los estados de Veracruz, Michoacán y Morelos, lo que provoca incluso, transferencias de arroz Palay de un estado a otro y recorridos de más de 300 kms. desde el lugar de cosecha hasta el lugar del beneficio. (Arroz y sus Productos Industrializados, (16))

Esta situación representa uno de los principales factores que afectan la entrada de nuevas industrias transformadoras a la industria arrocera nacional, y no sólo esto, sino que impide en muchos casos la aplicación de normas de calidad.

5. MARCO ECONOMICO

5.1. PARTICIPACION EN EL PIB

El PIB de la rama creció a una tasa media anual de 14.4 o/o durante el período 1970—1980, superior al PIB de la industrial manufacturera y al PIB de la industria alimentaria, que promedian 6.9 o/o y 4.7 o/o respectivamente.

Lo anterior se reflejó en un aumento de la participación del PIB de

CUADRO No. 2
 PRODUCCION DE ARROZ PALAY Y ARROZ BLANCO
 EN MEXICO

AÑO	ARROZ PALAY			ARROZ BLANCO
	Superficie cosechada (miles de ha.)	Rendimiento medio/ha. (Kg.)	Producción (miles de Ton.)	Producción (miles de Ton.)
1973	150.4	2,996	450.6	297.4
1974	173.0	2,842	492.0	324.5
1975	256.7	2,792	716.6	473.0
1976	159.4	2,907	463.4	305.9
1977	180.5	3,143	567.3	374.4
1978	120.7	3,286	396.5	261.7
1979	150.0	3,207	481.0	317.5
1980	132.0	3,456	456.2	301.1
1981	179.0	3,379	651.9	399.4
1982	195.3	2,831	511.1	364.8
1983	161.0	2,819	415.6	299.5
1984	125.8	3,845	484.0	319.4
1985	216.4	3,731*	807.5	533.0
1986	157.5	3,460	545.2	359.8
1987*	76.9	3,619*	278.3	183.7

*Para el período Prim—Ver 87-87 (Nov. 1987)

ente: Reportes Anuales de la SARH

CUADRO No. 3
NUMERO DE MOLINOS ARROCEROS EN OPERACION EN 1984

Estado	No. de Molinos
SINALOA	22
VERACRUZ	9
MORELOS	5
NAYARIT	3
MICHOACAN	7
PUEBLA	3
COLIMA	3
GUERRERO	2
JALISCO	2
CAMPECHE	2
TAMAULIPAS	2
CHIAPAS	3
OAXACA	2
TABASCO	2
EDO. DE MEXICO	1
QUINTANA ROO	1

	69

Fuente : Reportes anuales de SARH

CUADRO No. 4

CAPACIDAD DE LOS PRINCIPALES ESTADOS BENEFICIADORES DE ARROZ PALAY

Estado	No. de Molinos	Capacidad (Ton./24 h.)
SINALOA	20	100
	2	140
VERACRUZ	4	100
	2	60
	3	30
MORELOS	2	84
	2	60
	1	48
CAMPECHE	1	12
	1	8.9

Fuente: Reportes Anuales de la SARH

la rama en el del sector manufacturero, al pasar de 0.08 o/o en 1975 a 0.12 o/o en 1980 y al 0.15 o/o en 1985.

En relación al PIB de la industria alimentaria, excluyendo tabacos y bebidas, la rama participó en 1975 con el 0.37 o/o, aumentando al 0.63 o/o en 1980 y al 0.91 o/o para 1985.

6. PROPIEDADES DEL GRANO DE ARROZ

(Esmay, Soemangat y Phillips, 1979)

La planta de arroz posee ciertas propiedades físicas y químicas que son relevantes en la cosecha y en el proceso de elaboración. Estas propiedades varían entre variedades y aún en una misma variedad, además son afectadas por las condiciones ambientales durante el período de maduración del grano. Nuevas variedades mejoradas cualitativa y cuantitativamente han sido desarrolladas en los últimos años. Otras propiedades también han sido cambiadas, no obstante los incrementos en los rendimientos de campo, tenemos pérdidas postcosecha debido al desconocimiento de las propiedades físicas y químicas básicas que afectan los rendimientos obtenidos de campo.

Por lo tanto para minimizar las pérdidas y mantener la alta calidad del producto hasta su consumo es

necesario un conocimiento completo de dichas propiedades.

6.1. DIMENSIONES

La elaboración del arroz está basada directamente en las dimensiones de longitud, ancho y espesor del grano. El arroz blanco se clasifica plenamente como variedades largas, medias y cortas. Algunos países han formulado grados adicionales basados en la relación largo/ancho. Las dimensiones son fáciles de medir, por lo tanto, están bien establecidas para algunas variedades de arroz.

Las dimensiones y forma del grano de arroz son esenciales para diseñar adecuadamente el equipo de proceso. Los granos pueden ser separados de la materia extraña con aire forzado debido a las diferencias en densidad o por vibración, debido a los diferentes coeficientes de fricción, tamaño y características de densidad. Las máquinas descascarilladoras deben diseñarse apropiadamente y ajustarse para remover la cascarilla sin forzar los granos. Las máquinas para blanquear y pulir funcionan eficientemente sólo si se ajustan al tamaño del grano. La uniformidad del tamaño del grano dentro de una variedad es por lo tanto muy importante.

El equipo del proceso moderno del beneficio del arroz ha sido desarrollado en su mayor parte en los pa-

ises industrializados, y el diseño está basado en el tamaño del grano, forma, gravedad específica y características de superficie. Van Ruiten (1974) señaló que la descascarilladora japonesa de rodillos de caucho, es usada para la variedad de arroz de grano corto prevaleciente en Japón. La descascarilladora está no obstante siendo usada ahora en los trópicos, donde se cultivan variedades de grano largo y medio. Las variedades de grano largo proyectan una gran área de contacto sobre los rodillos de caucho y consecuentemente el uso sobre los rodillos es alto y su vida es considerablemente más corta.

La distribución de las dimensiones de un grano de arroz tipo se muestra en la fig. 1.

6.2. PROPIEDADES DE FLUJO

El grano de arroz se sujeta a daños cuando se maneja manualmente o con equipo mecánico tal como los transportadores helicoidales, elevadores de cangilones y transportadores neumáticos. Los dispositivos de manejo causan fricción al haber evolución entre el grano y las superficies del equipo. Las tensiones de fricción y las fuerzas de impacto pueden causar que en el grano se desarrollen fisuras y aún rompimientos. Un índice de las características de flujo del grano es el ángulo de reposo. El contenido de humedad de un determinado

tamaño de grano de arroz, la conformación y la cantidad de materia extraña presente, afectan el ángulo de reposo. El incremento en el contenido de humedad aumenta considerablemente la superficie de fricción de los granos y por lo tanto el ángulo de reposo.

Los datos de coeficiente de fricción deben considerarse en el diseño del equipo de transporte. La fuerza de fricción debe ser superior para mover el grano sobre los otros materiales. Un transportador helicoidal, por ejemplo, causa mucha fricción entre el grano y las superficies del material conductor.

La mayoría del grano de campo no tiene un tamaño uniforme; por lo tanto, cuando es transportado, tiende a presentarse segregación por el tamaño y la densidad aparente. Por ejemplo el mezclado de los granos gruesos por un transportador o la vibración durante el transporte causará que las partículas con menor gravedad específica (granos, cascarilla) asciendan a la superficie de la masa. Durante la carga y la descarga del grano se presenta segregación espontánea debido a la resistencia ofrecida por el aire. La resistencia al aire es una función de la forma de la partícula, dimensiones, gravedad específica, rugosidad de la superficie y la parte de la partícula orientada a la corriente de aire. Las partículas con una gran área proyectada

sobre un plano y con una gravedad específica baja serán más afectadas por las fuerzas de la corriente de aire. Estos principios de separación son utilizados en la limpieza y clasificación.

7. ELABORACION DEL ARROZ

7.1. ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ Y SU RELACION CON LA ELABORACION

(De Datta, 1981)

El grano de arroz está constituido principalmente de cascarilla, pericarpio, aleurona, endospermo y gérmen. Las partes se pueden ver en la fig. No. 2.

La cascarilla constituida por lemma y palea representa del 18 o/o al 22 o/o del peso total del palay y constituye la envoltura exterior. La composición de la cascarilla está dada principalmente por celulosa (35–45 o/o) y cenizas (18–20 o/o). La cascarilla está estructuralmente separada del resto del grano, facilitándose su separación mecánica durante el proceso de elaboración. El resultado de la separación de cascarilla es el arroz moreno.

La envoltura interior constituida principalmente por pericarpio y aleurona representa aproximadamente el 6–8 o/o del total. La composición de esta cubierta interior está representada principalmente por carbohidratos y una muy buena propor-

ción de proteínas y grasa en promedio. Esta cubierta junto con el gérmen (2–3 o/o) se elimina durante el blanqueo y constituyen lo que en la práctica se denomina salvado.

Al eliminar la envoltura interior y el gérmen se obtiene el endospermo, que representa el 68–72 o/o del palay y es la fracción comestible, producto de la elaboración, denominada "arroz blanco".

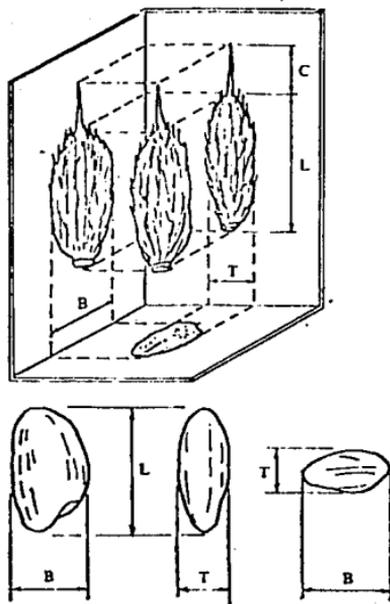
7.2. ASPECTOS BASICOS DE LA ELABORACION

7.2.1. ELABORACION INDUSTRIAL

El arroz a diferencia de otros granos se consume entero, lo que conviene su elaboración en un proceso *sui generis*, diferente a la mayoría de los procesos de industrialización de los cereales. Por lo que el objetivo de la elaboración es obtener la mayor cantidad de grano entero y lo más blanco posible.

En términos generales, la elaboración de arroz palay consta de dos etapas principales. Descascarillado y Blanqueo. Un diagrama simple de este par de etapas se presenta en la fig. No. 3.

DESCASCARILLADO.- Consiste en separar la cascarilla del arroz palay teniendo como producto el arroz moreno y un subproducto que es la



L	Longitud
B	Ancho
T	Espesor
C	Longitud de la barba

Fig. No. 1 Dimensiones de un Grano de Arroz con y sin Cascarilla.

(Esmay, Soemangat y Phillips, 1979)

- | | |
|----|------------------------------|
| a | Ancho |
| b | Espesor |
| h | Longitud |
| c | Longitud de la barba |
| 1 | Cáscara (gluma y cascabillo) |
| 2 | Epicarpio |
| 3 | Mesocarpio |
| 4 | Capa intermedia |
| 5 | Testa |
| 6 | Capa aleurónica |
| 7 | Endoesperma amiláceo |
| 8 | Germen |
| 9 | Glumas no florecibles |
| 10 | Apice o barba |

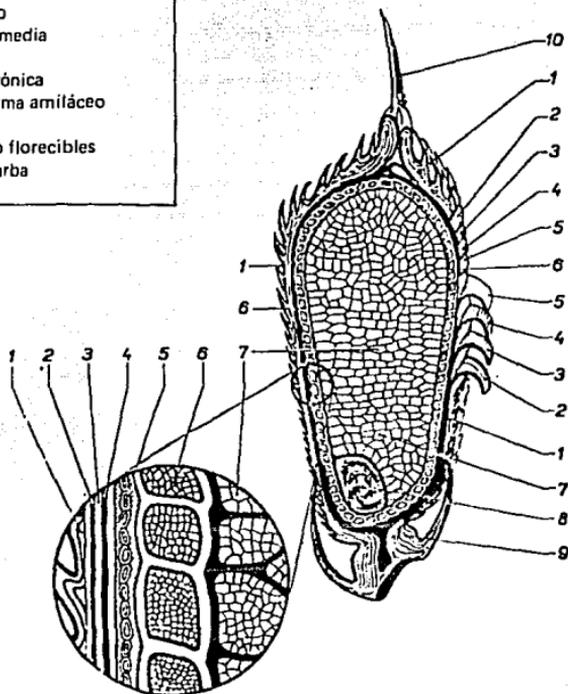
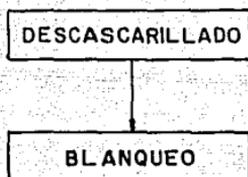


Fig. No. 2 Estructura de un Grano de Arroz

(Borasio y Garibaldi, 1979)



**Fig. No. 3 Etapas Básicas de la Elaboración de Arroz
Palay**

cascarilla.

BLANQUEO.- Consiste en separar el salvado que es la capa que cubre la porción más aprovechable (comestible) abajo de la cascarilla.

La sencillez de la elaboración basada en dos operaciones para la obtención de arroz blanco en la práctica se complica, llevándonos a un proceso de múltiples etapas y de grandes variaciones en los resultados en cada etapa.

Al descascarillar a nivel industrial, lo que se practica comúnmente por el sistema de rodillos, se presenta una serie de necesidades que amerita la inclusión de equipos anexos que complican esta primera etapa de elaboración. Las causas son:

- a) Contenido de impurezas en la materia prima (arroz palay).
- b) El impedimento de descascarillar el 100 o/o del palay.
- c) El aumento del grano quebrado con el aumento de la eficacia del descascarillado.
- d) Las diferencias de tamaño en los granos de arroz palay.

La presencia de impurezas hace necesaria la presencia de una limpia que es la combinación de Cribado —Aspiración.

Al no trabajar las descascarilladoras al 100 o/o (lo que es normal) se tiene que separar el arroz descascarillado del no descascarillado, esto im-

plica otro equipo (mesas separadoras de palay).

Las diferencias acentuadas de tamaño en el palay hacen necesaria una inclusión de un clasificado previo, principalmente por espesor.

En consecuencia se puede tener un proceso tan complejo como el que se describe a continuación. Sin embargo, los procesos industriales en la práctica, no necesariamente llevan a cabo algunas de las operaciones descritas.

7.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO DE UN MOLINO DE ARROZ (Houston, 1976)

El esquema presenta un molino de arroz que se utiliza principalmente en las plantas beneficiadoras de Norteamérica por lo que se puede notar el grado de complejidad en cada etapa y sus diversos equipos anexos a cada operación. Fig. No. 4.

El diagrama presenta el proceso de la molienda en las cuatro etapas básicas las cuales consisten en:

- 1) Eliminación de la materia extraña a partir del arroz palay (prelimpia).
- 2) Separación de la cascarilla (descascarillado).
- 3) Separación de salvado (blanqueo).
- 4) Separación de arroz elaborado quebrado y entero (clasificación por tamaño).

7.2.2.a. PRIMERA ETAPA ELIMINACION DE LA MATERIA EXTRAÑA A PARTIR DEL ARROZ PALAY

El arroz es transportado a una pre-
limpiadora M-1, para el primero de
los cuatro pasos de la etapa de pre-
limpia. La prelimpiadora tiene un ci-
lindro rotatorio que remueve las pie-
zas grandes de paja y otras materias
extrañas mayores. Tiene también una
cámara que remueve el polvo y el
material fino por medio de aspira-
ción con aire.

M-2 es una báscula por lotes que
pesa incrementos de determinado ta-
maño y registra el número de descar-
gas en un contador que se encuentra
comúnmente en la báscula o en las
oficinas del molino.

M-3 representa un tamiz, que se
utiliza como un clasificador por espe-
sor del arroz palay y combina el mo-
vimiento horizontal recíprocante con
movimiento rotatorio. Puede tener
una o varias mallas, la máquina que
se ilustra tiene dos. La malla superior
tiene perforaciones donde el material
grande no pasa. La malla inferior tie-
ne perforaciones donde el material,
en este caso el arroz, tampoco pasa.
La malla inferior es llamada "malla
de arena" y ambas están construidas
de metal.

El material que no pasa a través
de la malla inferior va a M-4, un se-
parador de discos Carter que es un

clasificador por longitud con deter-
minado tamaño para elevar el arroz
palay fuera de las varas y pajas que
no fueron removidas en las dos pri-
meras máquinas de limpieza.

Entonces el arroz palay es trans-
portado a otro separador de discos
M-5, con alveolos de tamaño de-
terminado, en serie con otros de dife-
rente tamaño para separar las semi-
llas extrañas y granos de arroz sin
cascarilla. La eliminación de semillas
es probablemente la segunda opera-
ción más crítica en la molienda del
arroz por el efecto "degradativo" de
las semillas extrañas en el arroz ela-
borado.

7.2.2.b. 2a. ETAPA. SEPARACION DE LA CASCARILLA

La siguiente máquina, M-6, remue-
ve la cascarilla de los granos y es la
primera en el flujo que fue diseñada
específicamente para la molienda del
arroz. Se trata de una descascarilla-
dora de rodillos de caucho. El palay
se alimenta por gravedad entre los ro-
dillos recubiertos de caucho que
están girando en direcciones opuestas
y a diferentes velocidades. La presión
entre los rodillos es regulada por un
cilindro neumático ya que las dife-
rentes variedades de arroz requieren
de diferentes presiones de descasca-
rillado.

La máquina M-7, es un aspirador;
M-8 representa una zaranda, y M-9

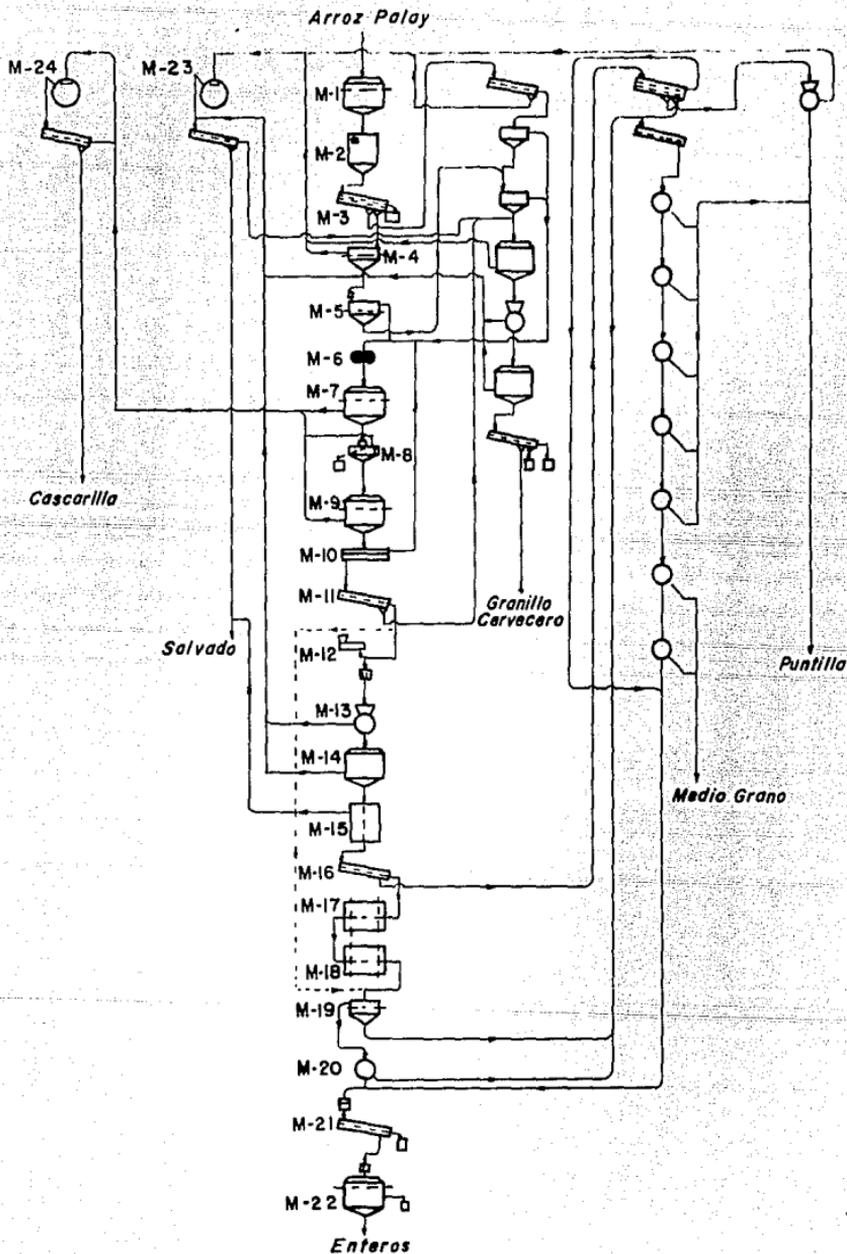


Fig. No. 4 Diagrama de Flujo Simplificado de un Molino de Arroz
(Duff y Estoko, 1978)

otro aspirador. Utilizan aire para separar las cascarillas ligeras (livianas) del arroz moreno que es más pesado. La zaranda tiene una serie de tamices para ayudar a la separación.

M-10 es un separador por densidad, se trata de una mesa paddy o densitométrica. Separa el arroz palay del arroz moreno, y el primero es retornado a las descascarilladoras. Las primeras máquinas paddy fueron diseñadas para ajustar la velocidad e inclinación de la mesa. Las nuevas máquinas están diseñadas para cambiar rápidamente la longitud de los impactos o golpes.

El tamiz M-11 separa los granos quebrados más pequeños de los granos enteros de arroz moreno, usando un tamiz de malla específica, en este caso malla 11. Esta separación es hecha debido a que los granos rotos más pequeños van a través de las blanqueadoras con los granos enteros y tienen menos salvado eliminado que los otros, dando como resultado arroz con más de un grado de elaboración.

Si se desea como producto final arroz moreno, entonces se salta desde la máquina M-12 a la M-18, como muestra la línea punteada. El arroz que va a ser blanqueado va a la etapa de eliminación del salvado.

7.2.2.c. 3a. ETAPA. SEPARACION DEL SALVADO

Un transportador helicoidal M-12, que funciona como un alimentador, añade carbonato de calcio al arroz moreno en determinada proporción. El carbonato de calcio es un abrasivo seco que facilita la eliminación del salvado en las máquinas blanqueadoras.

La blanqueadora M-13, la cual elimina el salvado, es la máquina más crítica en el proceso, ya que causa el mayor rompimiento del arroz, aún cuando se ajuste debidamente.

La mayoría del salvado removido es succionado por un aspirador, M-14. Después el arroz pasa por un pulidor, M-15, que consiste en un cilindro rotatorio vertical en el cual están dispuestas bandas de cuero que van enlazadas. El arroz blanqueado pasa por el cilindro y un tamiz de alambre, que junto con la acción de las bandas de cuero, causan una eliminación adicional de salvado. Algunos molinos han descontinuado el uso del pulidor ya que se piensa que causa un rompimiento excesivo.

7.2.2.d. 4a. ETAPA. CLASIFICACION DEL ARROZ ELABORADO

El arroz elaborado va ahora hacia un tamiz M-16 donde el quebrado que fue producido en la operación

de blanqueo es separado del grano entero por un tamiz de malla determinada en base al tamaño del material.

Las siguientes máquinas, M-17 y M-18, son tambores de madera que giran suavemente, muy cerca del axis horizontal, donde el arroz se pule al caer por el interior debido a que los granos resbalan unos con otros.

M-19 es un separador de discos alveolados que levanta los quebrados de los enteros. M-20 es un cilindro alveolado o "trieur" que es otro tipo de separador por longitud y que separa a los quebrados del entero.

M-21 es un tamiz con perforaciones específicas para separar una variedad de semillas en particular. La última máquina de la línea, M-22 es un aspirador.

M-23 y M-24 representan molinos de martillos que se utilizan para uniformizar el tamaño de los subproductos, así como para obtener una molienda de cascarilla.

7.2.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO COMPLETO DE LA MOLIENDA DE ARROZ

(Esmay, Soemangat y Phillips, 1979)

El diagrama presenta el proceso del beneficio del arroz palay. En cada bloque se presenta el equipo utilizado para cada una de las operaciones así como cada uno de los productos intermedios o subproductos que

llevan a los productos finales. Se pueden observar las operaciones básicas de las cuales algunas cuentan con un sistema de aspiración conectado a ciclones que llevan a cabo la eliminación de impurezas como polvo. En otras el equipo sirve para eliminar de la línea principal las partes externas del grano, como es la cascarilla que ha sido removida por medio de las descascarilladoras, y el salvado y el germen que se van eliminando a través de las blanqueadoras por abrasión. Fig. No. 5.

El primer bloque del diagrama muestra una Tolva, la cual representa la recepción del arroz palay sin limpiar.

La Báscula se coloca con el propósito de saber cuánto material sin limpiar está entrando al proceso y también para dejar a dicho proceso una cantidad determinada de grano y así poder llevar un control del material.

La Prelimpiadora es un equipo que se destina a limpiar el arroz palay. En el diagrama va colocado un Ciclón en el cual se aspira el polvo que contiene el grano, y por otro lado una serie de impurezas que se clasifican como gruesas, grandes y pequeñas; en este mismo paso se eliminan metales y piedras. En la línea principal se obtiene arroz palay limpio.

La siguiente operación es la Eliminación de la Cascarilla o Descascari-

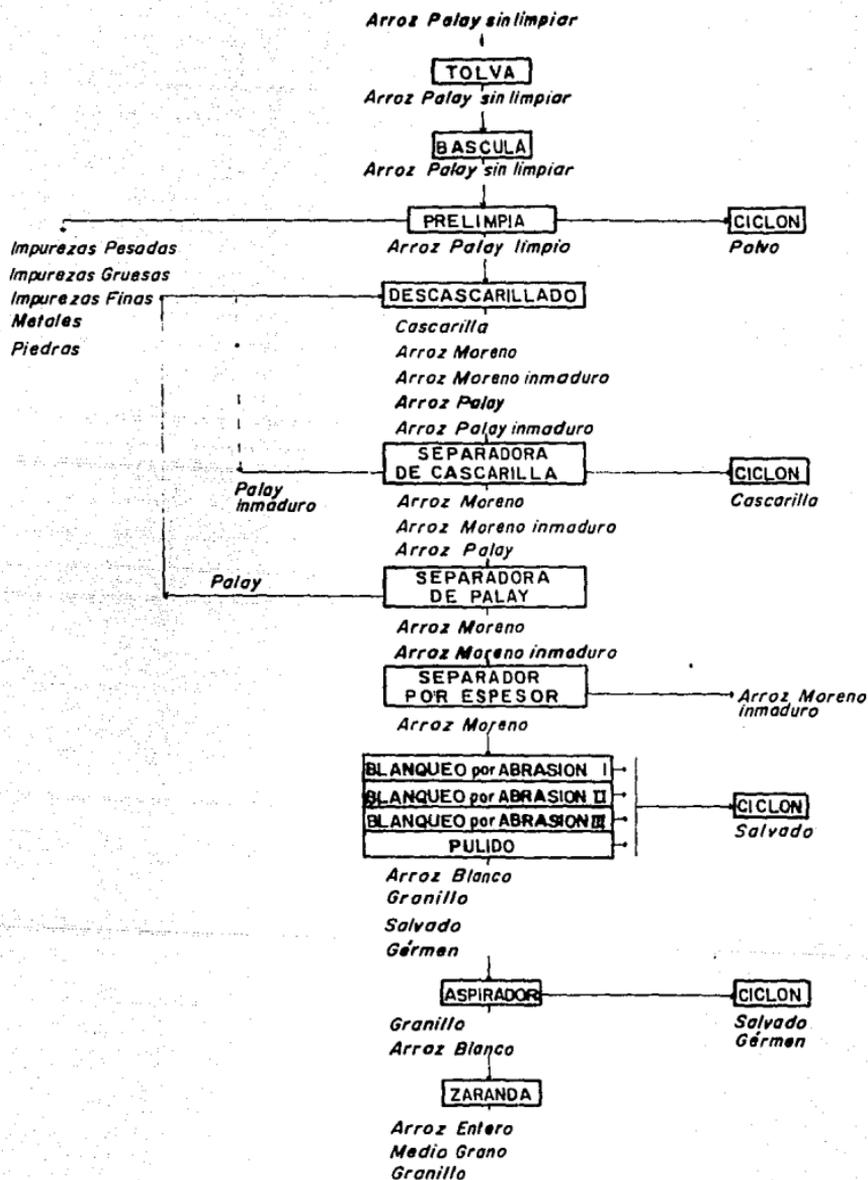


Fig. No.5 Diagrama de Bloques del Proceso Completo de la Molienda

(Estray, Sawmangat y PHILLIPS, 1979)

llado que se lleva a cabo por medio de la descascarilladora. De esta operación se obtiene en la línea de salida arroz moreno, cascarilla, arroz moreno inmaduro, arroz palay y arroz palay inmaduro.

La separación de la cascarilla se puede realizar por medio de una zaranda separadora y aspiración, la operación tiene por objeto una limpieza que consiste en obtener principalmente una mezcla de arroz moreno, arroz moreno inmaduro y arroz palay libre de cascarilla. En esta operación la cascarilla es eliminada mediante el uso de un Ciclón con aspirador. En la misma zaranda separadora se elimina el arroz palay inmaduro.

La Mesa Paddy o Densitométrica tiene como función la separación de la mezcla proveniente de la separadora de cascarilla en dos líneas importantes. Una de ellas consiste de arroz palay, y la otra corriente de arroz moreno y arroz moreno inmaduro. El fundamento de la operación se basa en el cambio de densidad del grano por el descascarillado. El movimiento causado por el equipo hacia el grano hace que por diferencia de densidades el material se separe.

La diferencia entre los espesores se toma como principio para la separación del grano inmaduro del maduro. En la operación se utilizan separadores por espesor que separan el arroz moreno inmaduro que fue suscepti-

ble de ser descascarillado.

Una vez obtenido el arroz moreno pasa por sucesivos pasos de blanqueo. La operación tiene el propósito de eliminar las capas externas del grano. En el diagrama se pueden observar tres pasos de blanqueo y uno más correspondiente al pulido. La operación se realiza con máquinas denominadas blanqueadoras.

A continuación se lleva a cabo una aspiración por medio de un aspirador que se conduce a un Ciclón. Durante el proceso el salvado y el germen, que son partículas más ligeras que el arroz son separadas de la corriente utilizando aire. La operación da como resultado en la corriente principal, arroz entero y granillo.

Por último se realiza una operación denominada clasificación por tamaño. En esta etapa del proceso se pretende que a través de una serie de zarandas se obtengan tres fracciones a partir de la corriente principal, que constituyen el arroz elaborado y lo que se hace es una separación de fracciones que son principalmente: arroz entero, medio grano y granillo.

7.3. FACTORES QUE AFECTAN A LA MOLIENDA

Los factores que afectan al rompimiento del grano durante la molienda se pueden clasificar en:

- Factores de premolienda.
- Factores de molienda.

7.3.1. FACTORES DE PREMOLIENDA

Los factores de premolienda están relacionados con las características propias del grano, como la variedad y las condiciones ambientales, de nutrición y de prácticas de cultivo a que se ve sujeto durante su crecimiento.

Otros factores de premolienda, de los cuales existe más información y están más cercanos a la elaboración, siendo por esta causa más importantes:

- Cosecha
- Secado
- Transporte

7.3.1.a. COSECHA

Si el palay se cosecha inmaduro se presenta una cantidad excesiva de granos yesosos en el arroz elaborado disminuyendo además los rendimientos. Si la cosecha es tardía, se presenta el fenómeno de arroz fisurado, resultando también una disminución del rendimiento total y de arroz blanco entero.

Cada variedad de arroz observa diferentes óptimos de madurez representados por la humedad notándose en general que cosechándose por debajo del óptimo disminuyen los rendimientos molineros.

(Matthews y Spadaro, 1975)

7.3.1.b. SECADO

La humedad óptima a la cual se cosecha el palay (18-24 o/o) no es propicia para la buena conservación del grano, por lo que hay que secarlo. Las condiciones de secado a las cuales se ve sujeto el grano tienen un marcado efecto sobre la cantidad de grano quebrado durante la molienda.

La cantidad de arroz fisurado en el secado y su potencial quebrado durante la elaboración, está en relación directa con la magnitud de los gradientes de humedad desarrollados en el grano durante el secado.

(Henderson, 1954) (Matthews y Spadaro, 1975)
(RhInd, 1962)

7.3.1.c. TRANSPORTE

Las condiciones de transporte del palay tienen un efecto importante económicamente por la cantidad de grano que se puede quebrar o fisurar por los impactos durante el manejo y aún por la estiba demasiado alta de sacos con palay. (Louvier y Calderwood, 1972)

Las condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad relativa) y aún el desarrollo de insectos tienen también influencias en los rendimientos molineros.

7.3.2. FACTORES DE MOLIENDA

“La operación ideal de molienda es aquella en la cual las condiciones ambientales en el molino, las propiedades del arroz y el ajuste de las máquinas están controladas para producir la mayor cantidad de grano entero con el grado de elaboración deseado”. (Rhind, 1962)

La separación de la cascarilla y del salvado causan rompimiento del grano, independientemente de que la pre cosecha, cosecha y secado hayan sido cuidadosos. Las condiciones o factores de elaboración que más influyen en los rendimientos molineros son:

- Granos fisurados.
- Espesor del grano.
- Contenido de humedad.
- Temperatura durante la molienda.
- Humedad relativa durante la molienda.
- Aereación en la cámara de elaboración.
- Tiempo de elaboración o blanqueo.

7.3.2.a. GRANOS FISURADOS

Se ha encontrado una relación, cuando menos parcial, entre el grano fisurado y la cantidad de quebrado obtenido, aunque algunos autores mencionan la imposibilidad de demostrar con absoluta certeza qué porcentaje de grano está fisurado antes de la elaboración y sobre todo

hacen hincapié en la relación o influencia que puede tener el tamaño del grano (largo, mediano y corto) sobre el grano quebrado y fisurado.

7.3.2.b. ESPESOR DEL GRANO

Se ha encontrado que el espesor del grano está en relación con el quebrado, y los granos más delgados se rompen más durante la elaboración. (Matthews y Spadaro, 1976)

7.3.2.c. CONTENIDO DE HUMEDAD

En trabajo realizado con la variedad Bluebonnet se encontró que el contenido de humedad afecta el rendimiento molinero. Trabajando a humedades más bajas que las usuales (10 o/o) se tuvo incremento de grano entero en 3 o/o, para otras variedades se han encontrado resultados similares pero de diferente magnitud. (Pominski, Wasserman, Schultz y Spadaro, 1961)

7.3.2.d. TEMPERATURA DURANTE LA MOLIENDA

Se ha encontrado que la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura del grano es un factor importante en el rendimiento molinero, aunque aparentemente no tanto como la humedad relativa. (Aitruy, Grigorief, Aitschul y Hogan, 1955).

7.3.2.e. HUMEDAD RELATIVA DURANTE LA MOLIEDA

Variaciones en la humedad relativa de 50 o/o a 70 o/o producen un incremento de 3 o/o en el grano entero obtenido en la elaboración para la variedad Bluebonnet (grano largo) y respuestas de magnitud más pequeña para el grano mediano y corto. (Autrey, Grigorief, Altschul y Hogan, 1955).

Los últimos trabajos sobre este tema demuestran que las correlaciones de rendimiento molinero con temperatura ambiental y del grano en la elaboración es debido en realidad a la pérdida o ganancia de humedad por los cambios de temperatura. (Autrey, Grigorief, Altschul y Hogan, 1955).

7.3.2.f. AEREACION EN LA CAMARA DE ELABORACION

Durante la elaboración, principalmente cuando se usan blanqueadoras por fricción, se genera calor, lo que causa eliminación de humedad del grano, produciendo así esfuerzos mecánicos dentro del grano que provocan el fisuramiento y facilitan que se quiebre. Algunos autores han concluido que el esfuerzo mecánico por la temperatura es insignificante en relación al ocasionado por los gradientes de humedad. La aereación durante el blanqueo favorece la eliminación del salvado. (Rhind, 1962)

7.3.2.g. TIEMPO DE ELABORACION

Respecto a la duración del blanqueo y su relación con el grano quebrado se ha reportado que solamente 1/5 del grano quebrado se produce al remover el 75 o/o del salvado, produciéndose esto en las primeras etapas de elaboración. Otros autores reportan resultados similares y coinciden en señalar que el quebrado se produce por el esfuerzo mecánico que al prolongarse en el tiempo, aumenta el quebrado.

(Autrey, Grigorief, Altschul y Hogan, 1955)

7.4. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE LA ELABORACION

(Barber, Botey, Plaja y Tortosa, 1972)

La elaboración industrial del arroz origina una serie de subproductos de características, composición, valor nutritivo y uso muy diversos.

El establecimiento de una tipificación de los subproductos de la elaboración del arroz que esté basada en criterios bien definidos y fáciles de determinar se convierte en una necesidad.

Al tratar de establecer una tipificación de los subproductos del arroz se plantea una serie de problemas derivados fundamentalmente de la variabilidad en la composición, estado de conservación, estado sanitario, y en definitiva, valor nutritivo de las di-

ferentes partidas comerciales.

Existe una gran diversidad de sub-productos. Algunos de ellos por su aspecto y aun por su composición son muy semejantes, lo que dificulta una definición precisa de los mismos. No obstante, la descripción dada a continuación puede ser de utilidad.

7.4.1. ARROZ BLANCO

Es el arroz que ha pasado por la etapa de blanqueo, en la cual se le han eliminado las capas exteriores. El arroz blanco es el endospermo del carióspside y consiste de gránulos de almidón.

7.4.2. MEDIO GRANO

Es aquel con tamaño igual o mayor a la mitad de la longitud del grano entero.

7.4.3. GRANILLO

Son fragmentos de grano elaborado igual o mayor a la cuarta parte del grano, pero que no llega al tamaño mínimo del medio grano.

7.4.4. PUNTILLA

Son fragmentos de grano elaborado menor a la cuarta parte del grano entero.

7.4.5. SALVADO

Producto harinoso, de tacto suave y fibroso, constituido en su mayor parte por pericarpio, tegmen, aleurona, algo de endospermo y germen triturado.

7.4.6. SALVADO DE DESCASCARILLADORA, SALVADILLO

Está constituido fundamentalmente por fragmentos de cascarilla. Incluye además una pequeña proporción de pericarpio, algo de germen y raquilla y pequeños fragmentos de endospermo, así como polvo y tierra.

7.5. PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE ARROZ ELABORADO A PARTIR DE ARROZ PALAY (Vo-Tong y Ross, 1972)

La fig. No. 6 presenta una descripción de las fracciones de los subproductos de la molienda del arroz a partir de arroz palay de campo.

Al recibir el arroz palay de campo viene con impurezas que pueden ser semillas extrañas, polvo, paja y por otro lado agua en forma de humedad del grano. El arroz pasa por etapas de prelimpia para eliminar las impurezas y por una de secado para eliminar el

agua. El secado puede llevarse a cabo por métodos mecánicos o naturales. Consecuentemente se obtiene el arroz palay limpio o prelimpiado y con el contenido de humedad más cercano al óptimo para realizar las operaciones subsecuentes.

En la operación de descascarillado se obtienen de salida dos corrientes fundamentales, una que corresponde a la cascarilla, la cual representa el 18 – 22 o/o en peso de arroz palay seco, la otra línea de salida corresponde al arroz moreno y constituye el 80 – 82 o/o de arroz palay limpio (A).

Durante la etapa de blanqueo y llevando al arroz a su más alto grado de elaboración se obtienen, por un lado el salvado que representa el 8 – 10 o/o del arroz palay seco y limpio, el 68 – 70 o/o restante es la salida principal de la etapa de blanqueo y es el que se presenta como arroz blanco o elaborado (B).

En esta etapa se tienen las condiciones necesarias para llegar a un alto grado de elaboración obteniendo el menor porcentaje posible de arroz quebrado. El arroz quebrado en este diagrama está representado por una corriente de granillo y puntilla y otra salida correspondiente al medio grano. Los porcentajes de estas dos corrientes son aprox. 5 o/o y 15 o/o respectivamente. Esto tomando como base el peso inicial de arroz palay (A).

Finalmente, la fracción principal, la cual es el objetivo del beneficio del arroz palay y que en este caso es el arroz elaborado entero, representa el 50 o/o del arroz palay inicial seco y limpio (A).

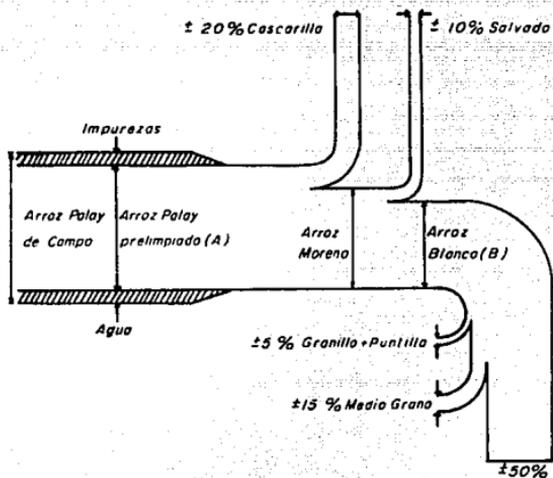
En sí el diagrama presenta el rendimiento de arroz blanco en total (B) es decir, al salir de la etapa de blanqueo, esta corriente incluye todas las fracciones, arroz entero, medio grano, y granillo y puntilla.

7.6. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE LA MOLIENDA DE ARROZ (Duff y Estloko, 1976)

La figura presenta cuatro niveles tecnológicos utilizados en el beneficio del arroz palay. Fig. No. 7.

El primer diagrama presenta un sistema en el cual el descascarillado y blanqueo se realizan en la misma operación. El blanqueo no es un paso independiente ya que se presenta por un lado la obtención de subproductos como es la cascarilla y el salvado a partir del palay limpio, y por otro lado el producto principal que es el arroz blanco. A este nivel, debido a su simplicidad se le puede designar como Nivel Tecnológico 1.

En el segundo diagrama, que se puede designar como Nivel Tecnológico 2, se presenta un sistema predominante en los últimos 20 años en el cual se lleva a cabo el descascarillado y el blanqueo en operaciones



$$\% \text{ RENDIMIENTO} = \frac{B}{A} \times 100 \%$$

(en peso)

Fig. No. 6 Porcentaje de Rendimiento de Arroz Blanco a partir de Arroz Palay
 (Va Tong, Ruiz 1972)

independientes o alternadas. Este diagrama significa que a partir del arroz palay limpio se lleva a cabo la operación de descascarillado para la obtención de arroz moreno y de cascarilla. A partir del arroz moreno se obtiene el arroz blanco y el salvado con cascarilla a través de un proceso de blanqueo. Con el arroz blanco obtenido de la eliminación del salvado, y tres subsecuentes etapas de blanqueo se obtiene el arroz pulido elaborado.

El siguiente diagrama el cual se denominará Nivel Tecnológico 3, es un sistema corto en el cual se lleva a cabo el descascarillado por medio de discos y el blanqueo con conos blanqueadores. Se observa que el descascarillado es una operación independiente y en la salida se aprecian dos corrientes, una que lleva a la obtención del arroz moreno-arroz palay y otra que señala la obtención de la cascarilla. La operación es llevada a cabo por medio de una descascarilladora de discos. A partir de la mezcla se toma el arroz moreno para que a través de las etapas de blanqueo se obtenga el arroz elaborado y el arroz moreno, al cual no fue eliminado el salvado por los conos blanqueadores.

Las diferencias entre los Niveles 2 y 3 estriban principalmente en el medio por el cual se lleva a cabo el descascarillado. En el Nivel 2 se utilizan descascarilladoras de rodillos de caucho y en el Nivel 3 descascarilladoras de discos. En el Nivel 2, a partir del arroz moreno, se obtienen dos corrientes que son las de arroz elaborado sin pulido y la de cascarilla y salvado. Así en el diagrama del Nivel 3, a partir del arroz moreno y arroz palay, se obtienen dos corrientes, pero esta vez corresponden a arroz elaborado y a arroz moreno.

El último diagrama de la figura, el Nivel Tecnológico 4, tiene el mismo principio que el Nivel Tecnológico 3, o sea que el descascarillado se realiza con descascarilladoras de discos y el blanqueo con conos blanqueadores. En este Nivel que es un sistema largo, en la operación de descascarillado se obtienen, por un lado la cascarilla y por el otro la mezcla moreno-palay. A este punto puede observarse el equipo que separa la mezcla, con lo que el arroz palay es susceptible de retornarse al inicio del sistema para ser nuevamente pasado por las descascarilladoras. El arroz moreno se blanquea por medio de los conos blanqueadores, con lo que finalmente se obtiene el arroz elaborado.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se dividió en dos partes, la primera consistió en el trabajo de campo y la segunda en el trabajo de gabinete. Se realizó una selección de 10 molinos de los 69 que se encontraban en operación para el año 1982 lo cual respresenta aproximadamente el 15 o/o de las beneficiadoras en ese año.

1. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se llevó a cabo visitando los molinos, recopilando información que se consideró necesaria para determinar las condiciones actuales en ese año y documentarse con las características de operación de las beneficiadoras.

1.1. ENTREVISTA CON EL OPERADOR

Consistió en obtener información acerca del flujo de molino con el operador principal que en este caso es el "maestro molinero", con quien se realizó un recorrido por el molino para determinar con precisión las etapas y operaciones involucradas en el proceso de cada beneficiadora.

1.2. RECOPIACION DE INFORMACION

La recopilación se obtuvo a través de una encuesta y consistió en obtener el tipo y número de transportadores, número y tipo de máquinas y el orden de las operaciones.

1.3. ELABORACION DEL DIAGRAMA PRELIMINAR Y REVISION DEL DIAGRAMA

Esta parte consistió en trazar un dibujo previo del diagrama de flujo "a pie de molino" para cada beneficiadora, el cual incluye los niveles físicos, transportadores y la secuencia de las operaciones representadas por máquinas. Para verificar el orden original que presentaba cada uno de los molinos se acudió al operador quien hizo las observaciones necesarias para ajustarse a cada beneficiadora. Así se obtuvo el diagrama preliminar.

2. TRABAJO DE GABINETE

Para tener una comparación entre la información obtenida en el trabajo de campo se realizó una revisión de la bibliografía así como de catálogos de proveedores para recopilar diagramas de flujo en diferentes países y de diferentes proveedores. Se obtuvo información de las máquinas más representativas y usadas en el proceso

de las beneficiadoras. Para realizar la comparación con los molinos de otros países y de los nacionales, se tomó como base el diagrama de la Fig. No. 5 que presenta una de las mejores alternativas para el beneficio del arroz palay.

2.1. CLASIFICACION Y DISCUSION DE INFORMACION DE MOLINO

Obtenida la información de transporte, número y tipo de máquinas se procedió a la clasificación y discusión de ella. La clasificación consistió en vaciar la información en cuadros sinópticos. Para el análisis de los molinos nacionales se incluyeron tres aspectos:

Flujo o transporte de materiales.
Orden de las operaciones.
Número y tipo de máquinas.

2.1.1. FLUJO O TRANSPORTE DE MATERIALES

Con la información se desarrolló un cuadro sinóptico de transporte complementario al análisis, en el cual se caracterizó a cada transportador de acuerdo a su función.

2.1.2. ORDEN DE LAS OPERACIONES

Se realizó un análisis tomando como base la Figura No. 5 la cual se consideró que representa una de las alternativas más completas en la secuencia y número de operaciones para el beneficio del arroz en E.U.A.

2.1.3. NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS

Se elaboró el cuadro de descripción de equipo de molinería, información que se complementó con catálogos de proveedores nacionales y no nacionales.

Para los molinos de catálogos fabricados en otros países sólo se realizaron los puntos 2.1.1. y 2.1.2., ya que el número y tipo de máquinas depende de la capacidad que se desee instalar o no se cuenta con esta información en el país.

2.2. DISCUSION DEL DIAGRAMA

El diagrama se discutió para determinar las diferencias en el orden del proceso, presencia o ausencia de operaciones, capacidades por máquina y titaes, y potencias, obtener resultados y conclusiones y tener la información adecuada y ordenada para llegar a un diagrama definitivo.

2.3. DIAGRAMA DEFINITIVO

Se obtuvo utilizando las técnicas conocidas del dibujo mecánico, ajustando la representación de cada máquina, asignando claves a cada operación o máquina y para cada uno de los transportadores.

2.4. RECOPIACION DE INFORMACION GENERAL SOBRE LAS MAQUINAS

La información anterior se complementó con una recopilación llevada en forma bibliográfica de las máquinas más usualmente utilizadas en las beneficiadoras nacionales. Esta parte comprende:

2.4.1. PRINCIPIO

Explica las bases principales para la construcción y funcionamiento de las diferentes máquinas del beneficio.

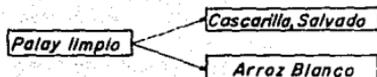
2.4.2. FUNCIONAMIENTO

Explica en forma general los dispositivos o piezas principales para el movimiento total de la máquina y para llevar a cabo el propósito para el cual fue construida.

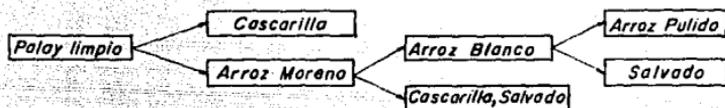
V. RESULTADOS

**DIAGRAMAS DE ELABORACION
INDUSTRIAL DE ARROZ
DE DIVERSOS PAISES**

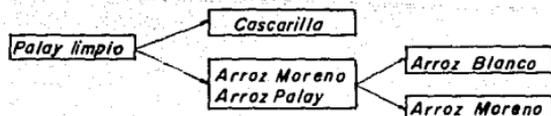
DESCASCARILLADO (Sin Blanqueo)



DESCASCARILLADO (Rodillos), -Con Blanqueo-



DISCO- CONO (Corto)



DISCO - CONO (Largo)

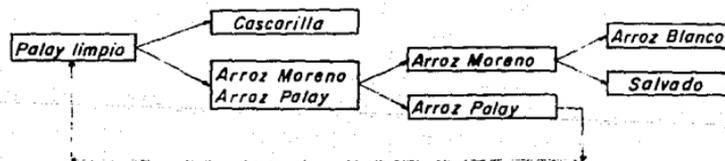


Fig. No. 7 Sistemas Alternativos de la Molienda de Arroz

Dpto. de Estudios 1971

a) FLUJO O TRANSPORTE

En el cuadro No. 5, se muestran los tipos y números de transportadores helicoidales y elevadores de cangilones correspondientes al molino del diagrama de la Fig. No. 8.

A la salida de la máquina de pre-limpia se encuentra un transportador helicoidal doble y de sentido contrario TH1 que transporta el arroz palay hacia las tolvas intermedias. El transportador TH2 está dispuesto en la salida de las tolvas intermedias, también es una unidad doble y con sentido contrario que deposita arroz palay en la Tolva-Báscula.

El tercer transportador de este tipo TH3 está colocado a la salida de tres conos blanqueadores, y la otra parte del transportador helicoidal se encuentra en la salida del cuarto cono y de los dos pulidores. Así unen en una sola corriente el salvado de los cuatro conos con el de los dos pulidores, la cual se dirige hacia el clasificador hexagonal rotatorio para la separación del germen.

En la salida de los cilindros clasificadores —en la cual se tiene arroz moreno— va colocado el elevador de cangilones E1 por el cual se alimenta el palay al primer paso de blanqueo. Los elevadores E2, E3, E4, E5, E6 y E7 transportan el arroz proveniente de la segunda, tercera y cuarta etapas

de blanqueo, y así sucesivamente con respecto a los pasos de pulido. El elevador E7 transporta el arroz pulido o elaborado hacia la zaranda giratoria que puede encontrarse en otro piso del molino.

En el diagrama se tienen cuatro ciclones que por medio de aspiración eliminan polvo e impurezas, también subproductos en las diferentes etapas del proceso. Así la LA1 en la primera etapa tiene como función eliminar el polvo y otros materiales ligeros que contiene el arroz palay.

La línea LA2 en la primera etapa y antes de la operación de descascari-lado recoge partículas grandes provenientes en la corriente, también aspira glumillas por medio de una corriente en el separador de germen.

En la tercera etapa la LA3 está colocada para recoger el salvado proveniente de la descarga de los trieurs y también aspira y recoge parte del salvado resultante de los tres últimos pasos del blanqueo.

La línea LA4 del proceso tiene como función recoger el salvado descargado hacia una sola corriente por los dos pulidores. Esta corriente total que se dirige hacia el ciclón C4 es la resultante de la descarga del cuarto cono blanqueador y de la entrada y de la salida del segundo pulidor.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En las operaciones de la primera

CUADRO No. 5

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO ESPAÑOL A

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Prelimpia	Tolvas intermedias	Transporte de arroz palay
TH2	Transportador helicoidal 2	Tolvas intermedias	Tolva báscula	Transporte de arroz palay
TH3	Transportador helicoidal 3	Blanqueadoras de cono	Tambor hexagonal rotatorio	Transporte de salvado
E1	Elevador de cangilones 1	Separadores por espesor	Blanqueadora de cono 1	Transporte de arroz moreno
E2	Elevador de cangilones 2	Blanqueadora de cono 1	Blanqueadora de cono 2	Transporte de arroz semielaborado
E3	Elevador de cangilones 3	Blanqueadora de cono 2	Blanqueadora de cono 3	Transporte de arroz semielaborado
E4	Elevador de cangilones 4	Blanqueadora de cono 3	Blanqueadora de cono 4	Transporte de arroz semielaborado
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadora de cono 4	1er. pulidor	Transporte de arroz blanco
E6	Elevador de cangilones 6	1er. pulidor	2o. pulidor	Transporte de arroz semipulido
E7	Elevador de cangilones 7	2o. pulidor	Criba	Transporte de diferentes fracciones
LA1	Línea de aspiración 1	Prelimpia	Ciclón 1	Transporte de polvo y materiales ligeros
LA2	Línea de aspiración 2	Tolva báscula	Ciclón 2	Transporte de glumilla y salvado fino
LA3	Línea de aspiración 3	Blanqueadoras de cono	Ciclón 3	Transporte de salvado de blanqueo
LA4	Línea de aspiración 4	Pulidores	Ciclón 4	Transporte de salvado de pulido

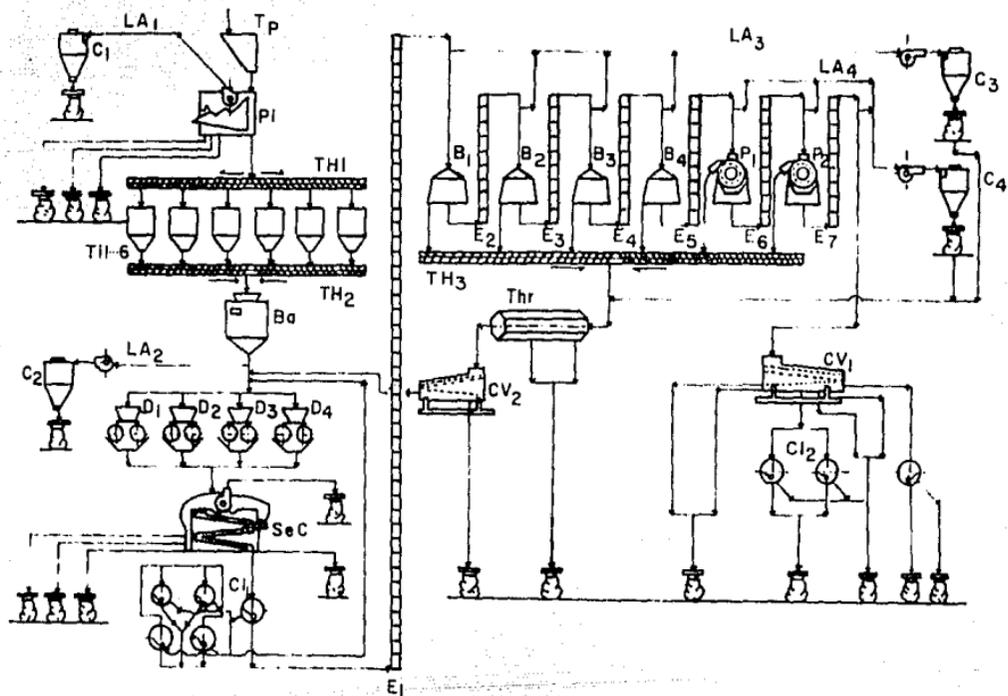


Fig. No. 8 Diagrama de Flujo de un Molino Español. A.

(Primo, Barber, et al., 1970)

CUADRO No. 6

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO ESPAÑOL A

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpia
Ti1,....,6	Tolvas intermedias
Ba	Báscula
D1,....,4	Descascarilladoras de rodillos
SeC	Separadora de cascarilla
CI1, 2	Cilindros clasificadores
B1,....,4	Blanqueadoras de cono invertido
P1, 2	Pulidores
Thr	Tamiz hexagonal rotatorio
CV1, 2	Cribas vibratorias
E1,....,7	Elevador de cangilones
TH1, 2, 3	Transportador helicoidal
LA1,....,4	Línea de aspiración
C1,....,4	Ciclones

etapa hay variantes en cuanto a la disposición de las máquinas. Una de ellas es la prelimpia, la cual en este molino está colocada antes del pesa-do del grano. Las máquinas restantes de la etapa de prelimpia quedan en el orden que describe el diagrama bá-sico.

En la etapa de descascarillado las máquinas están colocadas en el orden operacional lógico de acuerdo al dia-grama básico del proceso, no existi-endo una variación profunda de la secuencia de las operaciones ya que sólo cambia el tipo de máquina para realizar la operación.

En la tercera etapa, la del blan-queo, la secuencia de las operaciones involucradas es la adecuada de acuer-do al diagrama. En el molino se tien-en cuatro blanqueadoras de cono colocadas en serie y cuya descarga de salvado va hacia un sólo transporta-dor helicodal, por lo tanto la descar-ga del cono es la entrada o alimenta-ción del siguiente. Posteriormente en el diagrama básico se tiene el paso de pulido o perlado que, en el diagrama de flujo, consta de dos pasos en serie.

La última etapa del proceso, la cual se refiere a la clasificación y que se denomina Zaranda, es para separar las fracciones resultantes de la etapa de blanqueo en: a) entero, b) medio-grano y c) granillo, básicamente. En el diagrama de flujo se tiene la clasi-ficación al salir del segundo puli-dor. El arroz es clasificado en la za-

randa vibratoria y rectificadas dos corrientes por dos juegos de cilindros clasificadores trieurs.

Anexo en forma paralela al proce-so del beneficio se presenta la obten-ción de salvado comercial y de ger-men. La descarga de salvado de los cuatro conos blanqueadores y de los dos pulidores es llevado por el trans-portador helicoidal hacia el tamiz hexagonal rotatorio. A la alimenta-ción del tamiz se unen las descargas de los ciclones C3 y C4. En el tamiz se separa el salvado comercial del germen. El germen entra a una za-randa vibratoria en donde se separa el granillo.

MOLINO ESPAÑOL, B.
(Primo, Barber, et al., 1970)

a) FLUJO O TRANSPORTE

En la Fig. No. 9, correspondiente a este molino, se aprecia la disposi-ción de las máquinas en dos niveles o pisos. La información correspon-diente a los transportadores heli-coidales y elevadores de cangilones se detalla en el cuadro No. 7. Se cuenta solamente con tres transpor-tadores helicoidales los cuales se en-cuentran en la parte baja del molino y transportan el arroz palay y otros productos en el mismo nivel.

El transportador TH1 se encuentra en la primera etapa, el descascarilla-do.

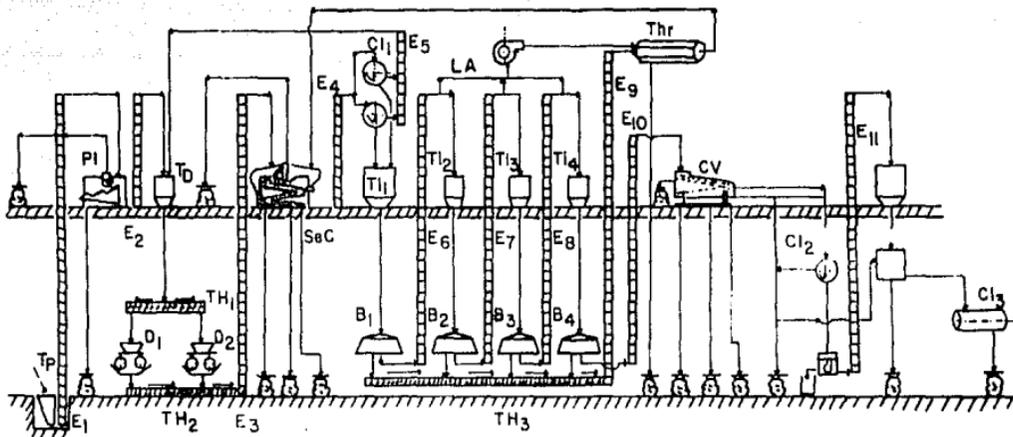


Fig. No.9 Diagrama de Flujo de un Molino Español. B.

(Primo, Barba et al., 1970)

CUADRO No. 7

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO ESPAÑOL B

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Tolva de palay	Descascarilladoras	Transporte de arroz palay
TH2	Transportador helicoidal 2	Descascarilladoras	Elevador 3	Transporte de mezcla palay, moreno, cascarilla
TH3	Transportador helicoidal 3	Blanqueadoras de cono	Elevador 10	Transporte de salvado
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpia	Transporte de arroz palay
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpia	Tolva de palay	Elevador en un solo nivel, transporte de palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Descascarilladoras	Separadora de cascarilla	Transporte de moreno y cascarilla
E4	Elevador de cangilones 4	Separadora de cascarilla	Separadores por espesor	Transporte de moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Separadores por espesor	Tolva de palay	Retorno de arroz palay a la tolva
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia	Transporte de arroz semielaborado
E8	Elevador de cangilones 8	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia	Transporte de arroz semielaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Blanqueadora de cono 4	Zaranda	Transporte de arroz blanco
E10	Elevador de cangilones 10	Blanqueadoras de cono	Tamiz hexagonal rotatorio	Transporte de salvado
E11	Elevador de cangilones 11	Clasificadores	Tolva	Transporte de arroz granza
LA	Línea de aspiración	Elevadores 6, 7, 8	Tamiz hexagonal rotatorio	Transporte de salvado

El transportador TH2 está instalado a la salida de las descascarilladoras y recibe la mezcla de arroz moreno-cascarilla.

El transportador TH3, dispuesto a la salida de los cuatro conos blanqueadores, transporta salvado hacia un elevador de cangilones que lo descarga en el tamiz hexagonal rotatorio.

Los elevadores de cangilones en este molino son once y alimentan las máquinas que se encuentran en otro piso así como a máquinas o equipo en el mismo nivel, como es el caso de los elevadores E2, E4 y E5. Atendiendo a esto se tiene que el elevador E2 transporta arroz palay desde la prelimpia hacia la tolva de arroz palay limpio. El elevador E4 lleva arroz moreno proveniente de la separadora de cascarilla hacia los cilindros separadores. De las salidas de los cilindros va otro elevador de cangilones E5, que está encargado de los retornos hacia la tolva de arroz palay limpio.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

De acuerdo al diagrama básico se puede determinar la falta de una Tolva-Báscula para registrar el número y tamaño de lotes. El orden de las máquinas siguientes es la que describe el diagrama básico hasta el punto en que no se tiene una máquina clasificadora por espesor que fundamen-

talmente irá después del equipo encargado de la separación del palay. La separación de arroz palay se realiza por medio de cilindros separadores por espesor. La diferencia en el espesor entre un grano de arroz palay y un grano de arroz moreno es utilizada para llevar a cabo la separación. Así se elimina la separación por medio de mesas paddy o densimétricas, las cuales se basan en un principio diferente para llevar a cabo la separación.

En la etapa de blanqueo de arroz se han dispuesto cuatro conos blanqueadores que van colocados en serie para realizar los pasos de la etapa. En el ordenamiento físico de las máquinas se puede notar claramente, a diferencia del molino anterior, que los conos blanqueadores van colocados en el piso inferior del molino. En cuanto a la alimentación a los conos se tiene que el arroz puede dosificarse ya que cada uno de los conos cuenta con una tolva intermedia a diferencia del anterior en el cual la alimentación es continua a través de los cuatro conos y de los dos pulidores.

La separación del salvado se realiza por medio de una aspiración a través de los elevadores E6, E7 y E8 y por medio de un transportador helicoidal colocado debajo de los cuatro conos. Este transportador, junto con la aspiración, tienen una descarga común en el tamiz hexagonal rotato-

CUADRO No. 8
INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO ESPAÑOL B

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpia
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2	Descascarilladoras de rodillos
SeC	Separadora de cascarilla
CI1, 2, 3	Cilindros clasificadores
Ti1, ..., 4	Tolvas intermedias
B1, ..., 4	Blanqueadoras de cono invertido
CV	Criba vibratoria
Thr	Tamiz hexagonal rotatorio
E1, ..., 11	Elevador de cangilones
TH1, 2, 3	Transportador helicoidal
LA	Línea de aspiración

rio.

En el proceso presentado en este molino se tiene la ausencia de algún paso de pulido, comúnmente uno, para realizar la eliminación de trazas de salvado que haya quedado como residuo durante los pasos correspondientes al blanqueo.

De aquí el arroz va hacia la etapa de clasificación la cual se realiza en tres pasos. Primeramente se lleva a cabo la separación gruesa de las fracciones por medio de una zaranda vibratoria. Se separa medio grano. El arroz que sale de una de las corrientes de la zaranda se rectifica en el segundo paso que se realiza por medio de un cilindro alveolado. Este paso es llamado de rectificación. Otro paso de rectificación se realiza por medio de otro cilindro colocado en el mismo piso que el otro cilindro.

MOLINO SUPER ULTRA-POLI-TRIPLE. IMAD (IMAD, 1978)

a) FLUJO O TRANSPORTE

En el diagrama de la Fig. No. 10, para llevar a cabo el transporte horizontal, se cuenta con dos transportadores helicoidales. Para el transporte en los pisos con los que cuenta la disposición del equipo se establecen nueve elevadores de cangilones. Sus funciones se muestran en el cuadro No. 9.

El transportador helicoidal TH1

está colocado en el nivel de elevadores y sirve de retorno del arroz palay hacia el elevador E2.

El transportador TH2 es para llevar a cabo la mezcla comercial con productos diferentes de las tres tolvas.

Los nueve elevadores de cangilones tienen la misma longitud y se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del único piso del molino, por lo que alimentan a las tolvas y máquinas que se encuentran en el mismo nivel ya sea en estructuras de soporte o bien, fijas al piso del nivel físico del molino.

Estos elevadores son simples y no se encuentra ninguna unidad doble que se utilice para transporte del mismo producto o de otro.

Es importante hacer notar el uso de dispositivos específicos y particulares de este molino. En el elevador E1, que transporta el arroz palay desde la tolva de arroz palay TP hacia el nivel superior, se encuentra el tamiz separador de impurezas finas. La descarga del elevador cuenta con un dispositivo nombrado "dirección optativa" que sirve para alimentar al tamiz o a la prelimpia, de acuerdo al estado en que se encuentre el arroz palay.

Se utiliza además el transporte neumático durante la etapa de blanqueo. La alimentación de las tolvas intermedias a los pasos de blanqueo, es impulsada por aire que se suministra por turbinas.

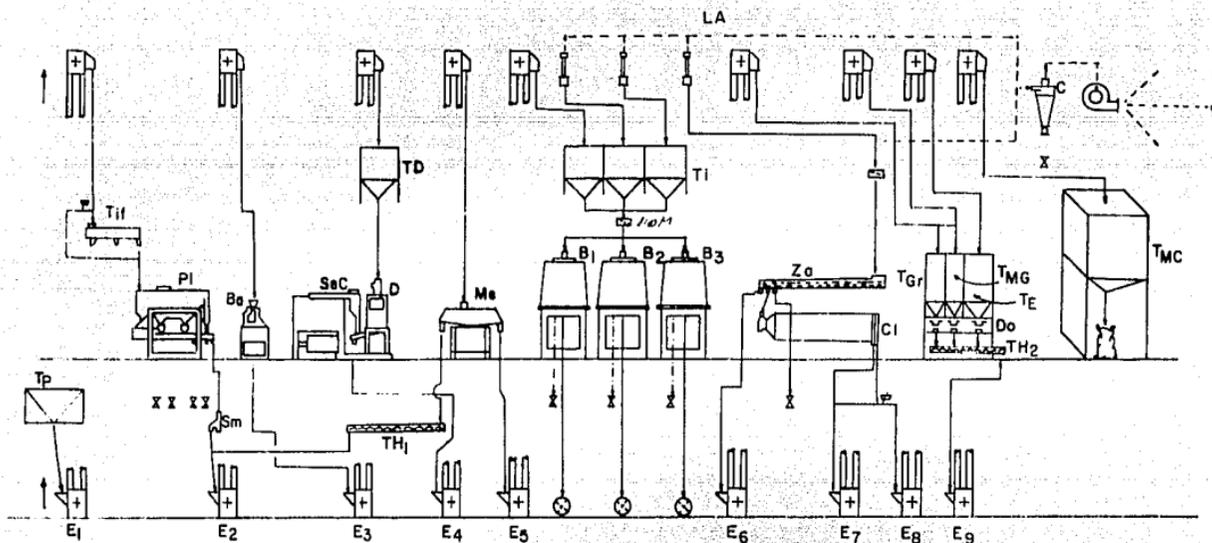


Fig. No. 10 Diagrama de Elaboración de un Molino de Arroz Super-Ultrapolitriple. IMAD.*
(IMAD, 1976)

* Industrio Española

CUADRO No. 9

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO SUPER-ULTRAPOLITRIPLE. IMAD

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Mesa separadora de palay	Elevador 2	Retorno de arroz palay
TH2	Transportador helicoidal 2	Tolvas	Elevador 9	Mezclador de fracciones
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Tamiz separador	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpra	Balanza	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Báscula	Tolva de palay limpio	Transporte de arroz palay limpio
E4	Elevador de cangilones 4	Separadora de cascarilla	Mesa separadora de palay	Transporte de mezcla palay-moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Mesa separadora de palay	Tolva alimentadora	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Tamiz	1a. tolva dosificadora	Transporte de granillo
E7	Elevador de cangilones 7	Trieur	2a. tolva dosificadora	Transporte de medio grano
E8	Elevador de cangilones 8	Trieur	3a. tolva dosificadora	Transporte de arroz entero elaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Transportador helicoidal	Tolva	Transporte de mezcla comercial
LA	Línea de aspiración	Tolvas intermedias, zaranda	Ciclón	Aereación

Una línea de aspiración es utilizada para eliminar el salvado que acompaña al arroz durante la etapa de blanqueo. La aspiración la realiza el único ciclón C del molino y éste aspira el salvado en cuatro puntos, dos de ellos son las entradas de las tolvas Ti2 y Ti3, otra la impulsión superior procedente de la corriente del tercer cono blanqueador y la cuarta es el tamiz precedente al cilindro clasificador.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

Se aprecia en el diagrama que todas las máquinas que realizan las operaciones se encuentran en un solo piso del molino con excepción de la tolva de palay TP. Los niveles o pisos no están claramente definidos pero se puede observar un nivel principal que es en donde están colocados muy representativamente los conos blanqueadores.

Así la tolva de palay TP se tiene como primera operación del flujo, la máquina alimenta al primer elevador de cangilones E1.

Posteriormente la prelimpia está dividida en tres pasos cuyas máquinas están dispuestas en dos diferentes niveles y a tres alturas para aprovechar la fuerza de gravedad para su alimentación. Dos máquinas de prelimpia se encuentran a dos diferentes alturas, la primera es un separador de impurezas finas, la segunda

lleva a cabo la parte gruesa de la etapa eliminando impurezas de mayor tamaño así como paja y piedras. El tercer paso se encuentra en el nivel de elevadores y es un separador magnético de impurezas.

A continuación se encuentra la báscula de registro. De esto se deduce que aunque la máquina no va en el orden del diagrama básico registra el número de lotes, en este caso de arroz palay limpio.

Del diagrama se tiene que el lote de arroz entra a la descascarilladora y posteriormente a la separadora de cascarilla. Este par de operaciones se encuentran en el orden adecuado invariable en un proceso general de beneficio al igual que la siguiente operación que es la separación de palay. Esta operación, que se realiza en el mismo piso del molino, tiene una descarga de arroz palay en el nivel de elevadores.

En este proceso se omite la separación por espesor que se observa en el diagrama básico. De acuerdo a ésto se plantea la posibilidad de que se alimente arroz inmaduro a las subsiguientes operaciones.

El blanqueo es la siguiente etapa, consta de tres pasos y se encuentra en el orden normal del proceso. Se observa que después de los tres pasos de blanqueo no existe el que correspondería al pulido.

En el diagrama se observa un dosificador múltiple que está diseñado

CUADRO No. 10

INDICE DE CLAVES DEL

MOLINO SUPER-ULTRAPOLITRIPLE. IMAD

TP	Tolva de arroz palay
Tif	Tamiz de impurezas finas
PI	Prefimpiadora
Sm	Separador magnético
Ba	Báscula
TD	Tolva de descascarilladora
D	Descascarilladora de discos
SeC	Separadora de cascarilla
Me	Mesa separadora de palay
Ti	Tolva intermedia
DoM	Dosificador múltiple de "dirección optativa"
B1, 2, 3	Blanqueadoras de cono invertido
Za	Zaranda
Cl	Cilindro clasificador Trieur
TGr	Tolva de granillo
TMG	Tolva de medio grano
TE	Tolva de entero
Do	Dosificador
TMC	Tolva de mezcla comercial
E1, ..., 9	Elevador de cangilones
TH1, 2	Transportador helicoidal
C	Ciclón
LA	Línea de aspiración

para que la primera tolva Ti1 alimente al primer cono blanqueador; para que el segundo cono sea alimentado con producto procedente de la tolva Ti2 y para que la tolva Ti3 suministre al tercer cono blanqueador. El dosificador consta de varias aberturas usándose una a la vez, permitiendo que se alimente una cantidad adecuada del producto requerido por cualquiera de los tres conos.

Para la alimentación de las tolvas Ti2 y Ti3 así como del tamiz precedente al trieur se utiliza el transporte neumático. El arroz es transportado por aire suministrado por las turbinas inferiores. Cada una de estas corrientes impulsa al arroz que sale de cada uno de los pasos de blanqueo.

Para la etapa de clasificación se tiene un tamiz al cual va unido un ducto de aspiración de polvos colectados por el ciclón. Se cuenta además con una criba y un cilindro clasificador trieur que funciona como un rectificador. De la zaranda se obtienen tres corrientes la cuales corresponden a granillo, que entra al elevador E6; a salvado, que se obtiene como punto final; y la corriente principal que va hacia el cilindro trieur. Del cilindro se obtienen dos corrientes que corresponden a medio grano y a grano entero cuyos destinos son los elevadores E6 y E8 respectivamente, aunque se encuentra otro dispositivo de "dirección optativa".

MOLINO POLICUADRUPLE. IMAD (IMAD, 1978)

a) FLUJO O TRANSPORTE

Los diversos tipos de transportadores correspondientes al diagrama de la Fig No. 11, están presentados en el cuadro No. 11 con sus respectivas funciones y sus disposiciones.

Puede observarse que el molino se encuentra instalado en dos pisos principales y que además consta del nivel de elevadores.

En este diagrama se tiene un solo transportador helicoidal que recoge el salvado proveniente del tambor selector y lo transporta hacia las cuatro ensacadoras. Este transportador se encuentra en la planta baja del molino.

Se pueden apreciar doce elevadores de cangilones, once de los cuales suben desde el nivel de elevadores hasta el techo del primer piso y uno, el E11 desde el piso del primer piso hacia el techo del segundo piso.

En este molino no se encuentran unidades dobles para el transporte de materiales y son solamente unidades sencillas las utilizadas.

Puede apreciarse que el elevador E2 tiene dos alimentaciones que corresponden a dos pasos de la etapa de prelimpia. La segunda entrada es de un retorno de arroz palay.

En el elevador E9 se lleva a cabo el transporte de arroz elaborado. El

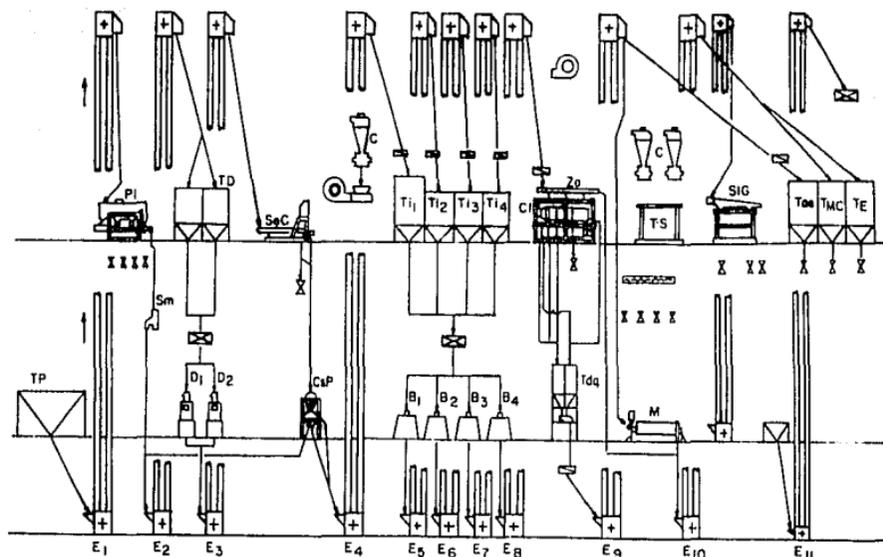


Fig.No.II Diagrama de Elaboración de un Malino de Arroz Policuatruple. IMAD.*
(IMAD, 1978)

*Industria Española

CUADRO No. 11

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO POLICUADRUPLE. IMAD

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH	Transportador helicoidal	Tambor selector	Ensacadoras	Transporte de salvado
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpiadora	Tolvas intermedias	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Descascarilladoras	Separadoras de cascarilla	Transporte de arroz moreno
E4	Elevador de cangilones 4	Cilindro separador de palay	Tolva de arroz moreno	Transporte de arroz moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadora de cono 1	Tolva de blanqueadoras	Transporte de arroz semielaborado
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 2	Tolva de blanqueadoras	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 3	Tolva de blanqueadoras	Transporte de arroz semielaborado
E8	Elevador de cangilones 8	Blanqueadora de cono 4	Separadores integrales de quebrado	Transporte de arroz elaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Tolva doble	Tolva de arroz elaborado	Transporte de arroz elaborado
E10	Elevador de cangilones 10	Trieurs	Tolvas TMC y TE	Transporte de productos terminados
E11	Elevador de cangilones 11	Transportador helicoidal	Sistema limpiador de germen	Transporte de salvado
E12	Elevador de cangilones 12	Tolva independiente	Tarara	Transporte de producto final

arroz proviene de una tolva doble colocada en la planta baja del molino. El elevador puede ser alimentado con cualquiera de los dos productos contenidos en la tolva doble. El elevador descarga a la tolva que se encuentra en el primer piso y la tolva almacena arroz elaborado. Al elevador le corresponden dos salidas, la primera va al elevador E10 y la segunda a la tolva de arroz elaborado.

Así mismo el elevador E10 recibe otra carga, pero esta vez directamente de un cilindro rectificador.

b) ORDEN DE LAS MAQUINAS

Se pueden distinguir claramente de acuerdo al equipo y a su disposición las cuatro etapas elementales de la elaboración del arroz.

En este diagrama y de acuerdo al diagrama básico se observa la falta de una tolva báscula con lo que la segunda operación, el pesado, no se realiza en el proceso. Se tienen sólo la primera y tercera operaciones, las cuales son la tolva de recepción y la prelimpia, que en este molino se distingue por llevarse a cabo en varios pasos, los cuales consisten en eliminar impurezas, metales y piedras.

Posteriormente la operación de descascarillado viene establecida por dos máquinas en paralelo y en una serie ordenada, ya que sigue a la operación de prelimpia. De esta operación se obtienen principalmente

arroz moreno, arroz palay y cascarilla.

La separación de cascarilla que sigue en el diagrama de bloques también continúa en este diagrama, obteniéndose dos corrientes de salida. Por la primera se descarga la cascarilla hacia un punto final como subproducto, y la otra, una mezcla de arroz palay-arroz moreno, se descarga hacia la planta baja del molino.

La siguiente operación que está acopiada en el orden inicial, es la separación de palay que viene a dar como resultado la separación del arroz palay que no fue descascarillado y que se retorna al elevador E2 para llevar a cabo la operación de descascarillado.

Puede observarse que el diagrama no presenta una operación de separación por espesor, por lo que no se tiene la separación del arroz moreno inmaduro que no entra a la etapa de blanqueo. Se puede decir que en este proceso va una mezcla de arroz moreno-arroz moreno inmaduro hacia los cuatro pasos de blanqueo. Esta operación puede llevarse a cabo por medio de los tamices que están colocados en la parte superior de cada una de las tolvas que se encuentran en el primer piso, tanto en la de arroz moreno como en las tres tolvas de alimentación de arroz semielaborado.

La etapa de blanqueo sí tiene el orden indicado. Esta etapa se lleva a

CUADRO No. 12
INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO POLICUADRUPLE. IMAD

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
Sm	Separador magnético
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2	Descascarilladoras de discos
SeC	Separadora de cascarilla
CSP	Cilindros separadores de palay
Ti1, ..., 4	Tolvas intermedias
DoM	Dosificador múltiple de "dirección optativa"
B1, ..., 4	Blanqueadoras de cono invertido
Za	Zaranda
CI	Cilindros clasificadores Trieurs
Tdq	Tolva dosificadora de quebrado
M	Mezclador de arroz
TS	Tambor selector de salvado
SIG	Separadora integral de grano
Tae	Tolva de arroz elaborado
TMC	Tolva de mezcla comercial
TE	Tolva de entero
E1, ..., 12	Elevador de cangilones

cabo en cuatro conos, cada uno correspondiente a un paso. De acuerdo a la disposición de los conos blanqueadores y al dispositivo nombrado "dirección optativa" se puede alimentar arroz semielaborado al cono correspondiente a determinada tolva. El dispositivo alimenta al cono que sea requerido con arroz de determinado grado de elaboración que se encuentra en su tolva intermedia correspondiente.

La clasificación queda definida por una zaranda giratoria y por un par de cilindros alveolados o trieurs. Primeramente la zaranda separa el arroz entero de las demás fracciones restantes. El arroz entero va hacia el elevador E10. La mezcla de las fracciones restantes va hacia el par de cilindros clasificadores trieurs en los que se lleva a cabo la rectificación.

MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE (Schule Ltd., 1976)

a) FLUJO O TRANSPORTE

En el diagrama que se presenta, Fig. No. 12, se observa que básicamente puede estar en dos pisos. De aquí se entiende el uso de gravedad para llevar el arroz hacia equipos que realizarán algunas operaciones del beneficio.

Existen en este molino cinco transportadores helicoidales. Además para llevar a cabo el transporte de un

nivel a otro se tienen elevadores de cangilones. Sus denominaciones y funciones se encuentran en el cuadro No. 13.

Debe hacerse notar que este molino cuenta con cinco elevadores dobles, tres de los cuales tienen la función de alimentar el flujo continuo de material a procesarse y los otros corresponden al transporte de retornos, en otras operaciones diferentes a las de la etapa de blanqueo.

Las unidades simples corresponden al elevador E7 que transporta arroz procedente del segundo paso de blanqueo. El elevador E8 transporta hacia un punto final el salvado proveniente de la etapa de blanqueo.

En este diagrama se tiene la utilización de transportadores helicoidales tanto para la alimentación de máquinas como para coleccionar el producto de las mismas cuando están colocadas en paralelo como en el caso de las máquinas descascarilladoras del circuito cerrado.

Un transportador de banda dirige las fracciones separadas de arroz elaborado depositadas en las tolvas TE, TMG y TG hacia la balanza de ensaque.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

Este molino cuenta con las características de ser un diseño "moderno" y por lo tanto cuenta con diversas características de operación fun-

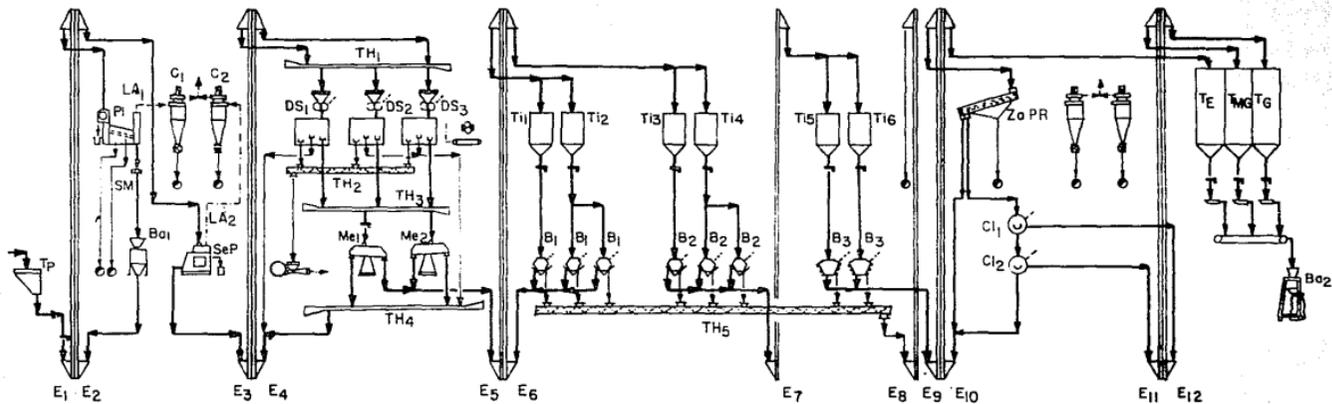


Fig. No.12 Diagrama de Flujo de Elaboracion de un Molino de Arroz, Tipo Compacto *RIZOMAT 2000*. SCHULE.*

52-11-1976

*Industria Alemana

CUADRO No. 13

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Elevador 3	Descascarilladoras	Transporte de arroz palay limpio
TH2	Transportador helicoidal 2	Separadoras de cascarilla	Línea de aspiración	Transporte de cascarilla
TH3	Transportador helicoidal 3	Separadoras de cascarilla	Mesas separadoras de palay	Transporte de palay y moreno con dos salidas
TH4	Transportador helicoidal 4	Mesas separadoras de palay	Elevador 4	Transporte de palay de retorno
TH5	Transportador helicoidal 5	Blanqueadoras	Elevador 8	Transporte de salvado de blanqueo
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Zaranda cilíndrica	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Tolva de recepción	Separadora de piedras	Transporte de arroz palay de retorno
E3	Elevador de cangilones 3	Separadora de piedras	Transportador helicoidal 1	Transporte de arroz palay limpio
E4	Elevador de cangilones 4	Transportador helicoidal 4	Transportador helicoidal 1	Retorno de arroz sin descascarillar
E5	Elevador de cangilones 5	Mesas separadoras de palay	Tolvas intermedias	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadoras neumáticas	Tolvas intermedias	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadoras neumáticas	Tolvas intermedias	Transporte de arroz semielaborado
E8	Elevador de cangilones 8	Transportador helicoidal 5	Punto final	Transporte de salvado de blanqueo
E9	Elevador de cangilones 9	Blanqueadoras de cono	Zaranda plana rotatoria	Transporte de arroz elaborado
E10	Elevador de cangilones 10	Zaranda plana rotatoria y Trieurs	Tolvas de entero	Transporte de arroz entero
E11	Elevador de cangilones 11	Clasificador 1	Tolva de medio grano	Transporte de medio grano proveniente de rectificación
E12	Elevador de cangilones 12	Clasificador 2	Tolva de granillo	Transporte de granillo proveniente de rectificación
LA1	Línea de aspiración 1	Prelimpia	Ciclón 1	Transporte de polvo del palay
LA2	Línea de aspiración 2	Separadora de piedras	Ciclón 2	Transporte de partículas grandes o pesadas

cionales y completas así como de equipo opcional disponible.

De acuerdo al orden de las máquinas y a la funcionalidad del flujo se puede decir que es un molino bastante completo y de tipo compacto. Tomando en cuenta el diagrama básico y haciendo una comparación amplia de la secuencia de las operaciones se tiene que cuenta con una seriación adecuada y se puede decir que aun superior a los del diagrama.

En la etapa de limpieza, originalmente, la balanza va después de la tolva de recepción. En el molino desglosado se advierte el cambio de cada una de las operaciones involucradas en la primera etapa. Esto se dice ya que primeramente existe una zaranda cilíndrica y una limpiadora de palay, posteriormente sigue un separador magnético para la eliminación de metales. Continúa la operación de pesado por medio de una balanza automática, finalmente al palay sólo le resta la eliminación de piedras. La separación de operaciones en esta forma hace suponer que dicha etapa de limpieza es llevada a cabo de una forma más fina y con menor desgaste del equipo.

Para llevar a cabo el descascarillado y la separación de cascarilla usualmente se utilizan dos máquinas independientes. En este caso se utilizan descascarilladoras de rodillos que van combinadas con separadoras de cascarilla de circuito cerrado.

Como siguiente operación se tiene la separación del palay. Esta operación va en el orden adecuado de acuerdo al flujo básico planteado inicialmente. La realización de la operación es por medio de mesas paddy o densitométricas. El arroz palay es tomado por el quinto transportador helicoidal para llevarlo hacia los retornos.

En este molino no se encuentra un separador por espesor que separe el arroz moreno inmaduro.

Para la etapa de blanqueo se cuenta en el diagrama con seis máquinas blanqueadoras neumáticas y dos blanqueadoras de cono. Secuencialmente estas máquinas están colocadas en un orden esperado. El blanqueo se lleva a cabo en tres pasos. El primer paso es realizado por blanqueadoras neumáticas al igual que el segundo. El tercer paso se realiza en las blanqueadoras de cono.

Posteriormente se tiene una aspiración para recoger el salvado y el germen que puede venir de los últimos pasos de blanqueo. Este equipo está representado por el segundo par de ciclones. Secuencialmente está en orden.

Por último, la Zaranda en este molino compacto es una zaranda plana giratoria. Tiene como función separar el grano entero del medio grano y del granillo. Este molino por lo anteriormente dicho está en un orden secuencial de máquinas lógico

CUADRO No. 14

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO RIZOMAT 2000. SCHULE

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpia
SM	Separador magnético
Ba1, 2	Básculas
SeP	Separadora de piedras
DS1, 2, 3	Descascarilladora – separadoras
Me1, 2	Mesas separadoras de palay. Excéntrica horizontal
Ti1, ..., 6	Tolvas intermedias
B1, 2, 3	Blanqueadoras de cono
ZaPR	Zaranda plana rotatoria
CI1, 2	Cilindros clasificadores Trieurs
TE	Tolva de arroz entero
TMB	Tolva de medio grano
TG	Tolva de granillo
E1, ..., 12	Elevador de cangilones
TH1, ..., 5	Transportador helicoidal
LA1, 2	Línea de aspiración

y adecuado ya que después de esta zaranda se establecen dos pasos de rectificación por medio de cilindros alveolados o trieurs. De acuerdo a esto se tienen tres tolvas de almacén correspondientes a las tres fracciones de arroz elaborado.

PLANTA MOLINERA DE ARROZ SATAKE (Satake Eng., 1980)

a) FLUJO O TRANSPORTE

En este diagrama Fig. No. 13, sólo se analizará el transporte efectuado por los elevadores de cangilones. Sus funciones se presentan en el cuadro No. 15.

Puede observarse que los elevadores E1, E2, E3 y E5, en este caso se utilizan para el transporte en un sólo piso del molino. Los elevadores E4, E6, E7 y E8 llevan a cabo el transporte de materiales de un piso hacia otro dependiendo en dónde esté colocada la máquina de la operación siguiente.

Este diagrama no presenta todos los elementos necesarios para el desalajo de los materiales como es la cascarilla. La disposición de las máquinas y su seriación repercuten en la colocación de los elevadores y de su uso.

Para el caso de las líneas de aspiración este molino sólo cuenta con la que realiza el transporte del salvado en los tres pasos de blanqueo y

que va conectada a una línea general la cual está manejada por un aspirador y que conduce al salvado hacia el ciclón correspondiente.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama se observa que al elevador E1 va aunada una tolva. La tolva recibe el arroz palay del almacén. A esto es lo que puede llamarse la primera operación del proceso.

Posteriormente se encuentra una tolva de almacén de arroz palay ToP, esta tolva suministra de arroz palay a la siguiente operación.

Con la llegada del arroz palay se procede a la operación de prelimpia que consiste en eliminar las impurezas gruesas que trae consigo.

El arroz que se encuentra en la tolva de retención ToP pasa a la operación de un segundo paso de limpieza el cual consiste en eliminar las impurezas finas por medio de un aspirador y las piedras se eliminan por medio de una zaranda.

En el orden de las máquinas se cuenta con descascarilladoras colocadas en paralelo y son alimentadas por el elevador E4. El arroz ya limpio es alimentado previamente a la tolva de descascarilladoras TD. La tolva alimenta las descascarilladoras al mismo tiempo.

Para la separación de palay se tienen dos máquinas de diseño único las cuales aplican el principio de las

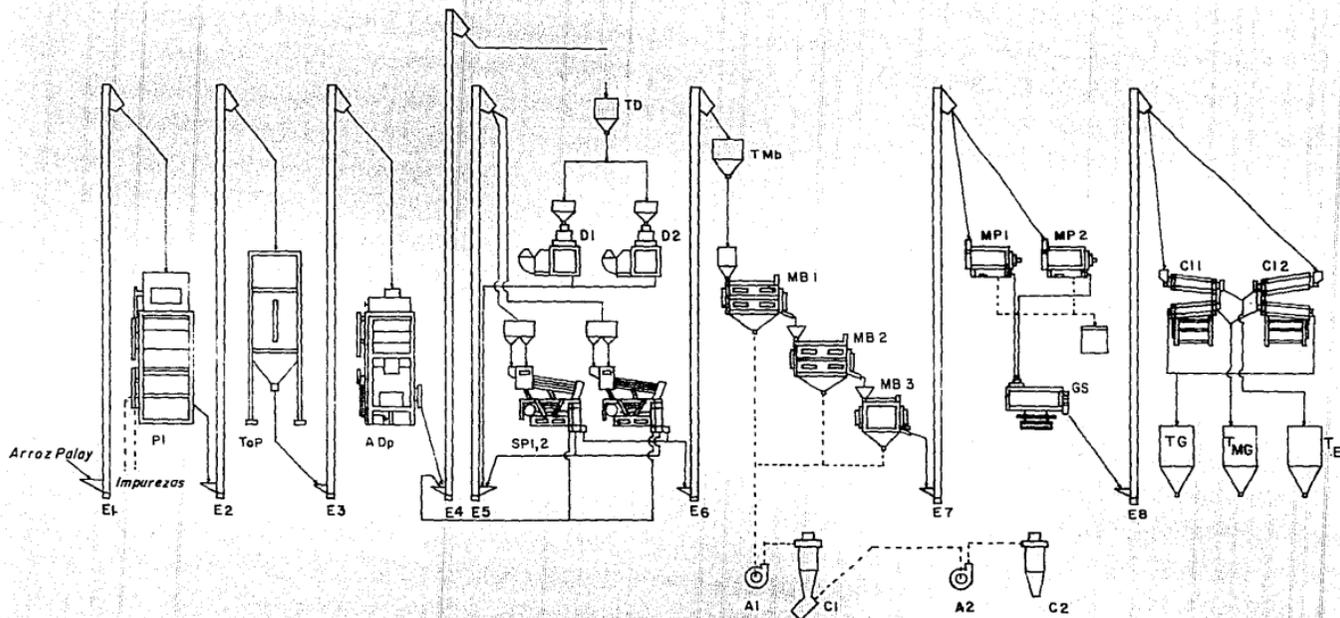


Fig. No. 13 Diagrama de Flujo de un Molino de Arroz. SATAKE.*

SATAKE Eng. 1980:

*Industria Japonesa

CUADRO No. 15

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO SATAKE

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Elevador 4	Tolva de descascarilladoras	Transporte de arroz palay limpio
TH2	Transportador helicoidal 2	Tolva	Descascarilladoras	Transporte de arroz palay limpio
TH3	Transportador helicoidal 3	Descascarilladoras	Elevador 5	Transporte de mezcla de moreno, palay y cascarilla
TH4	Transportador helicoidal 4	Separadoras de palay	Elevador 6	Transporte de arroz moreno
TH5	Transportador helicoidal 5	Separadoras de palay	Elevador 5	Transporte de palay-moreno
TH6	Transportador helicoidal 6	Separadoras de palay	Elevador 4	Transporte de arroz palay de retorno
TH7	Transportador helicoidal 7	Cilindros clasificadores	Tanques de almacén	Transporte de arroz pulido y clasificado
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpia	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpia	Tanque intermedio de almacén	Transporte de arroz palay limpio sin despiedrar
E3	Elevador de cangilones 3	Tanque intermedio de almacén	Despiedradora	Transporte de arroz palay limpio sin despiedrar
E4	Elevador de cangilones 4	Despiedradora y separadora de palay	Tolva intermedia	Transporte de arroz palay limpio
E5	Elevador de cangilones 5	Descascarilladoras y separadoras de palay	Separadoras de palay	Transporte del descascarillado y retorno
E6	Elevador de cangilones 6	Separadoras de palay	Tolva intermedia	Transporte de arroz moreno
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadoras	Pulidoras	Transporte de arroz blanco
E8	Elevador de cangilones 8	Tamiz rotatorio	Cilindros clasificadores	Transporte de arroz pulido

mesas paddy. De estas máquinas se obtienen tres corrientes de salida que consisten en arroz moreno, arroz palay y la tercera de una mezcla de arroz moreno-arroz palay. El arroz moreno es alimentado por el elevador E6 hacia la tolva intermedia Ti la cual retiene al grano hasta el momento en que ha de pasar a la siguiente operación.

El blanqueo se realiza por máquinas en serie y que de acuerdo al diagrama del proveedor se trata de una etapa que puede dar hasta 4 TONS/H sobre arroz palay. El diseño de estas máquinas está basado en el principio en el cual funcionan los conos blanqueadores.

El arroz palay es retornado por el elevador E4 a la tolva de descascari-ladoras TD para que vuelva a pasar por la operación. La mezcla de arroz que por sus características de forma, tamaño y peso específico no puede ser fácilmente separada vuelve al elevador E5 para que sea retornada a las máquinas separadoras de palay para un mayor aprovechamiento de la máquina y un incremento en el rendimiento del moreno.

El cuarto paso de la etapa de blanqueo, el pulido, se lleva a cabo por un par de máquinas pulidoras que están dispuestas en otro nivel del molino. Por lo tanto se puede observar que en esta etapa los pasos son cuatro, tres de ellos para el blanqueo y uno para el pulido. En este paso se va

a dar brillo y lustre al arroz que no está libre completamente de salvado, o sea que tiene residuos o trazas de salvado en la superficie.

Se cuenta con un conjunto de dos aspiradores y dos ciclones conectados en serie, esto tiene como objetivo el de auxiliarse ya sea por capacidad o por descompostura. La colocación de estos aspiradores y ciclones es realizada para eliminar el salvado producido por las máquinas blanqueadoras en cada uno de los tres pasos. El salvado residual eliminado durante el paso de pulido se recoge a la salida de las máquinas sin más ayuda que la gravedad y se deposita en los tambos apropiados.

La etapa de clasificación se realiza en dos pasos, el primero se lleva a cabo por una máquina tipo "Gyro Sifter", de la máquina se obtienen tres corrientes que corresponden a arroz entero, medio grano y granillo. La rectificación se realiza por dos máquinas en paralelo, se trata de cilindros alveolados o trieurs. La rectificación consiste en separar ya sea de uno a dos tipos de arroz quebrado del arroz entero; este tipo de separación se basa en la longitud del grano.

CUADRO No. 16

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO DE ARROZ SATAKE

PI	Prelimpiadora
ADp	Aspiradora — despiedradora
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2	Descascarilladoras
SP1, 2	Separadoras de palay
TMb	Tolva de máquinas blanqueadoras
MB1, 2, 3	Máquinas blanqueadoras
MP1, 2	Máquinas pulidoras
GS	Gyro — sifter
CI1, 2	Cilindros clasificadores Trieurs
TG	Tolva de granillo
TMG	Tolva de medio grano
TE	Tolva de entero
E1, ..., 8	Elevador de cangilones
A1, 2	Aspiradores
C1, 2	Ciclones

**DIAGRAMAS DE ELABORACION
INDUSTRIAL DE ARROZ
EN MEXICO**

CUADRO No. 17

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 1

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Elevador 2	Tolva - Báscula	Transporte de arroz palay limpio
TH2	Transportador helicoidal 2	Descascarilladoras	Separadora de cascarilla	Transporte de palay, moreno y cascarilla
TH3	Transportador helicoidal 3	Mesas separadoras de palay	Elevador 3	Retorno de arroz palay
TH4	Transportador helicoidal 4	Blanqueadoras de cono	Elevador 8	Transporte del salvado de blanqueo
TH5	Transportador helicoidal 5	Tolvas de fracciones	Ensayadoras	Mezclador de las fracciones para obtener la mezcla comercial
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpiadora	Tolva - Báscula	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Descascarilladoras	Transportador helicoidal 2	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E4	Elevador de cangilones 4	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia 1	Transporte de arroz moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia 2	Transporte de arroz semielaborado
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia 3	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 3	Tolva TA	Transporte de arroz blanco
E8	Elevador de cangilones 8	Transportador helicoidal		Transporte de arroz entero y otras fracciones
E9	Elevador de cangilones 9			

MOLINO NACIONAL No. 1.

a) FLUJO O TRANSPORTE

En el molino de la Fig. No. 14, están instalados cinco transportadores helicoidales cuya descripción, al igual que la de los elevadores de cangilones, se encuentra en el cuadro No. 17.

Se puede observar del diagrama que los transportadores están colocados tanto en el techo del molino como en el nivel de elevadores, y que el quinto transportador helicoidal se encuentra a un nivel intermedio de la planta baja del molino.

La simplicidad del molino y por consiguiente de su transporte hacen que solamente se pueda analizar con un poco de más detalle el transportador helicoidal TH5, el cual está colocado bajo las tolvas TE y TMG. La función del transportador en este molino es la de mezclar arroz entero procedente de la tolva TE y medio grano almacenado en la tolva TMG, el objetivo de la mezcla de las fracciones es obtener la mezcla comercial.

Con lo que respecta a los elevadores de cangilones se puede observar que en este caso hay una unidad doble de elevadores compuesta por los elevadores E1 y E2 los cuales transportan arroz palay y arroz palay limpio respectivamente. Cabe hacer notar que en su altura los elevadores

no son constantes ya que los elevadores E4, E5 y E6 se extienden desde el nivel de elevadores hasta el techo del primer piso, y el elevador E9 va desde el piso del primer piso hasta el techo del segundo piso, mientras que los elevadores restantes se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del segundo piso. Con esto se reduce la longitud de los elevadores y por consiguiente se reducen gastos en el equipo de transporte así como en su mantenimiento.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama se puede observar que en él se encuentran las operaciones de pesado y de prelimpia de los lotes, pero primeramente se lleva a cabo la prelimpia y después el pesado. De esto se puede decir que se tiene el pesado de arroz palay limpio, no de arroz palay bruto que entra inicialmente al proceso.

Las operaciones posteriores que corresponden al descascarillado, a la eliminación de la cascarilla y a la separación de arroz palay, siguen un orden adecuado al diagrama inicialmente planteado. El orden de estas operaciones no puede ser cambiado ya que se tiene un orden lógico y de acuerdo a la necesidad de cada operación.

La falta de una operación de separación por espesor, en este molino, tiene como consecuencia que a la

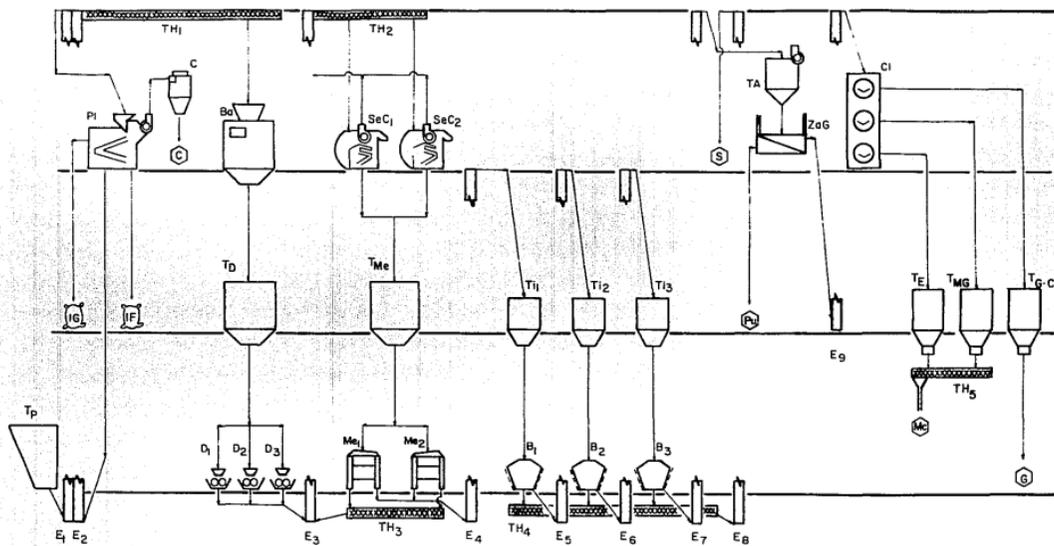


Fig. No. 14 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 1

CUADRO No. 18

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 1

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	SIN MARCA (SIMILAR A SCHULE)	1	3.75	3.75	3
DESCASCARILLADO	REMO: DH - 30	3	1.25	3.75	5 (c/u)
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: VIBRAVENT AC - 120	2	2.5 - 2.7	5 - 5.4	5
SEPARADORA DE PALAY	REMO: SP - 60	2	2 - 2.2	4 - 4.4	3
BLANQUEO	SCHULE	3	-	3	20 (c/u)
CLASIFICACION	SCHULE (CILINDROS)	2	2 - 3	4 - 6	5
	PLANSIFTER	1	4	4	2

CUADRO No. 19
INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO NACIONAL No. 1

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
Ba	Tolva Báscula
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2, 3	Descascarilladoras de rodillos
SeC1, 2	Separadoras de cascarilla
TMe	Tolvas de mesas separadoras de palay
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti1, 2, 3	Tolvas intermedias
B1, 2, 3	Blanqueadoras de cono
TA	Tolva con aspiración
ZaG	Zaranda giratoria
CI	Cilindros clasificadores Trieurs
TE	Tolva de arroz entero
TMG	Tolva de medio grano
TG - C	Tolva de granillo y cabezuela
E1,....,9	Elevador de cangilones
TH1,....,5	Transportador helicoidal
S	Salvado

entrada de la operación de blanqueo se tenga arroz moreno y arroz moreno inmaduro. La operación de blanqueo se ve afectada por la entrada de inmaduros, con lo que se tiene que en el proceso hay disminución del rendimiento de enteros.

El blanqueo se lleva a cabo por medio de conos blanqueadores. En este caso son tres pasos que funcionan en serie o sea que el producto obtenido de un paso alimenta al siguiente.

A continuación está dispuesta una tolva intermedia TA equipada con un aspirador para eliminar el salvado que trae consigo la mezcla de arroz elaborado.

Una vez aquí el arroz pasa a una clasificación que se lleva a cabo en dos pasos básicos. El primero consiste en una separación en una zaranda giratoria y otra separación más fina llevada a cabo en cilindros clasificadores.

El primer paso consiste en la eliminación de polvo y puntilla en una sola corriente y obtener una corriente principal que consiste en la mezcla de arroz entero con las diferentes fracciones de mayor tamaño a la puntilla.

En los cilindros clasificadores se realiza una separación de la corriente principal de la zaranda giratoria. En el primer cilindro se obtienen dos corrientes, una consistente de granillo y cabezuela que entra directamen-

te a la tolva correspondiente del producto; la otra corriente que sale del primer cilindro entra al segundo cilindro alveolado y de ella se vuelven a obtener dos corrientes, una que consiste principalmente de medio grano y cuyo destino es la tolva TMG, la otra corriente de salida se compone en su mayoría de arroz entero y entra al tercer cilindro que funciona principalmente como un paso de rectificación de arroz entero. En este paso de rectificación el ajuste de los clasificadores es tal que supone ya la salida con una calidad dada o sea con un porcentaje de grano determinado.

MOLINO NACIONAL No. 2.

a) FLUJO O TRANSPORTE

Este molino, Fig. No. 15, cuenta con un transportador helicoidal, siete elevadores de cangilones y un transporte neumático, los cuales se encuentran en el cuadro No. 20.

El único transportador helicoidal está colocado en el nivel de elevadores y su función es la de llevar la mezcla de arroz palay, arroz moreno y cascarilla —provenientes de las descascarilladoras de rodillos— para ser depositada en el elevador E3.

Los elevadores de cangilones se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del primer piso del molino, de acuerdo a esto, su longi-

CUADRO No. 20

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 2

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH	Transportador helicoidal	Descascarilladoras	Elevador	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpiadora	Tolva intermedia	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia	Transporte de arroz palay
E4	Elevador de cangilones 4	Transportador helicoidal	Separadora de cascarilla	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E5	Elevador de cangilones 5	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora Vertijet	Zarandas	Transporte de arroz elaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Zarandas	Trieurs	Transporte de arroz entero con fracciones pequeñas
TN	Transporte neumático	Blanqueadora Vertijet	Ciclón	Transporte de salvado

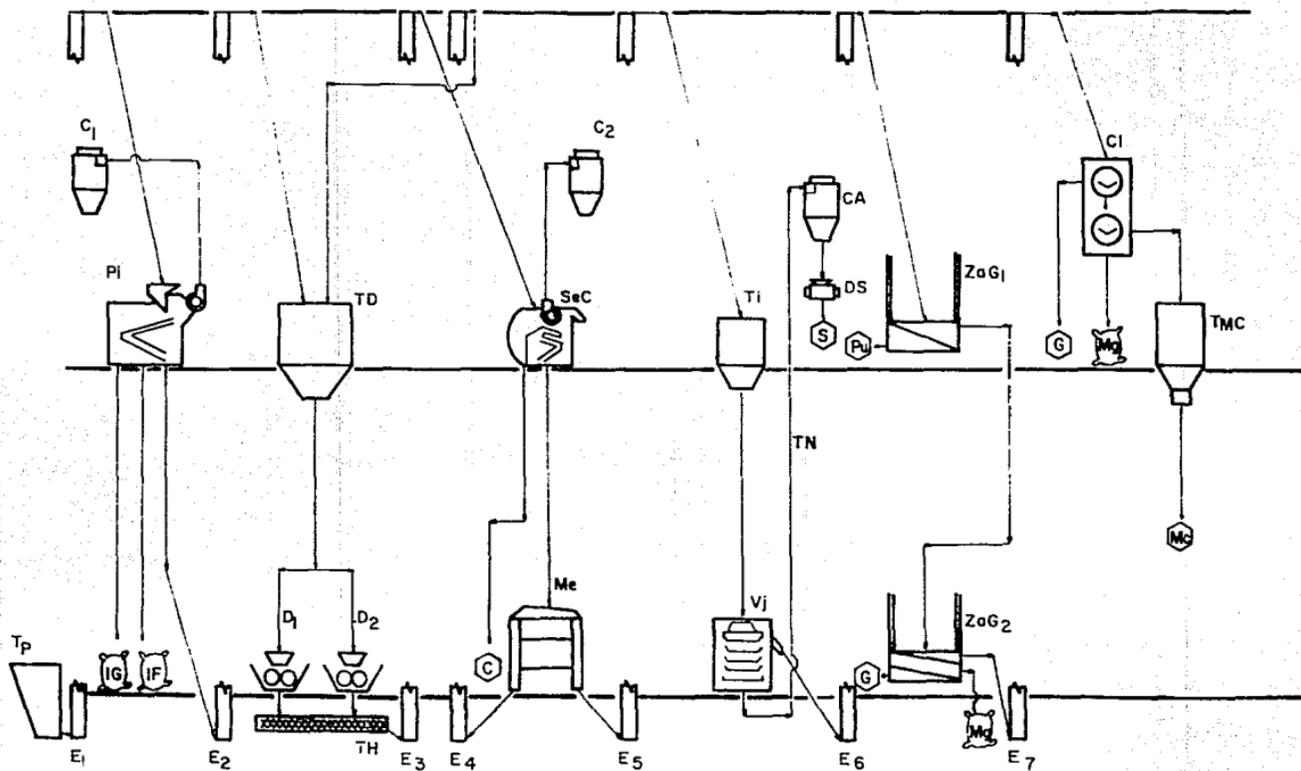


Fig. No. 15 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 2

tud es constante a través de las operaciones del proceso del beneficio.

Todos los elevadores —excepto el elevador E4— suministran con algún producto intermedio a una operación subsecuente de la que es alimentado. El elevador E4 es el que transporta el arroz palay que es separado de las mesas paddy. Este elevador deposita el arroz en la única tolva de descascarilladoras TD.

El transporte neumático TN transporta el salvado que se produce en la etapa de blanqueo. El salvado se conduce al primer piso en donde se encuentra el ciclón Ca. El ciclón junta y descarga el salvado por medio de un dispositivo regulador de presión en el primer piso del molino.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama se observa la falta de una operación de pesado por medio de la tolva báscula. Esto se debe a que al proceso se alimentan lotes de determinado tamaño de arroz palay del almacén del molino.

Los pasos posteriores van en un orden normal de acuerdo a las operaciones indicadas en cada etapa hasta el punto en el que el arroz moreno debería ser separado por espesor, esta operación no existe en el molino. Con esto la etapa de blanqueo procesa arroz moreno y arroz moreno inmaduro.

Posteriormente se lleva a cabo la clasificación. Como primeros pasos de esta etapa se tiene un par de zarandas giratorias, ZaG1 y ZaG2. De la primera se obtienen dos corrientes, una de puntilla y la otra de la mezcla de diferentes fracciones de mayor tamaño que la puntilla. La corriente principal, correspondiente a las fracciones, alimenta a la zaranda ZaG2 que tiene como función eliminar de la mezcla o corriente de entrada, medio grano y granillo, estos dos productos son separados a la salida de la zaranda y se tienen como punto final de la clasificación, no utilizándose para obtener la mezcla comercial final. La corriente principal de salida de esta zaranda giratoria, que aún es una mezcla de diferentes fracciones que corresponden principalmente a medio grano y granillo, entra a los cilindros clasificadores trieurs que separan por longitud la mezcla alimentada. Este paso que corresponde a la rectificación de la mezcla consta de dos cilindros alveolados. El cilindro superior separa granillo y lo descarga fuera de la máquina, mientras que la corriente principal entra al cilindro inferior que se encarga de separar el medio grano dejando una corta distribución de tamaño en la corriente final que va a corresponder a la mezcla comercial la cual es depositada por gravedad en la tolva correspondiente TMC.

CUADRO No. 21

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 2

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	SIN MARCA. CONSTRUCCION PROPIA	1	3 - 3.5	3 - 3.5	3
DESCASCARILLADO	REMO: DH 25 - 30	2	1.8 - 2	3.6 - 4	5 (c/u)
	DHS (715 rpm)	1	1.8 - 2	1.8 - 2	5
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: VIBRAVENT AC - 120	1	2.5 - 2.7	2.5 - 2.7	5
SEPARADORA DE PALAY	SCHULE	1	2.4 - 2.6	2.4 - 2.6	5
BLANQUEO	REMO: VERTIJET VJ - 11	1	2	2	20
CLASIFICACION	CILINDROS, LEWIS GRANT	3	1.5	4.5	5
	SIN MARCA	1	1	1	2
	SIN MARCA "PLANSIFTER"	1	1	1	2

CUADRO No. 22

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 2

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2	Descascarilladoras de rodillos
SeC	Separadora de cascarilla
Me	Mesa separadora de palay
Ti	Tolva intermedia
Vj	Máquina blanqueadora Vertijet
C	Ciclón
ZaG1, 2	Zaranda giratoria
Cl	Cilindros clasificadores Trieurs
TE	Tolva de arroz elaborado
E1, ..., 7	Elevador de cangilones
TH	Transportador helicoidal
TN	Transportador neumático de salvado
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
S	Salvado
Pu	Puntilla
G	Granillo
Mg	Medio grano
Mc	Mezcla comercial

a) FLUJO O TRANSPORTE

Este molino, Fig. No. 16, cuenta con dos transportadores helicoidales, una línea de aspiración y un transporte neumático, los cuales están indicados en el cuadro de transporte No. 23.

Los transportadores helicoidales en este caso, se utilizan solamente para el transporte de materiales y ninguno de ellos tiene una función diferente como pudiera ser el mezclado de fracciones separadas en algún paso de clasificación. Primeramente se tiene el transportador TH1 el cual realiza el retorno de arroz palay proveniente de las mesas paddy y va hacia el elevador de cangilones E4 que lo lleva a la tolva de descascarilladoras TDS. El segundo transportador helicoidal TH2 está condicionado en la planta baja del molino y se encarga de llevar el producto con un porcentaje determinado de quebrado hacia la balanza Ba.

Observando los elevadores de cangilones se puede ver que cada elevador es una unidad independiente y que no se tienen unidades dobles. Los elevadores se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del primer piso del molino, teniendo así elevadores de una longitud constante, ya que se tiene una disposición normal de las máquinas para aprove-

char el espacio y la fuerza de gravedad para alimentar a cada una de ellas.

La línea de aspiración LA tiene cinco entradas para la eliminación de polvo e impurezas así como de cascarilla durante las dos primeras etapas del beneficio. En la etapa de prelimpia se elimina cascarilla; durante el descascarillado, cascarilla y polvo. En la máquina descascarilladora separadora DS, se elimina cascarilla, así mismo en las mesas paddy.

El transporte neumático TN está colocado en las salidas de las máquinas vertijet para arrastrar el salvado que se produce por fricción durante el blanqueo en un sólo paso. Se cuenta con un ciclón C3 que es el encargado de recoger dicho salvado.

En el molino se tiene además un transportador de banda Tb que se encuentra a la salida de la tolva de arroz blanco TB en su diferentes fracciones. Este transportador de banda alimenta a la tolva de recepción de las fracciones de arroz para su clasificación en una zaranda giratoria que se localiza en una estructura metálica que soporta a la zaranda y a dos tolvas.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En este diagrama se puede observar que la capacidad es pequeña y que tiene una disposición muy sencilla, lo que resalta de la falta de opera-

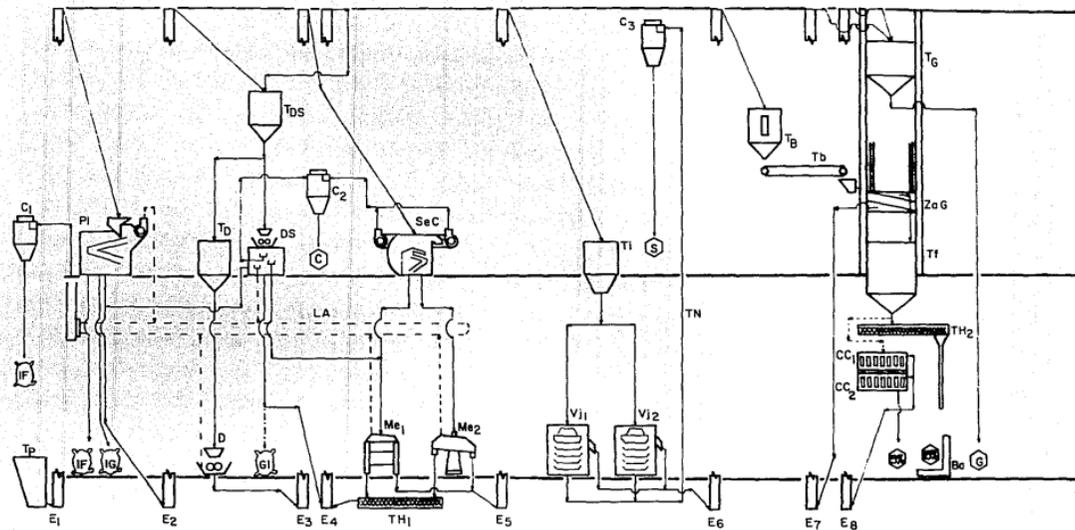


Fig. No.16 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 3

CUADRO No. 23

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 3

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Mesas separadoras de palay	Elevador 4	Transporte de arroz palay de retornos
TH2	Transportador helicoidal 2	Tolva	Balanza	Transporte de producto con 15 o/o de granillo
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpiadora	Tolva intermedia	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Descascarilladora	Separadora de cascarilla	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E4	Elevador de cangilones 4	Máquina Combi y Transportador helicoidal	Tolva intermedia	Transporte de retornos de la Combi y de las Mesas separadoras de palay
E5	Elevador de cangilones 5	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadoras Vertijet	Tolva	Transporte de arroz blanco
E7	Elevador de cangilones 7	Zaranda vibratoria	Tolva Tg	Transporte de granillo
E8	Elevador de cangilones 8	Discos Carter	Tolva Tg	Transporte de granillo
LA	Línea de aspiración 1	Descascarilladoras y Mesas separadoras de palay	Ciclón 1	Transporte de cascarilla e impurezas
TN	Transporte neumático	Blanqueadoras Vertijet	Ciclón 3	Transporte de salvado producido en el blanqueo

CUADRO No. 24

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 3

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	Nº. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	SIN MARCA	1	2,5 - 3	2,5 - 3	1
DESCASCARILLADO	REMO: COMBI	1	0,9 - 1	-	5
	REMO: DH - 30	1	1,25 - 2	2,15 - 3	5
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: VIBRAVENT-AC - 120	1	2,5	2,5	5
SEPARADORA DE PALAY	REMO: BP - 30	1	1,5 - 1,6	-	3
	VARICURSA: M - SPC - 30	1	1,1	1,7	5
BLANQUEO	VERTIJET: VJ - 30	1	2	-	30
	SIN MARCA	1	2	4	30
CLASIFICACION	CERNIDOR PLANSIFTER	1	1,8	3,8	5
	CARTER	1	2	-	2

CUADRO No. 25

INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO NACIONAL No. 3

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
TDS	Tolva de descascarilladora – separadora
DS	Descascarilladora separadora Combi
To	Tolva de descascarilladora
D	Descascarilladora de rodillos
SeC	Separadora de cascarilla
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti	Tolva intermedia
Vj1, 2	Máquinas blanqueadoras Vertijet
TB	Tolva de arroz blanco
CC1, 2	Clasificador de discos Carter
Ba	Báscula
ZaG	Zaranda giratoria
C1, 2	Ciclón
E1, ..., 8	Elevador de cangilones
TH1, 2	Transportador helicoidal
TN	Transporte neumático de salvado
LA	Línea de aspiración de impurezas y cascarilla
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
GI	Grano inmaduro
C	Cascarilla
5 o/o	Mezcla comercial con 5 o/o de granillo
15 o/o	Mezcla comercial con 15 o/o de granillo
G	Granillo

ciones secundarias del beneficio.

Se carece de una tolva-báscula con qué registrar los pesos que se realizan y llevar un control a través de todas las máquinas del proceso así como de un balance global para determinar el rendimiento del molino. Esta operación no se encuentra ni antes ni después de la operación de prelimpia.

De aquí continúa la operación de descascarillado, la cual se realiza con dos tipos de máquinas, una que se localiza en el nivel inferior y otra en el nivel superior del molino, para lo cual una tolva común tiene dos salidas; la primera alimenta directamente a la máquina del primer piso y otra alimenta a la tolva descascarilladora TD, que a su vez alimenta a la descascarilladora de la planta baja.

La máquina de la planta baja es una descascarilladora de rodillos y la mezcla resultante de la operación entra al elevador E3 el cual la conduce a la separadora de cascarilla SeC. Esta separadora maneja exclusivamente el material de la descascarilladora de rodillos D. La otra es una máquina descascarilladora—separadora de cascarilla de circuito cerrado o máquina Combihull. Primeramente la Combihull es alimentada con arroz palay al cual descascarilla por medio de rodillos. En la parte de abajo se obtienen tres fracciones separadas principales: cascarilla, arroz palay a retornos, y una mezcla de arroz palay—arroz moreno que entra a las mesas paddy. Al-

ternativamente se pueden eliminar granos inmaduros que son colectados en costales. Finalmente se tiene la última salida que es la entrada a la línea de aspiración.

Las operaciones de separación de cascarilla y separación de palay están secuencialmente dispuestas de acuerdo al diagrama básico. En el diagrama del proceso se observa que la separadora de cascarilla se encuentra en el nivel superior del molino y que las salidas de esta máquina alimentan por gravedad directamente a las mesas paddy. Lo mismo sucede con la descascarilladora separadora DS.

Para la separación de palay se utilizan los dos tipos comunes de mesas densitométricas. La Me1 se trata de una mesa de excéntrica vertical, mientras que la Me2 es una mesa de excéntrica horizontal. Ambas tienen el mismo punto de descarga para las dos salidas de cada una. El arroz moreno es depositado en el elevador E5 y el arroz palay es descargado en el transportador helicoidal TH1.

Posteriormente el arroz moreno se deposita en la tolva intermedia Ti, la cual abastece a las máquinas blanqueadoras.

Las máquinas blanqueadoras están colocadas en la planta baja del molino y su disposición en el flujo de operaciones es el adecuado como se indica inicialmente. El blanqueo se lleva a cabo en un sólo paso. El salvado es eliminado de las máquinas por

a) FLUJO O TRANSPORTE

medio del transporte neumático el cual es manejado por el ciclón C3. El arroz elaborado se descarga por la presión ejercida en la máquina, y se descarga por gravedad en el elevador E6.

De las máquinas siguientes se puede determinar que en este molino se obtienen dos corrientes principales, una que consta esencialmente de arroz entero y de medio grano y la otra enteramente de granillo.

La etapa de clasificación de este molino es de tres pasos. Del primero se obtiene la corriente principal que entra a la tolva Tf. Otra corriente es granillo que va directamente a la tolva TG. El producto de la tolva Tf que contiene un 15 o/o de granillo puede ser pesado en la báscula y posteriormente empacado o susceptible de llevar a cabo otros dos pasos de clasificación para que el producto final sólo tenga el 5 o/o de granillo. Esta clasificación se lleva a cabo con dos juegos de separadores de disco Carter. El producto principal de los discos superiores es alimentado al juego inferior del cual sale el producto final. El granillo que resulta de la separación en ambos juegos se deposita en la tolva TG. Para realizar el primer paso de la clasificación se utiliza una zaranda giratoria la que, al igual que la tolva de granillo y la tolva de producto final Tf, están soportadas por una estructura metálica.

En el cuadro No. 26 se puede observar la instalación y uso de dos transportadores helicoidales así como de seis elevadores de cangilones dispuestos para el transporte vertical y de la línea de aspiración de la etapa de blanqueo, correspondientes al diagrama de la Fig. No. 17.

En este caso los transportadores helicoidales no están colocados en el nivel de elevadores y sólo sirven para efectuar trabajos de transporte. Los dos elevadores están colocados en el techo del primer piso. El transportador TH1 alimenta por gravedad a las separadoras de cascarilla SeC1, 2, 3. El transportador TH2 deposita en las tolvas intermedias Ti1 y Ti2 el arroz moreno que va a la etapa de blanqueo.

La disposición de los elevadores queda definida en el diagrama y su extensión es desde el nivel de elevadores hasta el techo del primer piso; aquí no se encuentran unidades dobles y se puede observar en el diagrama que todos ellos son alimentados por gravedad con la descarga de cada máquina, no utilizándose otro tipo de transporte mecánico para dicha alimentación.

La línea de transporte neumático TN, que se observa en el diagrama, es utilizada para el transporte del salva-

CUADRO No. 26

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 4

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Elevador 2	Separadoras de cascarilla	Transporte de mezcla palay-moreno-cascarilla
TH2	Transportador helicoidal 2	Elevador 4	Tolvas blanqueadoras	Transporte de arroz moreno
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Descascarilladoras	Transportador helicoidal 1	Transporte de mezcla palay-moreno-cascarilla
E3	Elevador de cangilones 3	Mesas separadoras de palay	Tolva descascarilladora 3	Transporte de retornos de palay desde mesa separadora de palay
E4	Elevador de cangilones 4	Mesas separadoras de palay	Transportador helicoidal 2	Transporte de arroz moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadoras Vertijet 1, 2	Zaranda oscilatoria	Transporte de diferentes fracciones de arroz blanco
E6	Elevador de cangilones 6	Zaranda vibratoria	Discos Carter	Transporte de fracciones grandes
TN	Transporte neumático	Blanqueadoras Vertijet 1, 2	Ciclón	Transporte de salvado producido en el blanqueo

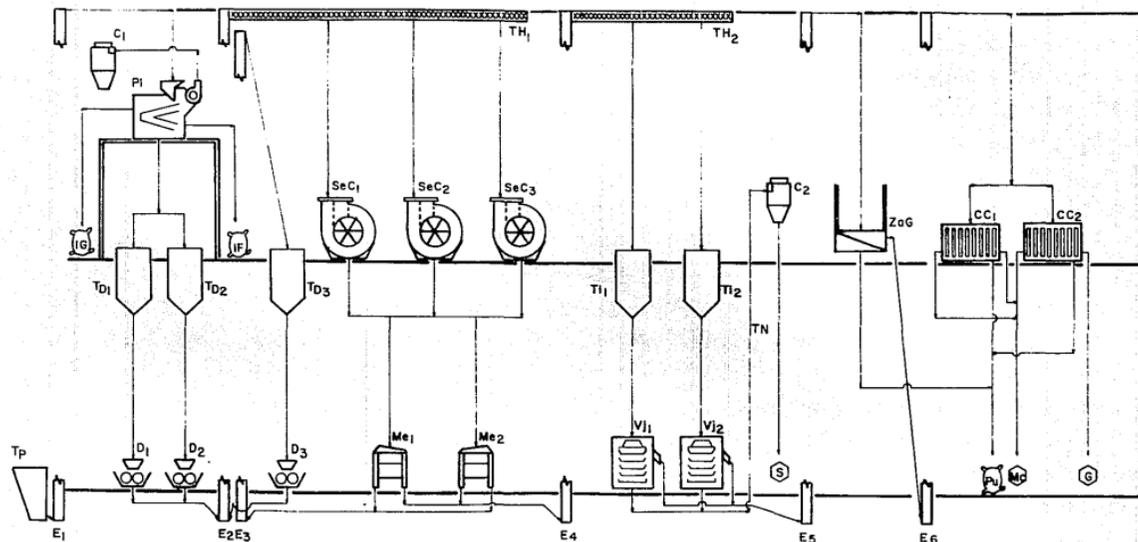


Fig. No. 17 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 4

CUADRO No. 27

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 4

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	SIN MARCA	1	4	4	5
DESCASCARILLADO	REMO	2	1.6	-	5 (c/u)
	MAQUINARIA DE CORDOBA	1	1.6	4.8	5
SEPARADORA DE CASCARILLA	SIN MARCA	3	1.6	-	5
			1.6	-	5
			0.8	4	5
SEPARADORA DE PALAY	SIN MARCA	2	2	4	10
BLANQUEO	REMO: VERTIJET	2	2	4	20 (c/u)
CLASIFICACION	CRIBADOR-CERNIDOR, SIN MARCA	1	4	4	3
	CARTER	2	2	4	5

do que se produce en la etapa de blanqueo. Las descargas de las dos máquinas de blanqueo se unen en una sola para llevar el salvado hacia el ciclón C2 que se encuentra en el primer piso del molino.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

De acuerdo al diagrama del proceso completo de la molienda se puede decir que corresponde a un proceso continuo ya que no hay lotes definidos y hacen falta su registro y magnitud.

Las operaciones de recepción y de prelimpia quedan en el orden usual.

Posteriormente la operación de descascarillado continúa en el orden del diagrama básico. Aquí se puede observar el uso de tres descascarilladoras de rodillos. Las descascarilladoras D1 y D2 se utilizan exclusivamente para el descascarillado del arroz palay que es proporcionado directamente de las tolvas de arroz palay limpio TD1 y TD2. De acuerdo a esto es importante observar que la descascarilladora D3 es utilizada para el descascarillado de arroz palay de retorno que ha sido separado por las mesas paddy, el cual primeramente fue depositado en la tolva TD3. El arroz es transportado por el elevador E3 que lo descarga por gravedad en la tolva. En conjunto, el elevador, la tolva y la descascarilladora se utilizan únicamente

para el arroz palay de retorno.

Una vez descascarillado el arroz proveniente de las tres descascarilladoras es llevado a las separadoras de cascarilla SeC1, 2, 3. Las máquinas están colocadas para ser alimentadas por gravedad con la mezcla y desde el transportador helicoidal TH1.

La separación de palay está en la disposición lógica de acuerdo a la operación anterior y de la cual se obtienen dos corrientes, la de arroz palay que es retornado hacia el descascarillado y la otra que consiste en una mezcla de arroz moreno-arroz moreno inmaduro.

Aunado a lo anterior, la etapa de blanqueo es muy reducida. Esto debido a la ausencia de los pasos de blanqueo que comúnmente se llevan a cabo, tres como teóricamente se propone o cuatro como en la mayoría de los molinos explicados; y posteriormente se nota la ausencia del paso de pulido. En este punto la continuidad y eficiencia con que trabajan estas máquinas de blanqueo hacen indispensable la utilización del ciclón C2.

La última operación denominada ZARANDA se lleva a cabo en dos pasos. En el primero se elimina la puntilla con una zaranda giratoria cuya corriente principal va hacia el elevador de cangilones E6 el cual la lleva al segundo paso de clasificación que consiste en la rectificación que lle-

CUADRO No. 28

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 4

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
TD1, 2	Tolva de descascarilladoras
D1, 2	Descascarilladoras de rodillos
TD3	Tolva descascarilladora de retornos
D3	Descascarilladora de rodillos de retornos
SeC1, 2, 3	Separadoras de cascarilla
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti1, 2	Tolvas intermedias
Vj1, 2	Máquinas blanqueadoras Vertijet
ZaG	Zaranda giratoria
CC1, 2	Clasificador de discos Carter
E1, ..., 6	Elevador de cangilones
TH1, 2	Transportador helicoidal
TN	Transportador neumático de salvado
C	Ciclón
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
S	Salvado
Pu	Puntilla
Mc	Mezcla comercial
G	Granillo

van a cabo clasificadores de discos Carter. Se puede observar que las líneas de salida de los separadores se unen para obtener la mezcla comercial. Las dos líneas de salida se unen con la línea de salida de la zaranda ZG para obtener una sola corriente de puntilla. Del clasificador CC2 se obtiene una sola salida de granillo. La corriente de mezcla comercial es proporcionada para las salidas de grano entero y de medio grano del clasificador CC1 y por la corriente de salida de grano entero del clasificador CC2. Esto es debido a que la máquina puede ser ajustada para obtener diferentes grados de separación en base al tamaño de partícula que se quiera separar.

MOLINO NACIONAL No. 5.

a) FLUJO O TRANSPORTE

El molino de la Fig No. 18 cuenta con tres transportadores helicoidales y trece elevadores de cangilones, además de dos líneas de aspiración y de un sistema de transporte neumático. Los diversos transportadores y sus funciones se encuentran en el cuadro No. 29.

El transportador helicoidal TH3 está colocado debajo de las tolvas TE y TMG, su finalidad es la de mezclar el producto contenido en ambas tolvas para obtener el producto final que es la mezcla comercial.

En cuanto a los elevadores de cangilones, se puede mencionar la existencia de dos unidades dobles. La primera, compuesta por los elevadores E10 y E11, y la segunda por los elevadores E12 y E13. Todos los elevadores se encuentran colocados desde el nivel de elevadores hasta el techo del primer piso del molino con lo que se tiene que su longitud es constante a través de cada operación del beneficio en este molino.

Las líneas de aspiración se encuentran principalmente en dos etapas del beneficio, en la prelimpia y el blanqueo. En la prelimpia se utilizan para eliminar cascarilla y polvo. En el blanqueo para introducir aire de enfriamiento para bajar la temperatura de los conos blanqueadores por efecto de la abrasión. Aunque no es una función importante, se elimina cierta cantidad de salvado producida en el blanqueo, la cual no es significativa.

En este molino es importante la utilización del transporte neumático TN, el cual se usa primordialmente para retirar el salvado producido en los cuatro pasos de blanqueo. De cada cono sale una corriente que se une a un ducto principal colocado en el nivel de elevadores. Este conducto del transporte se dirige hacia el primer piso del molino en donde se encuentra el ciclón C3 el cual recoge el salvado. El ciclón descarga en la tolva correspondiente TSa.

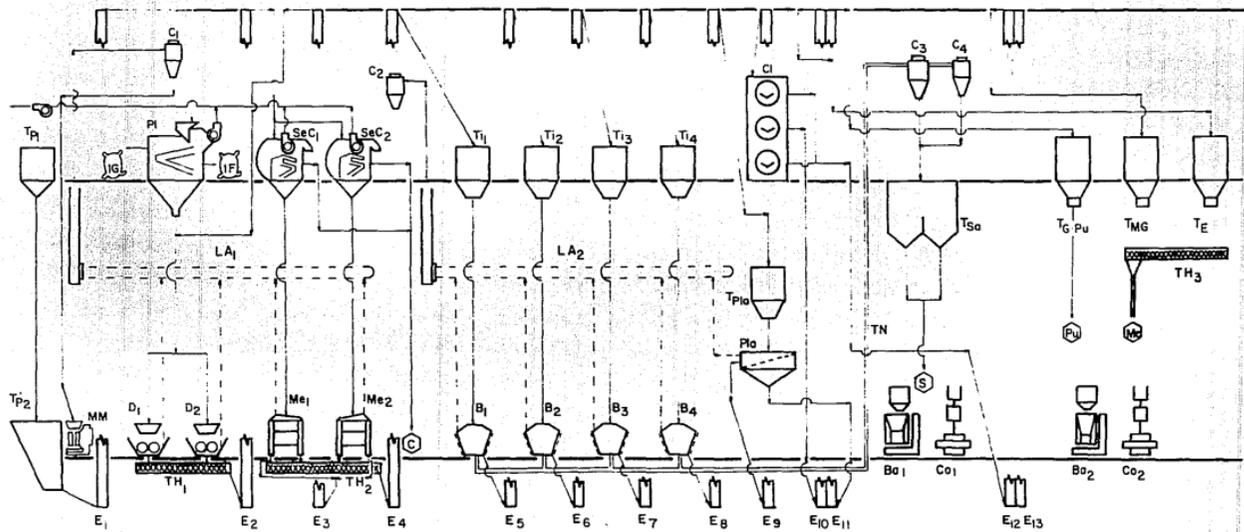


Fig. No. 18 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 5

CUADRO No. 29

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 5

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Descascarilladoras	Elevador 2	Transporte de palay, moreno y cascarilla
TH2	Transportador helicoidal 2	Mesas separadoras de palay	Elevador 4	Transporte de arroz moreno
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva TP2	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Transportador helicoidal 1	Separadora de cascarilla	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E3	Elevador de cangilones 3	Mesas separadoras de palay	Descascarilladoras	Transporte de palay de retorno
E4	Elevador de cangilones 4	Transportador helicoidal 2	Tolva intermedia TB1	Transporte de arroz moreno
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia TB2	Transporte de arroz semielaborado
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia TB3	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia TB4	Transporte de arroz semielaborado
EB	Elevador de cangilones 8	Blanqueadora de cono 4	Tolva Plantisfer	Transporte de arroz blanco sin clasificar
E9	Elevador de cangilones 9	Plantisfer	Trieurs	Transporte de entero, medio grano y granillo
E10	Elevador de cangilones 10	Trieurs	Tolva E	Transporte de arroz entero
E11	Elevador de cangilones 11	Pantisfer	Tolva Gr	Transporte de granillo y puntilla
E12	Elevador de cangilones 12	Trieurs	Tolva Mg	Transporte de medio grano
E13	Elevador de cangilones 13		Tolva	Elevador independiente con tolva
LA1	Línea de aspiración 1	Descascarilladoras y Mesas separadoras de palay	Ciclón C1	Eliminación de polvo, impurezas y cascarilla
LA2	Línea de aspiración 2	Blanqueadoras de cono	Ciclón C2	Aire de enfriamiento para el blanqueo
TN	Transporte neumático	Blanqueadoras de cono	Ciclones C3, 4	Transporte de salvado producido en el blanqueo

CUADRO No. 30
 NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 5

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	REMO: C - 125	1	3	3	5
DESCASCARILLADO	REMO: DH - 2530	2	1.5	3	5 (c/u)
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: AC - 120	1	3	3	5
SEPARADORA DE PALAY	REMO: BP - 45	2	2 - 2.2	4 - 4.4	5 (c/u)
BLANQUEO	REMO: BA - 80	4	1.5 - 1.7	1.5 - 1.7	15 (c/u)
CLASIFICACION	CILINDROS, REMO	3	1.5	1.5	
			1.5	1.5	
			1	1	5
	CERNIDOR MORROS	1	1.5	1.5	2

CUADRO No. 31

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 5

TP1, 2	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
D1, 2	Descascarilladora de rodillos
SeC1, 2	Separadoras de cascarilla
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti1, ..., 4	Tolva intermedia
B1, ..., 4	Blanqueadoras de cono
Cl	Cilindros clasificadores Trieurs
TPla	Tolva de Plansifter
Pla	Plansifter
TSa	Tolva de salvado
Ba1, 2	Báscula
Co1, 2	Máquina cosedora
TG	Tolva de granillo
TMG	Tolva de medio grano
TE	Tolva de entero
C1, ..., 4	Ciclón
La1, 2	Línea de aspiración
TN	Transporte neumático de salvado
E1, ..., 13	Elevador de cangilones
TH1, 2, 3	Transportador helicoidal
MM	Molino de muelas
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
Pu	Puntilla
Mc	Mezcla comercial

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama del molino se puede observar que se lleva a cabo un proceso continuo. Las primeras operaciones tienen un orden adecuado de acuerdo a las dos primeras etapas del proceso. Exceptuando la operación de pesado y registro de lotes, las operaciones de prelimpia, descascariñado, separación de cascarilla y separación de palay, se encuentran en una secuencia lógica a la operación anterior. De esto se infiere que el arroz palay procedente del campo o almacén se recibe ya en lotes de tamaño determinado, con lo cual resulta difícil realizar una apreciación del rendimiento del molino.

Paralelamente a la etapa de blanqueo se lleva a cabo la eliminación del salvado producido por la abrasión en los conos blanqueadores. El transporte neumático cuenta con el ciclón C3 que es el que recoge el salvado. Este ciclón cuenta con un ciclón auxiliar C4 de menor capacidad que realiza la misma función, descargando ambos el producto en la tolva T5a.

En la etapa de clasificación —denominada ZARANDA en el diagrama básico— se cuenta principalmente con dos pasos, el primero es una zaranda plansifter, y el segundo es una serie de tres cilindros clasificadores o trieurs. La zaranda plansifter separa granillo y puntilla que van a la tolva

final correspondiente. La serie de cilindros clasificadores separan las fracciones principales del arroz: grano entero y medio grano. Fundamentalmente estos cilindros trieurs llevan a cabo una función de rectificación.

En resumen se tiene que, a pesar de la ausencia de algunas máquinas, el molino cuenta con la seriación adecuada de las operaciones de acuerdo al planteamiento inicial. Puede observarse que el molino cuenta también con una amplia y adecuada etapa de clasificación, lo que puede apreciarse de los dos pasos en que se divide dicha etapa.

MOLINO NACIONAL No. 6.

a) FLUJO O TRANSPORTE.

En el cuadro No. 32 correspondiente al molino de la Fig. No. 19, se presentan los tipos y número de transportadores helicoidales y elevadores de cangilones utilizados para el manejo del arroz en las diferentes etapas del beneficio.

En el diagrama del molino se observa que los transportadores helicoidales se utilizan exclusivamente en el transporte horizontal. Los transportadores TH1, TH2 y TH3 se encuentran colocados en el nivel de elevadores.

De los transportadores helicoidales usados, el transportador TH5 se utiliza como mezclador de las frac-

CUADRO No. 32

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 6

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Descascarilladoras	Elevador 4	Transporte de palay, moreno y cascarilla
TH2	Transportador helicoidal 2	Mesas separadoras de palay	Elevador 3	Transporte de palay de retornos
TH3	Transportador helicoidal 3	Blanqueadoras de cono	Elevador 10	Transporte de salvado producido en el blanqueo
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Prelimpiadora	Tolva - Báscula	Transporte de arroz palay limpio
E3	Elevador de cangilones 3	Transportador helicoidal 2	Tolva de retorno	Transporte de palay de retornos
E4	Elevador de cangilones 4	Transportador helicoidal 1	Tolva intermedia	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E5	Elevador de cangilones 5	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia TB1	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia TB2	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia TB3	Transporte de arroz semielaborado
E8	Elevador de cangilones 8	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia TB4	Transporte de arroz semielaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Blanqueadora de cono 4	Clasificadoras	Transporte de arroz blanco
E10	Elevador de cangilones 10	Transportador helicoidal 3	Tolva de salvado	Transporte de salvado producido en el blanqueo
E11	Elevador de cangilones 11	Zaranda vibratoria	Trieurs CI1, 2	Transporte de arroz clasificado
E12	Elevador de cangilones 12	Trieurs CI1, 2	Tolva TE/MG	Transporte de medio grano con entero
E13	Elevador de cangilones 13	Trieurs CI1, 2	Tolva TE/MG	Transporte de arroz entero
E14	Elevador de cangilones 14	Trieurs CI1, 2 y Zaranda	Tolva TE	Transporte de granillo
LA1	Línea de aspiración 1	Tolva descascarilladora y Mesas separadoras de palay	Ciclón.C1	Eliminación de cascarilla e impurezas
LA2	Línea de aspiración 2	Blanqueadoras de cono	Ciclón C2	Eliminación de salvado producido en el blanqueo

CUADRO No. 33
NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 6

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	REMO: M - VIBROTOR	4	2	8	4,5
DESCASCARILLADO	REMO: M - OPTIMA M - DH - 2530	5	1,75	11,75	25
	MAQUINARIA DE CORDOBA	3	1	-	26
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: M - VIBRAVENT - AC - 120	4	2,5 - 2,75	10 - 15	20
SEPARADORA DE PALAY	REMO: VARICURSA SPC - 36 M - SP 60	2 2	2 2	8 -	3 3
BLANQUEO	REMO: M - BA - 80	4	o 80	7	160
CLASIFICACION	INTERVISUAL DOBLE UTD - 725	1	3 - 4	-	5
	REMO: M - ROTOLIPSE RED - 1218	1	8 m ³ /h	-	1
	REMO: M - TAD - 120	1	8 - 10	-	0,5
	PLANSIFTER	1	4	-	3
	REMO: ZARANDA	1	2	-	2

SEPARADORA DE	REMO: VARICURSA SPC - 36	2	2	8	3
---------------	--------------------------	---	---	---	---

CUADRO No. 34

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 6

TP	Tolva de arroz palay
PI1, 2	Prelimpiadoras
Ba	Tolva Báscula
D1, ..., 4	Descascarilladoras de rodillos
TSeC	Tolva separadora de cascarilla
SeC1, ..., 4	Separadoras de cascarilla
Me1, ..., 4	Mesas separadoras de palay
TRe	Tolva de retornos
Ti1, ..., 4	Tolvas intermedias
B1, ..., 4	Blanqueadoras de cono
ZaA	Zaranda con aspiración
ZaG	Zaranda giratoria
CI1, 2	Cilindros clasificadores Trieurs
TSa	Tolva de salvado
TE - MG	Tolva de arroz entero y medio grano
TG	Tolva de granillo
Ba1, 2	Báscula
E1, ..., 14	Elevador de cangilones
TH1, ..., 5	Transportador helicoidal
C1, 2	Ciclón
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
S	Salvado

ciones obtenidas del blanqueo, para obtener la mezcla comercial.

El molino cuenta con catorce elevadores de cangilones los cuales se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del primer piso del molino. Cuatro de los elevadores se encuentran dispuestos como unidades dobles. Cada uno de los elevadores que forman la unidad generalmente reciben productos intermedios o subproductos diferentes. En el caso de la unidad doble compuesta por los elevadores E4 y E5 el E4 transporta el material que sale de las descascarilladoras y el E5 maneja el arroz moreno proveniente de las mesas paddy. Otro elevador doble es el que forman los elevadores E11 y E12. El E11 recibe el producto proveniente de los primeros pasos de la clasificación y lo deposita por gravedad en los cilindros clasificadores. El E12 transporta grano entero y medio grano procedente de los cilindros clasificadores.

Aunque no se considera como transporte, existen dos líneas de aspiración, LA1 y LA2. La línea LA1 abarca la prelimpia, el descascarillado y la separación de palay llevada a cabo en las mesas paddy. En la prelimpia se cuenta con un dispositivo eliminador de polvo, y en la máquina de prelimpia existe una salida que manejada por un aspirador descarga en el ducto principal. A la línea se descarga cascarilla producida en la

operación y finalmente llegan a la línea un par de corrientes procedentes de las mesas paddy en las cuales se eliminan granos vanos así como cascarilla. Esta línea funciona en combinación con el ciclón C1, el cual recoge impurezas finas en su mayor parte.

La línea de aspiración LA2 funciona con el ciclón C2 y está dispuesta para introducir aire a través de los conos blanqueadores como medio de enfriamiento. A la función de enfriar se aúna la de eliminación de salvado producido en el blanqueo y aunque no es necesariamente su función principal, elimina una pequeña cantidad que es recolectada por el ciclón C2. La eliminación del salvado la realiza el transportador helicoidal TH3.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama del molino se observan claramente las cuatro etapas del beneficio del arroz palay.

En cuanto a la seriación, se observa un cambio en las dos primeras operaciones, la prelimpia y el pesado, que se encuentran invertidas, tomando como base el diagrama. Esto implica que en el proceso se tenga un registro y magnitud de los lotes de arroz palay limpio.

En la etapa de blanqueo o eliminación de salvado, se cuenta con cuatro pasos y se observa que no existe un

paso de pulido, lo que puede llevar a que el arroz elaborado tenga residuos o trazas de salvado. Los conos blanqueadores se encuentran colocados en serie y cada uno es alimentado por la descarga del anterior, la cual llega primero a las tolvas intermedias correspondientes a cada cono blanqueador.

Para la etapa de clasificación se tienen dos máquinas que realizan el cribado y dos juegos de cilindros clasificadores que llevan a cabo la rectificación. En suma, el molino cuenta con las cuatro etapas básicas del beneficio del arroz palay y con las operaciones básicas del proceso. El molino cuenta además con los ciclones para la eliminación de impurezas durante la prelimpia, el descascarillado, separación de palay, la etapa de blanqueo en sus cuatro pasos y por último, para el primer paso de clasificación.

MOLINO NACIONAL No. 7.

a) FLUJO O TRANSPORTE

El cuadro No. 35 presenta el tipo y número de transportes utilizados para el manejo de sólidos a través de las operaciones en el molino de la Fig. No. 20.

En este molino se presentan siete transportadores helicoidales que están dispuestos en las cuatro etapas fundamentales del beneficio. Las má-

quinas descargan hacia estos transportadores, ya sea para alimentar una máquina posterior o para llevar a cabo un retorno así como para tener una función diferente a la del transporte, como es el caso del transportador helicoidal TH7 que funciona como mezclador de diferentes fracciones: medio grano, grano 3/4 y entero. Al mismo tiempo que lleva a cabo la realización de la mezcla comercial de arroz, el transportador descarga en el elevador E11 cumpliendo así una función de transporte.

En el diagrama puede observarse que los transportadores TH2 y TH5 se encuentran colocados en el techo del primer piso del molino; el transportador TH7, debajo de las tolvas de fracciones a una altura intermedia de la planta baja y los transportadores TH1, TH3, TH4 y TH6, en el nivel de elevadores.

Los elevadores de cangilones quedan dispuestos a lo largo de las operaciones del beneficio y se extienden desde el nivel de elevadores del molino hacia el techo del primer piso de la construcción. Es importante notar que la función de los elevadores E5, E6 y E7 fue sustituida por el transportador TH5, el cual alimenta directamente a las tolvas intermedias T12, 3, 4, debido al tipo de blanqueo que se lleva a cabo en esta etapa.

CUADRO No. 35

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 7

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Cilindros clasificadores de palay	Elevador 2	Transporte de arroz palay limpio y clasificado
TH2	Transportador helicoidal 2	Elevador 2	Máquinas de prelimpia	Transporte de arroz palay limpio y clasificado
TH3	Transportador helicoidal 3	Mesas separadoras de palay y Máquinas de prelimpia Combi	Elevador 2	Transporte de retorno de arroz palay
TH4	Transportador helicoidal 4	Mesas separadoras de palay	Elevador 3	Transporte de arroz morano
TH5	Transportador helicoidal 5	Elevador 4	Tolvas intermedias 2, 3 y 4	Transporte de arroz semielaborado
TH6	Transportador helicoidal 6	Máquinas pulidoras Vertijet	Elevador 8	Transporte de mezcla de fracciones de arroz elaborado
TH7	Transportador helicoidal 7	Tolvas de almacén de diferentes fracciones	Elevadores 10 y 11	Trabaja como mezclador de las fracciones para mezclas comerciales
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de alimentación	Máquinas de prelimpia	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Transportador helicoidal 1	Transportador helicoidal 2	Transporte de arroz palay limpio y clasificado y de retorno
E3	Elevador de cangilones 3	Transportador helicoidal 4	Tolva intermedia 1	Transporte de arroz morano
E4	Elevador de cangilones 4	Blanqueadora de cono 1	Transportador helicoidal 5	Transporte de arroz semielaborado
E5	Elevador de cangilones 5	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia 3	Sin funcionamiento
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia 4	Sin funcionamiento
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 4	Zaranda giratoria	Sin funcionamiento
E8	Elevador de cangilones 8	Transportador helicoidal 6	Zaranda giratoria	Transporte de fracciones de arroz elaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Zaranda giratoria	Cilindros clasificadores	Transporte de fracciones de arroz a las que se ha eliminado la puntilla
E10	Elevador de cangilones 10	Transportador helicoidal 7	Tolva intermedia de mezcla comercial	Transporte de mezcla comercial
E11	Elevador de cangilones 11	Transportador helicoidal 7	Tolva intermedia de mezcla comercial	Transporte de mezcla comercial
TN	Transporte neumático	Blanqueadoras Vertijet	Ciclón C2	Transporte de salvado

TP

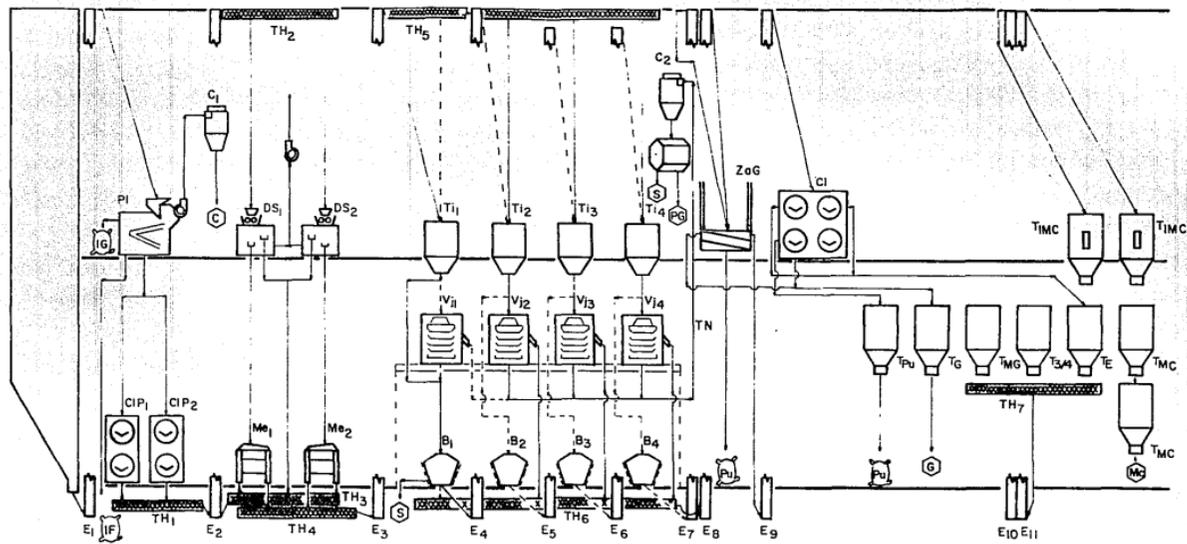


Fig. No. 20 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 7

CUADRO No. 36

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 7

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	REMO: VIBRATOR C - 125	1	3.5	-	6.5
	CILINDROS ALVEOLADOS: INTERVISUAL DOBLE	2	2 - 3	7.5 - 9.5	6
DESCASCARILLADO	REMO: CIRCOMBI	2	2	4	5 (c/u)
SEPARADORA DE PALAY	REMO: VARICURSA M - SPC - 30	2	1.1	2.2	5
BLANQUEO	MAQUINARIA DE CORDOBA: BLANQUEADORAS DE CONO	4	3 - 3.5	-	20
	REMO: VERTIJET VJ - 30	4	2	-	30
CLASIFICACION	CERNIDOR	1	2	-	2
	CILINDROS ALVEOLADOS	2	2 - 3	-	5
	REMO: INTERVISUAL DOBLE	1	3 - 4	-	5

CUADRO No. 37

INDICE DE CLAVES DEL MOLINO NACIONAL No. 7

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
CIP1, 2	Clasificadores de arroz palay
DS1,2	Descascarilladora separadora Combi
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti1, ...,4	Tolvas intermedias
Vj1, ...,4	Máquinas blanqueadoras Vertijet
B1, ...,4	Blanqueadoras de cono
ZaG	Zaranda giratoria
C	Ciclón
Th	Tamiz hexagonal Rotex
CI	Cilindros clasificadores Trieurs
TPu	Tolva de puntilla
TG	Tolva de granillo
TMG	Tolva de medio grano
T3/4	Tolva de grano tres cuartos
TE	Tolva de entero
TC	Tolva de mezcla comercial
E1, ...,11	Elevador de cangilones
TH1, ...,7	Transportador helicoidal
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
S	Salvado
PG	Puntilla - Granillo
Pu	Puntilla
G	Granillo
Mc	Mezcla comercial

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

El arroz proviene de un silo de almacén ubicado en el exterior del molino, en el cual el arroz palay seco y parcialmente limpio se deposita desde el almacén. Debajo del silo se encuentra una tolva TP que se utiliza para alimentar al elevador.

Posteriormente tenemos la máquina de prelimpia que separa la paja y el polvo así como materiales extraños que vienen con el arroz. Aunque en la etapa de recepción en la planta se lleva a cabo una limpia en una zaranda, se observa que también se realiza la prelimpia como operación del proceso ya dentro del molino.

La siguiente operación en el diagrama es la que se puede denominar "limpieza de palay" en ella se eliminan semillas extrañas y también se lleva a cabo una separación de finos.

Siguiendo con el diagrama, se encuentran las operaciones de descascarillado y la separación de cascari-lla. Este par de operaciones es realizado por una sola máquina. Las máquinas están colocadas en paralelo, descargan hacia el mismo ducto el arroz palay para su retorno y alimentan a las máquinas siguientes independientemente.

La separación de palay se lleva a cabo en mesas paddy o densimétricas. Como el arroz palay ya fue sometido a una limpieza por medio de los cilindros, se esperaba una mayor

concentración de arroz moreno o de moreno inmaduro, ya que se le han eliminado semillas extrañas.

La etapa de blanqueo se realiza en dos pasos, uno de blanqueo por abrasión y otro por fricción, que se puede llamar de pulido. En el diagrama se tienen cuatro máquinas vertijet y cuatro conos blanqueadores por abrasión. En conclusión, que aunque sólo se utilizan dos pasos que se llevan a cabo en forma empírica, representan un nivel tecnológico alto. Paralelamente al pulido realizado por las máquinas vertijet, se elimina el salvado producido en la operación. El ciclón C2 es el colector del salvado del pulido y se encuentra en el primer piso en donde se efectúa el cernido del salvado por medio de un tamiz hexagonal.

Para la etapa de clasificación, la mezcla de diferentes fracciones de arroz blanco o elaborado es llevada hacia una zaranda giratoria a la cual pueden llegar dos corrientes, una procedente de los conos blanqueadores —opción que no se utiliza— y otra proveniente de las máquinas pulidoras vertijet. En este paso de la clasificación se elimina puntilla. El otro paso de rectificación se lleva a cabo con cilindros alveolados, contándose con cuatro de ellos y los cuales separan el granillo, medio grano, grano 3/4 y entero.

En el diagrama se puede observar el empleo de unidades que ya no se

usaban en combinación con equipo de diseño nuevo llegándose a resolver el funcionamiento total de la etapa de blanqueo y así introducir a la molinería uno de los niveles tecnológicos más convenientes del beneficio del arroz palay.

MOLINO NACIONAL No. 8.

a) FLUJO O TRANSPORTE

El molino de la Fig No. 21 se caracteriza por tener el sistema de transporte de sólidos, tipo neumático. Sus funciones se describen en el cuadro No. 39. El sistema se encuentra primeramente en la alimentación de la tarara o dosificador de arroz palay TrP. La tarara está localizada en la parte superior del tercer nivel y posteriormente la alimentación a las siguientes operaciones se lleva a cabo por gravedad.

De las salidas de las mesas densitométricas se usa el sistema por transporte neumático para alimentar la tarara de arroz moreno TrM, esta tarara se encuentra a la misma altura que la tarara TrP.

De las máquinas blanqueadoras salen dos corrientes de las cuales una línea es de salvado y la otra de arroz blanco. Las corrientes se transportan neumáticamente, destinándose para el salvado el ciclón C3. Este ciclón remueve o elimina el salvado pro-

ducido en las tres máquinas de blanqueo. La corriente de arroz blanco se dirige hacia la tarara de arroz blanco TrB y al ciclón C2, el cual ayuda a la eliminación de impurezas más ligeras que el arroz blanco y moreno.

Otra parte del sistema neumático es la eliminación de cascarilla. La separación de cascarilla la realiza la misma máquina descascarilladora y es aspirada por el sistema por medio del ciclón C4.

Las líneas fundamentales del transporte neumático son las que mueven un producto intermedio de una operación a otra.

b) ORDEN DE LAS MAQUINAS

Se observa en el diagrama que en este tipo de proceso no se cuenta con una máquina que realice el pesado de lotes de arroz palay que entra al proceso, por lo que se tiene un sistema continuo para el beneficio. Se cuenta solamente con una tolva de alimentación TP. Se continúa con la operación de prelimpia y que en el orden del proceso es el adecuado.

Las siguientes dos operaciones del diagrama básico (Fig. No. 5) quedan incluidas en una sola máquina que las realiza al mismo tiempo, esto quiere decir que la máquina lleva a cabo primeramente el descascarillado y posteriormente la separación de la cascarilla. De la máquina salen tres

CUADRO No. 38

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 8

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
LTrP	Línea de alimentación a la Tarara de palay	Tolva de recepción	Tarara de palay	Transporte de palay de almacén y de retornos
Lc	Línea de cascarilla	Máquinas Combi	Ciclón 1	Transporte de cascarilla eliminada en las máquinas Combi
LTrM	Línea de alimentación a la Tarara de moreno	Mesas separadoras de palay	Tarara de moreno	Transporte de arroz moreno
Ls	Línea de salvado	Máquinas Vertijet	Ciclón 3	Transporte de salvado
LTrB	Línea de alimentación a la tolva de arroz blanco	Máquinas Vertijet	Tarara de arroz blanco	Transporte de arroz blanco

CUADRO No. 39

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 8

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. de MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	REMO: ROTOLIPSE	1	6	6	1
DESCASCARILLADO	REMO: COMBI M - DC - 5	3	2	6	10 (c/u)
SEPARADORA DE PALAY	REMO: VARICURSA M - SPC - 45	2	3	6	5
BLANQUEO	REMO: VERTIJET VJ - 30	3	2	6	30 (c/u)
CLASIFICACION	CILINDROS: REMO: SIMPLE UTS - 725	2	2 - 3	4 - 6	3
	CERNIDOR - CLASIFICADOR "ROTOLIPSE"	1	4 - 5	4 - 5	1
BOMBA VOLUMETRICA	REMO: GL - 140	1			25

CUADRO No. 40

INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO NACIONAL No. 8

TP	Tolva de arroz palay
LTrP	Línea a la tarara de arroz palay
TrP	Tarara de arroz palay
PI	Prelimpiadora
DS1, 2, 3	Descascarilladora – separadora
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
LTrM	Línea a la tarara de arroz moreno
DM	Dosificador múltiple
Vj1, 2, 3	Máquinas blanqueadoras Vertijet
LS	Línea de salvado
LTrB	Línea a la tarara de arroz blanco
CI	Cilindros clasificadores Tricurs
Lc	Línea de cascarilla
C1, 2, 3	Ciclones
Cm	Alimentación de cascarilla molida
Ba	Báscula
TH	Transportador helicoidal mezclador
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
Pu	Puntilla
Cm	Cascarilla molida

fracciones principales: arroz moreno, cascarilla y arroz moreno—arroz palay, siendo esta última mezcla alimentada por gravedad secuencialmente a la operación correspondiente.

La operación siguiente al orden lógico del proceso es la separación de arroz palay, como se ha dicho previamente. La operación se realiza para eliminar el arroz que no fue descascarillado en la operación anterior, normalmente con dos salidas, una corresponde a los retornos que van de nuevo a la operación de descascarillado y la otra, siguiendo el orden común del proceso, va hacia la tarara de arroz moreno.

La separación por espesor no se realiza en este tipo de molino, por lo que a la operación posterior se la alimenta con todo tipo de arroz moreno, lo cual se considera que puede llevar a bajas en el rendimiento de estas blanqueadoras.

En la operación de blanqueo, según el diagrama básico, se llevan a cabo tres pasos de blanqueo y uno de pulido. En el molino analizado no se realiza un blanqueo progresivo del arroz, sino que la operación es llevada a cabo por una sola máquina y en un sólo paso. Con esto se pone de manifiesto lo compacto del molino y se acorta la operación más importante y significativa de la molienda, ya que la operación de blanqueo se toma como una base para la clasificación en niveles tecnológicos. La re-

ducción en los pasos de blanqueo es importante de acuerdo al nivel tecnológico tomando como base la evolución del proceso del arroz palay. La reducción en los pasos de la operación no siempre logra resultados óptimos de calidad molinera ni tampoco significa una aportación al avance del diseño de las máquinas.

Para la clasificación del arroz elaborado, se llevan a cabo dos pasos principales. El primero es la eliminación de puntilla por medio de una criba que está dispuesta en el piso superior de la estructura del molino. El segundo es la utilización de cilindros rectificadores dispuestos en paralelo en el piso intermedio. Estos cilindros están colocados en la parte superior de una carcasa que contiene cribas en la parte inferior, las cuales separan el salvado del arroz blanco. Al salvado separado se le adiciona cierto porcentaje de cascarilla molida para su comercialización.

MOLINO NACIONAL No. 9.

a) FLUJO O TRANSPORTE

El molino de la Fig. No. 22 cuenta con dos transportadores helicoidales, una línea de aspiración y un gran número de elevadores de cangilones, en este caso catorce. Su descripción y funciones se encuentran en el cuadro No. 41.

De los transportadores helicoida-

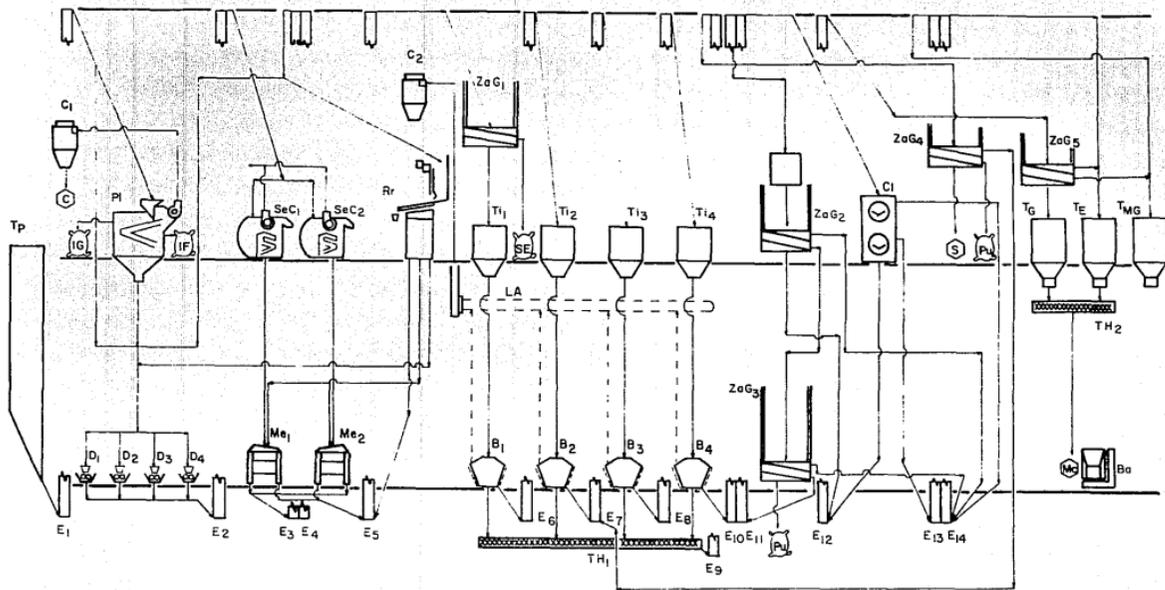


Fig. No. 22 Diagrama de Flujo del Molino Nacional No. 9

les, el TH1 se localiza en el nivel de elevadores y es el que colecta el salvado producido en los cuatro pasos de blanqueo. El transportador TH2 va colocado a la salida de las tolvas TG y TE, y su función es la de mezclar el producto contenido en ambas tolvas para obtener la mezcla comercial.

Una de las dos unidades dobles es la compuesta por los elevadores E3 y E4. El elevador E3 es el encargado de llevar el retorno de las mesas paddy hacia las descascarilladoras, el retorno es arroz palay. El elevador puede tener dos descargas, una —como ya se dijo— es el retorno de arroz palay y la otra una descarga a la rectificadora de retornos.

Al elevador E5 llegan dos corrientes, la primera procede de las mesas paddy y por consiguiente es una corriente de arroz moreno. La otra corriente que llega al elevador es una de las salidas de la rectificadora de retornos tratándose igualmente de arroz moreno.

Otra unidad doble la forman los elevadores E10 y E11. El elevador E10 transporta las fracciones de arroz obtenidas del blanqueo. El elevador E11 recibe la fracción principal de la zaranda ZaG3 para llevarla hacia los cilindros rectificadores que se encuentran en el primer piso del molino.

El elevador que más corrientes recibe es el E14, y son de arroz entero

elaborado. Estas corrientes corresponden a la fracción principal obtenida de la zaranda giratoria ZaG2, a la fracción principal de la zaranda ZaG3, y la tercera es la salida del cilindro superior del paso de rectificación; el producto es depositado en la tolva TE, correspondiente a arroz entero.

La única línea de aspiración LA tiene la función de introducir aire para procurar enfriamiento a los conos blanqueadores al aumentar la temperatura producida por el calor de abrasión al llevar a cabo el blanqueo. La línea de aspiración está manejada por el ciclón C2 el cual va a colectar las partículas finas de salvado que puede arrastrar el aire de enfriamiento.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

Se tienen dos operaciones esenciales para el descascarillado y la separación de la cascarilla las cuales están en el orden determinado por el proceso.

La separación de palay se mantiene dentro del orden correcto de las máquinas y de ella se obtendrá el arroz moreno que va a ser sometido a los pasos de blanqueo. Aquí se obtiene arroz moreno maduro e inmaduro en una sola corriente de salida.

De la fracción principal obtenida en la operación anterior, se esperaba que entrara a una máquina para

CUADRO No. 41

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 9

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Blanqueadoras de cono	Elevador 9	Transporte de salvado
TH2	Transportador helicoidal 2	Tolvas TG y TE	Báscula	Mezclador
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Prelimpiadora	Transporte de palay de campo
E2	Elevador de cangilones 2	Descascarilladoras	Separadoras de cascarilla	Transporte de palay, moreno y cascarilla
E3	Elevador de cangilones 3	Mesas separadoras de palay	Descascarilladoras y rectificadora de retornos	Transporte de arroz palay de retornos
E4	Elevador de cangilones 4	Mesas separadoras de palay	Descascarilladoras y rectificadora de retornos	Transporte de arroz palay de retornos
E5	Elevador de cangilones 5	Mesas separadoras de palay	Zaranda ZaG1	Transporte de arroz moreno
E6	Elevador de cangilones 6	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia TB2	Transporte de arroz semielaborado
E7	Elevador de cangilones 7	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia TB3	Transporte de arroz semielaborado
E8	Elevador de cangilones 8	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia TB4	Transporte de arroz semielaborado
E9	Elevador de cangilones 9	Transportador helicoidal	Zaranda To4	Transporte de salvado producido en el blanqueo
E10	Elevador de cangilones 10	Blanqueadora de cono 4	Zaranda ZaG2	Transporte de arroz blanco
E11	Elevador de cangilones 11	Zaranda ZaG4	Clasificadores	Transporte de fracciones de quebrado
E12	Elevador de cangilones 12	Zaranda ZaG2 y Clasificadores Cl	Zaranda ZaG5	Transporte de granillo
E13	Elevador de cangilones 13	Clasificadores Cl	Tolva THG	Transporte de medio grano
E14	Elevador de cangilones 14	Zarandas ZaG2, 3 Clasificadores Cl	Tolva TE	Transporte de arroz entero clasificado
LA	Línea de aspiración	Blanqueadoras	Ciclón C2	Aire de enfriamiento

CUADRO No. 42

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 9

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	MORROS	1	2	2	5
DESCASCARILLADO	REMO: DH - 2530	4	1.8 - 2	3 - 3.3	5 (c/u)
SEPARADORA DE CASCARILLA	REMO: AC - 80	2	1.6 - 1.8	3.2 - 3.6	5 (c/u)
SEPARADORAS DE PALAY	REMO: SP - 45	2	1.5 - 1.65	3 - 3.3	3 (c/u)
BLANQUEADORAS	REMO: 1o. BA - 100		1o. 0 100		25
	2o. BA - 100		2o. 0 100		25
	3o. BA - 80		3o. 0 80		20
	4o. BA - 80		4o. 0 80	3.6	20
RECTIFICACION DE RETORNOS	MERCATOR	1			
CLASIFICACION	REMO	2	1	2	5 (p/ambos)
	PLANSIFTER	1	2	2	5
	CERNIDOR DE SALVADO (CONSTRUCCION PROPIA)	1	2	2	5

CUADRO No. 43

INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO NACIONAL No. 9

TP	Tolva de arroz palay
PI	Prelimpiadora
D1,...4	Descascarilladora de rodillos
Sec1, 2	Separadoras de cascarilla
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
ZaG1,...,4	Zaranda giratoria
Ti1,...4	Tolva intermedia
B1,...4	Blanqueadoras de cono
CI	Cilindros clasificadores Trieur
TG	Tolva de granillo
TE	Tolva de entero
TMG	Tolva de medio grano
Ba	Báscula
TH1, 2	Transportador helicoidal
E1,...,14	Elevador de cangilones
Rr	Rectificadora de retornos
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
SE	Semillas extrañas
Pu	Puntilla
S	Salvado
Mc	Mezcla comercial

eliminar el arroz moreno inmaduro que baja la eficiencia del blanqueo, para lo que se cuenta con una rectificadora de retornos Rr, que separa la mezcla en tres fracciones: arroz palay, arroz moreno y una mezcla de arroz palay-arroz moreno. Aunque la máquina es adecuada y su posición está dentro del flujo de operaciones para incrementar el rendimiento de enteros y rendimiento total, no está operando.

Posteriormente se cuenta con una zaranda giratoria ZaG1 que se utiliza principalmente para la eliminación de semillas extrañas, pudiéndose llevar en este punto la eliminación de arroz moreno inmaduro, además de semillas ajenas al arroz. Cabe mencionar que la eliminación de arroz moreno inmaduro la realiza una máquina específica para la operación por medio de cilindros separadores por espesor, basándose en la dimensión del grano de acuerdo a su etapa de madurez.

En seguida se encuentran los conos de blanqueo, y de acuerdo a lo anterior se puede decir que sólo entrará a esta etapa arroz moreno maduro, ya que se han eliminado semillas extrañas. Aquí se observa que el blanqueo se lleva a cabo en cuatro pasos sucesivos, figurando en el orden de máquinas adecuado. De acuerdo al diagrama básico se tienen diferencias notables como son la de un paso más en el blanqueo, ya que

en el diagrama básico son tres; otra diferencia es la falta de paso de pulido. Al final de esta etapa la corriente resultante se compone principalmente de arroz entero, medio grano y granillo.

La operación denominada ZARANDA, que es la etapa de clasificación, se lleva a cabo primeramente con dos zarandas giratorias, ZaG2 y ZaG3, y posteriormente con un juego de dos cilindros rectificadores. Se puede observar del diagrama que las salidas de la zaranda ZaG2 corresponden a tres fracciones: entero, medio grano y granillo. El grano entero va hacia el elevador E14 que lo transporta y deposita en la tolva TE. La corriente de medio grano tiene como destino un segundo paso de clasificación en la zaranda ZaG3, donde se obtienen tres corrientes: arroz entero, medio grano y puntilla. Nuevamente la corriente de grano entero va hacia el elevador E14 y la de medio grano entra a los cilindros clasificadores Cl, que llevan a cabo la rectificación. La corriente principal es de arroz entero y va al elevador E14; la corriente de medio grano al elevador E13 que lo deposita en la tolva TMG. La última fracción de los cilindros Cl corresponde a granillo que va al elevador E12 el cual lo conduce a la zaranda giratoria ZaG5, en donde se rectifica para obtener arroz entero, medio grano y granillo. Los productos caen por gravedad a las

tolvas correspondientes a cada uno de ellos.

Para tener una serie de productos diferentes o sea de diversa calidad en base al porcentaje de entero y de granillo, se lleva a cabo un mezclado de productos procedentes de las tolvas TE y TMG. El mezclado y transporte de los productos se realiza por medio del transportador helicoidal TH2 cuya descarga está dirigida a la balsa final.

El molino cuenta con un cribado del salvado producido en el blanqueo. Esta operación se realiza por medio de la zaranda giratoria ZaG4. Las fracciones que se obtienen como finales, corresponden a puntilla y a salvado, la otra fracción de mayor tamaño que puede escaparse hacia el transportador helicoidal TH1 y que es de tamaño intermedio entre el salvado y la puntilla, es retornada hacia el elevador E7 el cual lo llevará hacia el tercer paso de blanqueo para que sufra una disminución en el tamaño de partícula y pueda estandarizarse como salvado con un tamaño de partícula más o menos uniforme.

MOLINO NACIONAL No. 10.

a) FLUJO O TRANSPORTE

En el diagrama de la Fig. No. 23, correspondiente a este molino, se encuentran los dos tipos más comunes de transporte, el helicoidal y el de

elevadores de cangilones. Se utilizan líneas de aspiración para la eliminación de impurezas y de subproductos en algunas operaciones del beneficio.

El cuadro No. 44 presenta los diversos transportadores y elevadores así como sus funciones y el material que maneja.

El molino cuenta con cinco transportadores helicoidales de los cuales el TH5 es el único que se localiza en el nivel de elevadores del molino; los otros cuatro transportadores se encuentran colocados en el techo del primer piso y en un nivel intermedio de la planta baja del molino, como ocurre con el transportador TH4, el cual maneja arroz palay procedente de la rectificadora de retornos hacia el elevador de cangilones E3.

Los transportadores helicoidales TH1, TH2 y TH3 se encuentran en el techo del primer piso del molino y forman una "T" que sirve para dar mejor manejo a los diferentes productos que transportan.

Para el beneficio en este molino se cuenta con dieciseis elevadores de cangilones y todos ellos se extienden desde el nivel de elevadores hacia el techo del primer piso del molino. Aquí se encuentran cinco unidades dobles de elevadores. La primera unidad maneja exclusivamente arroz palay proveniente de la tolva de arroz palay TP. Con esto se quiere decir que los dos elevadores no manejan material diferente como ocurre gene-

ralmente con este tipo de ensambles, esto se lleva a cabo en la unidad formada por los elevadores E1 y E2. La segunda unidad, constituida por los elevadores E3 y E4, maneja productos diferentes ya que el elevador E3 transporta arroz palay procedente de la rectificadora de retornos y el elevador E4 maneja el salvado desde el transportador TH5 hasta la criba de salvado CrSa. La tercera unidad doble la forman los elevadores E6 y E7 los cuales también manejan productos diferentes pero procedentes de la misma máquina, que en este caso es la separadora de palay o mesa densitométrica. El arroz palay es descargado por el elevador en el transportador TH2, mientras que el elevador E6 —la otra parte de la unidad doble— maneja arroz moreno procedente también de las mesas paddy o densitométricas. El arroz moreno es descargado a la primera tolva intermedia T11 con lo que entra al primer paso de la etapa de blanqueo. La siguiente unidad doble maneja productos similares procedentes de la etapa de blanqueo. La unidad está compuesta por los elevadores E11 y E12. El elevador E11 maneja arroz elaborado procedente del tercer paso de blanqueo o sea semielaborado, mientras que el elevador E12 transporta arroz del cuarto cono blanqueador con un mayor grado de blanqueo que el anterior. La última unidad doble compuesta

por los elevadores E14 y E15, maneja productos diferentes procedentes de la misma máquina, en este caso se trata de las salidas de los cilindros clasificadores C11, los cuales se encuentran en la planta baja del molino. El elevador E14 transporta medio grano hacia la tolva correspondiente y el elevador E15 maneja grano 3/4.

La única línea de aspiración LA que se utiliza en el molino es la que está colocada por encima de los conos blanqueadores y sirve para introducir aire de enfriamiento a cada unidad de blanqueo para bajar la temperatura alta que se produce por efecto de la abrasión durante la operación.

b) ORDEN DE LAS OPERACIONES

En el diagrama se observa que en este molino hay un mayor número de máquinas, lo que implica una mayor cantidad de operaciones en algunas de las etapas del beneficio.

Con respecto a las tres primeras operaciones del proceso, quedan establecidas en el orden adecuado ya que en este molino sí se realiza la operación de pesar los lotes de arroz palay que entran al proceso, con lo que se lleva el control de la cantidad de arroz admitida en el molino. Las operaciones anteriores y posteriores son las adecuadas, tratándose de la recepción y de la prelimpia, que se observan en la primera etapa del

proceso de la que se tiene un planteamiento adecuado.

A continuación se procede al descascarillado y a la separación de cascarilla, que son operaciones secuenciales, en el único orden posible y que forman parte de la segunda etapa. Posteriormente se lleva a cabo la separación de arroz palay de lo que se obtiene arroz moreno y arroz palay. La operación queda dentro del orden que establece el diagrama básico. Por lo tanto en este molino se realizan las operaciones requeridas en un beneficio normal del arroz palay, refiriéndose a las etapas de la prelimpia y del descascarillado, que dan como resultado el arroz moreno.

La siguiente operación, la separación de arroz moreno inmaduro, no se realiza y se puede observar que la fracción obtenida de las mesas paddy correspondiente al arroz moreno, se transporta directamente a la etapa de blanqueo y la otra fracción de salida de las mesas paddy va hacia la rectificadora de retornos Rr. Para realizar la rectificación de retornos se utiliza el elevador E6 el cual maneja el arroz palay y descarga el material en el transportador TH2 y este a su vez en la rectificadora de retornos Rr. La rectificadora tiene tres salidas esenciales; una de arroz palay o sea aún con cascarilla que se dirige hacia el transportador TH4 el cual la descarga en el elevador E3, el elevador de arroz palay inicial, que lo lleva hacia

la tolva de descascarillado TD, con lo que se completa el retorno de arroz palay. La corriente siguiente es una mezcla de arroz palay—arroz moreno la cual se conduce hacia las mesas Me1 y Me2 en las cuales, con este retorno, la mezcla será separada y cada fracción llegará al elevador correspondiente. La tercera fracción rectificadora corresponde a arroz moreno que entra pura junto a la salida principal de las mesas paddy en el elevador E7 el cual va directamente a la primera tolva de arroz moreno T11 de la etapa de blanqueo.

La etapa de blanqueo, o sea la de eliminación de las capas exteriores del grano que producen el salvado, se lleva a cabo en cuatro pasos y no en tres como se plantea. En esta etapa se realiza la aspiración para introducir aire de enfriamiento a los conos blanqueadores por medio de la línea de aspiración LA que va conectada a un ciclón C2 que recoge las partículas de salvado que pueda acarrear el aire de enfriamiento.

Durante los pasos de blanqueo el salvado es eliminado por medio del transportador TH5 y este a su vez lo conduce hacia el elevador E4 que lo descarga en la criba de salvado CrSa. En esta operación se clasifica el producto separando el arroz quebrado y hasta entero para obtener un salvado lo más limpio posible.

Por último, en la etapa de clasificación se tienen cinco pasos, repre-

sentados cada uno por una máquina. Tres pasos son de separación de todas las fracciones producidas durante el blanqueo y en los dos últimos se realiza una clasificación más específica de las fracciones principales, por lo que son pasos de rectificación. En el primer paso de la clasificación, llevada a cabo por la criba Cr, se elimina polvo (P) y puntilla (Pu) y se obtiene la fracción principal que entra a la plansifter Pf1, la salida de la derecha de esta máquina corresponde a una mezcla de grano entero y a medio grano. La corriente de abajo es la salida principal y entra a la plansifter Pf2. En esta máquina se separa granillo cervecero Gc y medio grano Mg. Las corrientes entran a los cilindros clasificadores Cl1 independientes una de la otra con lo que en los cilindros no se lleva a cabo la misma separación, ya que los cilindros superiores separan y sacan de la máquina el arroz entero que va a la tolva correspondiente. El trieur inferior izquierdo rectifica la corriente del trieur superior y saca de la máquina una mezcla de entero y grano 3/4. Esta corriente va hacia un segundo paso de rectificación, la corriente de salida de este trieur es granillo y es conducida a la tolva TG. El cilindro inferior derecho rectifica la corriente del trieur superior y elimina el medio grano que entra al segundo paso de rectificación en el trieur inferior del Cl2. A los cilindros Cl2 entra la

corriente de grano entero y 3/4 y el primer cilindro separa medio grano y grano 3/4 que van a la tolva correspondiente. La otra fracción resultante de este cilindro entra al inferior junto con la corriente de medio grano del trieur inferior derecho de Cl1. En este caso se rectifica para obtener medio grano puro que va hacia la tolva correspondiente TMG.

CUADRO No. 44

CUADRO SINOPTICO DE TRANSPORTE DEL MOLINO NACIONAL No. 10

CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	DESTINO	OBSERVACIONES
TH1	Transportador helicoidal 1	Elevador 5	Separadoras de cascarilla	Transporte de mezcla palay-moreno-cascarilla
TH2	Transportador helicoidal 2	Elevador 6	Rectificadora de retornos	Transporte de arroz palay de retorno
TH3	Transportador helicoidal 3	Elevador 6	Rectificadora de retornos	Transporte de arroz palay a rectificación
TH4	Transportador helicoidal 4	Fluorizadora	Elevador 5	Transporte de arroz palay rectificado
E1	Elevador de cangilones 1	Tolva de recepción	Báscula 1	Transporte de arroz palay de almacén
E2	Elevador de cangilones 2	Tolva de recepción	Báscula 1	Transporte de arroz palay de almacén
E3	Elevador de cangilones 3	Prelimpiadoras y Transportador helicoidal 4	Tolva de palay	Transporte de arroz palay limpio y rectificado
E4	Elevador de cangilones 4	Transportador helicoidal 5	Criba de salvado	Transporte de salvado
E5	Elevador de cangilones 5	Descascarilladoras	Transportador helicoidal 1	Transporte de mezcla palay-moreno-cascarilla
E6	Elevador de cangilones 6	Mesas separadoras de palay	Transportador helicoidal 2	Transporte de arroz palay de retorno
E7	Elevador de cangilones 7	Mesas separadoras de palay	Tolva intermedia 1	Transporte de arroz moreno
E8	Elevador de cangilones 8			Sin funcionamiento
E9	Elevador de cangilones 9	Blanqueadora de cono 1	Tolva intermedia 2	Transporte de arroz semilaborado
E10	Elevador de cangilones 10	Blanqueadora de cono 2	Tolva intermedia 3	Transporte de arroz semilaborado
E11	Elevador de cangilones 11	Blanqueadora de cono 3	Tolva intermedia 4	Transporte de arroz semilaborado
E12	Elevador de cangilones 12	Blanqueadora de cono 4	Criba	Transporte de arroz blanco
E13	Elevador de cangilones 13	Clasificadores	Tolva TG	Transporte de granillo
E14	Elevador de cangilones 14	Clasificadores	Tolva TMG	Transporte de medio grano
E15	Elevador de cangilones 15	Clasificadores	Tolva TMG 3/4	Transporte de grano 3/4
E16	Elevador de cangilones 16	Clasificadores	Tolva TE	Transporte de grano entero
LA	Línea de aspiración	Descascarilladoras y Blanqueadoras de cono	Ciclón C2	Transporte de impurezas, cascarilla y salvado

CUADRO No. 45

NUMERO Y TIPO DE MAQUINAS DEL MOLINO NACIONAL No. 10

OPERACION	MARCA Y/O MODELO	No. DE MAQUINAS	CAPACIDAD POR UNIDAD (Ton/h)	CAPACIDAD TOTAL (Ton/h)	POTENCIA (Hp)
PRELIMPIA	KAMNAGERT (Alemana)	1	2 - 3	2 - 3	7,6
DESCASCARILLADO	KAMNAGERT (Alemana)	3	1	3	3,5 (c/u)
SEPARADORA DE CASCARILLA	KAMNAGERT (Alemana)	1	1,5	3,3	5
	FABRICACION PROPIA (Igual a MORROS AC - 80)	1	1,8		5
SEPARADORA DE PALAY	KAMNAGERT (Alemana)	1	1,5	3,5	5
	GRANT (Inglesa)	1	2		5
RECTIFICADORA DE RETORNOS	MERCATOR	1	2,5	2,5	7,6
BLANQUEO	SIN MARCA	4	0 75	3	20 (c/u)
	LEWIS - C. GRANT	4	0 47	1	10 (c/u)
CLASIFICACION	SIN MARCA (Alemán)	2	0,2	0,4	3
	SIN MARCA (Reconstruidos)	4	0,4	1,6	3
	PLANSIFTER - KAMNAGERT	1	2	2	2
	CERNIDOR	1	2	2	3
MEZCLADOR-DOSIFICADOR	KAMNAGERT	1	5	5	3

CUADRO No. 46

INDICE DE CLAVES DEL
MOLINO NACIONAL No. 10

TP	Tolva exterior de arroz palay
Ba1, 2, 3,	Báscula
PI	Prelimpiadora
CrSa	Criba de salvado
TD	Tolva de descascarilladoras
D1, 2, 3,	Descascarilladoras de rodillos
SeC1, 2	Separadoras de cascarilla
Me1, 2	Mesas separadoras de palay
Ti1,....,4	Tolvas intermedias
B1,....,4	Blanqueadoras de cono
Cr	Criba de polvo y puntilla
Pf1, 2	Plansifter
Cl1, 2	Cilindros clasificadores Trieur
Te	Tolva de arroz entero
TMG - 3/4	Tolva de medio grano y grano tres cuartos
TMG	Tolva de medio grano
TG	Tolva de granillo
E1,....,16	Elevador de cangilones
TH1,....,5	Transportador helicoidal
C1, 2	Ciclones
LA	Línea de aspiración
Rr	Rectificadora de retornos
IG	Impurezas gruesas
IF	Impurezas finas
C	Cascarilla
P	Polvo
Pu	Puntilla
K	Grano 3/4 – entero
Mg	Medio grano
Gc	Granillo cervecero

MAQUINAS

PRELIMPIADORA

PRINCIPIO: Es aquel en el cual los componentes de la mezcla de arroz, por ser diferentes en tamaño, pueden ser eliminados al hacerlos pasar a través de un tamiz o de una criba con lo cual se evitará que partículas grandes pasen por orificios por los cuales puede pasar un grano de arroz, así mismo la eliminación o separación de partículas pequeñas corresponde a otra criba o tamiz que tiene orificios por los cuales pasan dichas partículas y por donde no pasa un grano de mayor tamaño a dichos orificios.

FUNCIONAMIENTO: Esta máquina, Fig. No. 24, utiliza dos tipos de tamices: una criba cilíndrica giratoria y una criba vibratoria. El arroz palay e impurezas entran por el ducto superior el cual es alimentado por gravedad. Un rodillo interior proporciona una cascada de granos que cae a la criba cilíndrica giratoria, construida de tela metálica, que separa impurezas de gran tamaño. El arroz palay atraviesa el cilindro mientras que las impurezas son detenidas por él. Esta criba giratoria tiene acondicionado un rodillo con hojas de hule que la mantiene limpia a tiempo que actúa como elemento extractor de impurezas. Una vez que el palay ha atravesado y salido del cilindro, pasa a un juego de zarandas de lámina perforada de dos pisos. La zaranda su-

perior elimina impurezas grandes dejando pasar por los orificios el arroz palay. Al llegar a la zaranda inferior el arroz palay es detenido ya que los granos no pueden pasar a través de sus orificios, pero las impurezas pequeñas sí pasan por ellos y son eliminadas. El arroz palay se desliza por el plano inclinado en el cual se localizan las zarandas y la descarga se encuentra en la parte inferior en donde se obtiene el arroz palay limpio.

La máquina cuenta con un ducto por el cual se hace pasar aire para eliminar partículas gruesas susceptibles de ser eliminadas en la criba cilíndrica giratoria. El aire va por la parte derecha de la máquina, se conduce por el compartimiento de forma cónica y sale por el extremo izquierdo superior del cono. En esta parte quedan depositadas las partículas e impurezas. Al salir del cono el aire es utilizado para eliminar las impurezas de la criba giratoria.

DESCASCARILLADORA DE RODILLOS

PRINCIPIO: Se basa en que el grano de arroz palay es atrapado entre dos superficies que se mueven a diferentes velocidades con movimiento giratorio en sentido inverso una de otra. Las características de rugosidad propias de la cascarilla harán que ella misma se divida en sus dos componentes. La Fig. No. 25 muestra el

CUADRO No. 47

LISTA DE PARTES DE EQUIPO PRELIMPIADORA

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Mamparas |
| 3 | Criba cilíndrica |
| 4 | Criba vibratoria superior |
| 5 | Criba vibratoria inferior |
| 6 | Salida de producto limpio |
| 7 | Ducto de aire |
| 8 | Cono colector de impurezas |
| 9 | Motor y juego de poleas |

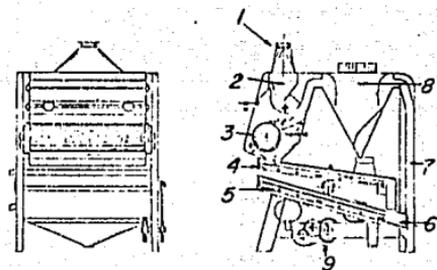


Fig. No. 24 Prelimpiadora
(REMOSA, 1976)

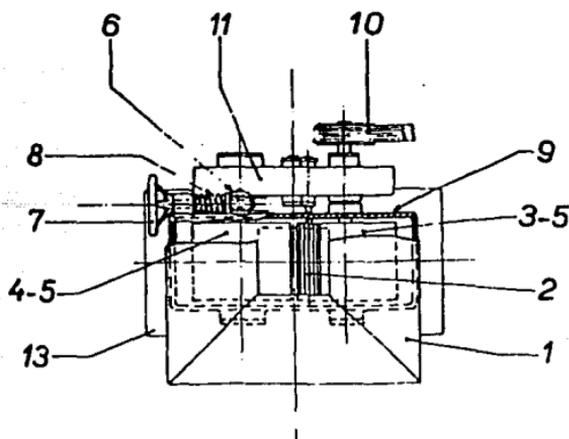
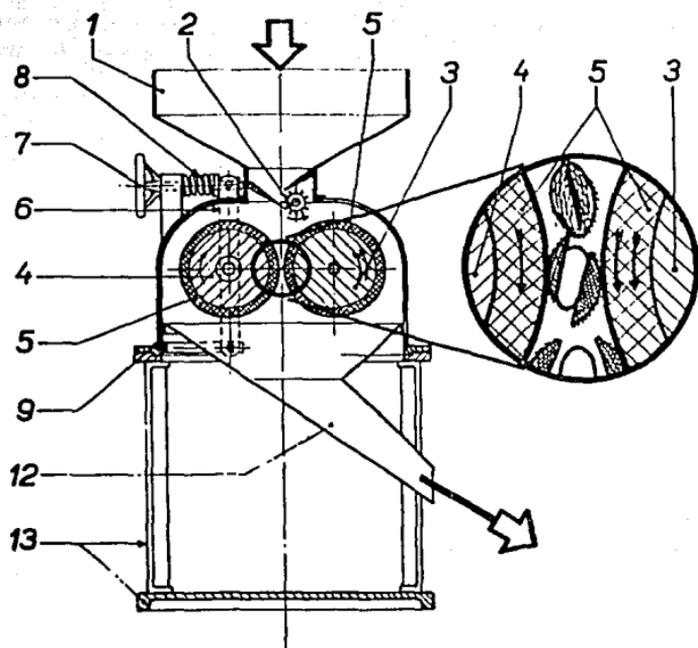


Fig. No. 25

Descascarilladora de Rodillos

(Borasio y Garmoldi, 1979)

CUADRO No. 48

LISTA DE PARTES DE EQUIPO DESCASCARILLADORA DE RODILLOS

- | | |
|----|---|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Rodillo de alimentación |
| 3 | Rodillo de movimiento rápido |
| 4 | Rodillo de movimiento lento |
| 5 | Cara de caucho |
| 6 | Brazo regulador de los rodillos |
| 7 | Manija para ajustar la luz entre los rodillos |
| 8 | Resorte de tensión del rodillo |
| 9 | Cubierta de la máquina |
| 10 | Polea de mando |
| 11 | Caja de engranaje de mando |
| 12 | Salida del arroz descascarado y de las cáscaras |
| 13 | Base y armazón |

principio operacional del descascarillado por este método. El rodillo izquierdo gira a una velocidad menor que el rodillo derecho. La rugosidad y la adyacencia de la cascarilla hacen que el grano tome una posición adecuada y mientras que el rodillo con menor velocidad frena conduciendo al grano con su misma velocidad, el rodillo de mayor velocidad origina la separación de la cascarilla del cariósido.

FUNCIONAMIENTO: El palay entra en la parte superior de la caja de metal. Un dispositivo de alimentación mantiene el flujo constante y lo distribuye en una capa delgada cerca de donde los rodillos se tocan levemente. En la Fig. No. 25 el tubo transparente de alimentación tiene una compuerta para cerrar el flujo. El arroz palay pasa por el claro entre los rodillos y el producto se coloca en la tolva interior. El rodillo de alimentación asegura y suministra el producto.

La superficie del rodillo de alimentación está ranurado o provisto con dientes de forma piramidal. Para regular la alimentación la manija se gira y esta mueve el baffle a la posición adecuada, la cual se puede ver en la escala. A través de la puerta un freno amortiguador puede colocarse en la capa de alimentación del palay en los rodillos para observar si es regular y uniforme.

SEPARADORA DE CASCARILLA

PRINCIPIO: "Las máquinas descascarilladoras producen una mezcla de productos y subproductos la cual incluye arroz moreno (entero y quebrado), arroz palay, cascarilla, germen y salvado en menor cantidad. El porcentaje de los componentes depende de varios factores, por ejemplo, el tipo de descascarilladora, uniformidad de los granos de palay, y del ajuste de las diversas partes de la descascarilladora.

Los componentes que deben eliminarse primeramente de la mezcla son el germen, el salvado y la cascarilla, esto involucra la aplicación de los principios de separación:

- a) El germen, el salvado y el granillo son diferentes en tamaño a los otros componentes, por lo que pueden ser separados al pasarlos a través de un tamiz o criba el cual no permite que el grano entero y los quebrados grandes caigan por las aberturas. Por lo tanto los tamices deben oscilar, vibrar o girar para crear espacios vacíos entre las partículas de la mezcla permitiendo a las más pequeñas descender y alcanzar las perforaciones del tamiz a través de las cuales deben pasar para ser colectadas abajo.
- b) Las partes de la cascarilla del arroz separadas o unidas (viéndolas como un grano de arroz vacío) no pasan a través del tamiz y siendo ligeras tienden a emerger a lo alto del producto

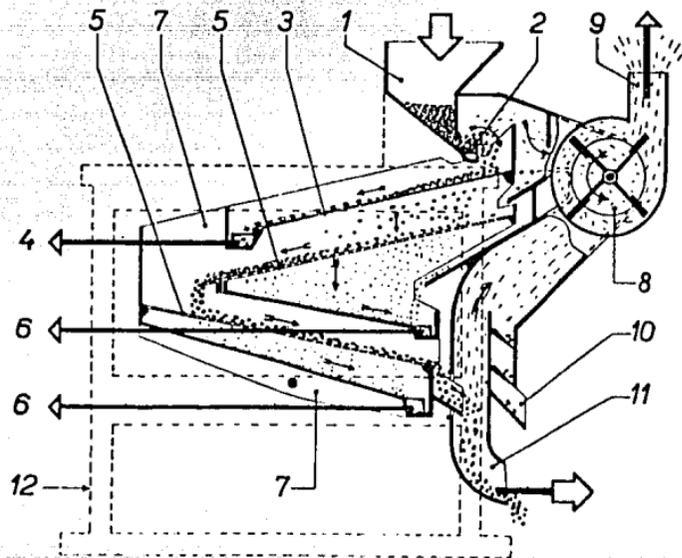


Fig. No. 26 Separadora de Cascarilla

(Boraso y Gariboldi, 1979)

CUADRO No. 49

LISTA DE PARTES DE EQUIPO SEPARADORA DE CASCARILLA

- | | |
|----|---|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Compuerta reguladora de alimentación |
| 3 | Zaranda para limpieza preliminar |
| 4 | Canaleta recolectora de impurezas |
| 5 | Zaranda de clasificación |
| 6 | Canaletas clasificadoras recolectoras
(de productos de menor tamaño) |
| 7 | Zapata de mando a excéntrica |
| 8 | Ventilador |
| 9 | Salida de aire y partículas livianas |
| 10 | Salida de la cámara de expansión con escotilla |
| 11 | Salida del grano limpio |
| 12 | Armazón de la máquina |

que está siendo tamizado.

El peso de la cascarilla es diferente del peso del grano de arroz ya sea entero o quebrado. Si la cascarilla y el grano caen libremente, quedan sujetos a aceleraciones progresivas hasta que alcanzan una velocidad constante. La velocidad difiere para los dos productos ya que depende de su peso y de la resistencia al aire; esto es llamado "velocidad límite" y es mucho más alta para el grano que para la cascarilla. Si los productos cuando caen son investidos por una corriente ascendente de aire, con una velocidad más alta que la velocidad límite de la cascarilla (pero más baja que la de los granos), la cascarilla es eliminada mientras que los granos de arroz caen en el flujo de aire. La cascarilla por lo tanto se separa por este método."

FUNCIONAMIENTO: La mezcla de productos producida por las descascarilladoras es usualmente tamizada a través de una criba vibratoria. La criba tiene aproximadamente 50 cm. por tonelada de arroz palay alimentada por hora; la velocidad de la vibración se mantiene lo suficientemente alta para estratificar los productos y para prevenir que el grano entero y el medio grano obstruyan las perforaciones de la criba.

La Fig. No. 26 muestra una separadora que hace uso de un aspirador de aire. El aspirador está colocado arriba en donde la cascarilla cae al

ducto transportador de aire. Una vez extraídas, las cascarillas entran al aspirador y son transportadas hacia afuera por el flujo al punto de descarga.

En esta máquina el producto que se alimenta es tamizado sobre la criba antes de atravesar la corriente de aire. El arroz cae al ducto dejando la máquina en la descarga. Los quebrados pequeños con el germen y salvado que pasan a través de la criba son colectados y descargados mientras que las piezas más pesadas de cascarilla o granos ligeros llevados por la corriente de aire pueden ser recuperados cuando pasan a través de las válvulas las cuales no dejan escapar el aire.

SEPARADORA DE CASCARILLA DE CIRCUITO CERRADO

PRINCIPIO: El diseño de la máquina está basado en el funcionamiento de un ciclón, en el cual el aire que se utiliza es liberado de las partículas que acarrea. Es factible decir que existen dos pasos de separación, en el primero se separan las partículas ligeras de las pesadas y en el segundo se separa el aire de las partículas más finas. Para llevar a cabo dichos efectos de separación se utilizan las velocidades límites, las cuales son diferentes para cada fracción de partículas y existiendo una correlación con respecto a la velocidad

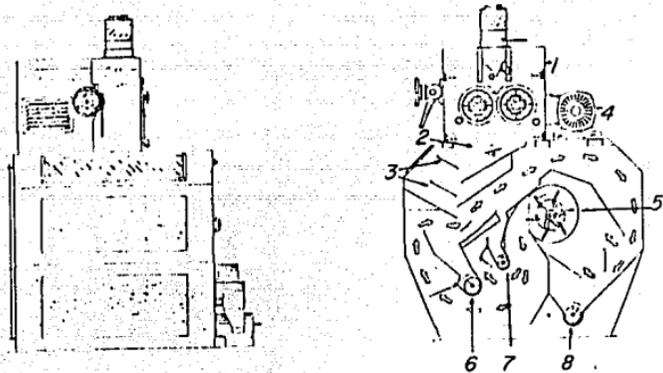


Fig. No. 27 Separadora de Cascarilla de Circuito Cerrado

(Borasio y Gariboldi, 1979)

CUADRO No. 50

**LISTA DE PARTES DE EQUIPO
SEPARADORA DE CASCARILLA
DE CIRCUITO CERRADO**

- | | |
|----------|--|
| 1 | Descascarilladora de rodillos |
| 2 | Alimentación |
| 3 | Placas inclinadas |
| 4 | Motor |
| 5 | Ventilador |
| 6 | Descargador helicoidal de arroz moreno |
| 7 | Descargador helicoidal de grano
inmaduro y roto |
| 8 | Descargador helicoidal de cascarilla |

del aire.

FUNCIONAMIENTO: La Fig. No. 27 ilustra la separadora de circuito cerrado diseñada para separar la cascarilla y granos inmaduros del arroz palay y del moreno. La máquina es nombrada de "circuito cerrado" debido a que no sale la cascarilla con el aire. El aire usado para la separación de la cascarilla es recirculado continuamente.

La mezcla de palay, moreno, inmaduro y cascarilla se deposita en la tolva de la parte superior de la máquina. La mezcla pasa a través de las placas inclinadas y cae formando una cascada de granos. Una corriente de aire regulada por válvulas sube y atraviesa la cascada de granos y separa la cascarilla de la mezcla. Debido a la forma especial de la cámara de separación la cascarilla es conducida a través del ducto inclinado y a causa de la velocidad del aire y de la fuerza centrífuga de separación, la cascarilla es liberada del aire recirculado y da como resultado que cualquier grano roto o ligero sea depositado y colectado para ser extraído por un descargador helicoidal.

El aire ya sin cascarilla es recirculado por un ventilador y se usa para extraer el grano inmaduro de la cascada de granos. El grano inmaduro y la mezcla de palay-moreno caen en compartimientos separados y son extraídos por descargadores

helicoidales.

La cantidad de aire recirculado es controlada por una válvula y la acción de separación por otra válvula ajustable.

Frecuentemente este tipo de separadora está diseñada para que en la parte izquierda superior tenga acoplada una descascarilladora de rodillos la cual alimenta directamente y por gravedad a la separadora de cascarilla.

MESA SEPARADORA DE PALAY MESA PADDY MESA DENSITOMETRICA

PRINCIPIO: Se basa en el comportamiento diferente de cuerpos aparentemente similares cuando se mueven en un plano inclinado. Las velocidades diferentes a las cuales los cuerpos descienden están relacionadas con su gravedad específica, a su forma y a su área de contacto y a la superficie lisa presentada por el plano inclinado (coeficiente de fricción de deslizamiento).

Si un cuerpo es pequeño, pesado, redondo y liso, descenderá más rápido que aquél que es grande, ligero, rugoso y plano.

La máquina aplica el principio de la extensión del material a separar sobre una superficie inclinada y dando a cada componente golpes iguales intermitentes y oblicuos hacia arriba. El golpe es regulado para que no em-

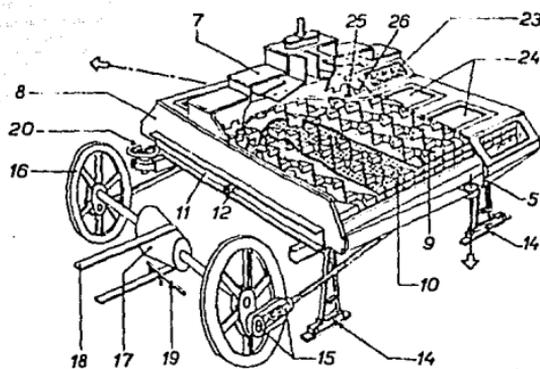
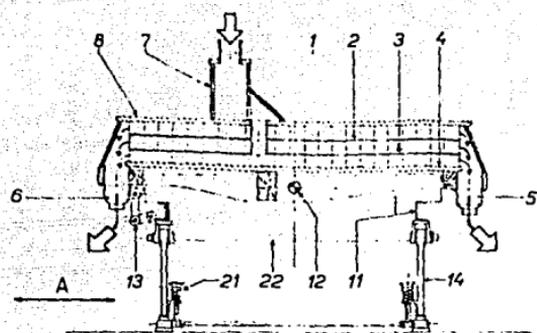


Fig. No.28 Mesa Separadora

de Palay

(Borasio y Gariboldi, 1979)

CUADRO No. 51

LISTA DE PARTES DE EQUIPO MESA SEPARADORA DE PALAY

- | | |
|----|---|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Piso superior |
| 3 | Piso intermedio |
| 4 | Piso inferior |
| 5 | Conducto de salida del arroz descascarado |
| 6 | Conducto de salida del arroz con cáscara |
| 7 | Caja de distribución de granos |
| 8 | Cubierta de la máquina |
| 9 | Deflector de granos (sección angular) |
| 10 | Deflector de granos (sección recta) |
| 11 | Armazón inferior |
| 12 | Eje de inclinación de la caja de compartimientos |
| 13 | Brazos reguladores de inclinación de la caja de compartimientos |
| 14 | Balancines |
| 15 | Varilla de conexión oscilante |
| 16 | Volante |
| 17 | Polea cónica para regular la velocidad |
| 18 | Correa de mando |
| 19 | Palanca de cambio de velocidad |
| 20 | Manija reguladora de la inclinación de la caja de compartimientos |
| 21 | Resorte amortiguador de movimiento recíproco |
| 22 | Varilla de conexión de los balancines |
| 23 | Ventana de vidrio |
| 24 | Portezuelas de inspección de los compartimientos |
| 25 | Conducto alimentador del piso superior |
| 26 | Conductos alimentadores de los pisos intermedio e inferior |

puje los cuerpos redondos y lisos con gravedad específica alta (arroz moreno), por lo que actúa como un freno causando que se deslicen suavemente. Los granos planos y rugosos de gravedad específica baja (los granos aún cubiertos de cascarilla), no pueden por lo tanto resistir el golpe y se mueven hacia arriba de la superficie inclinada en vez de caer.

FUNCIONAMIENTO: En la Fig. No. 28, la mesa está dividida transversalmente en varios canales o compartimientos los cuales forman zig-zag. El fondo de los compartimientos está ligeramente inclinado, un lado es varios centímetros más alto que el otro.

La mezcla palay—moreno se alimenta a los compartimientos en cantidades iguales por medio de la tolva. La tolva está dispuesta fuera del centro en el lado superior.

La mesa realiza movimientos horizontales recíprocos en dirección a la línea A. Por lo tanto, como se muestra en la figura, los granos atraviesan el compartimiento y golpean alternativamente las paredes de zig-zag. Las paredes son oblicuas y los granos rebotan oblicuamente. Estas paredes tienen un ángulo de impacto de 30°. Los movimientos recíprocos son de una frecuencia entre 95 y 105 movimientos por minuto.

El impacto con las paredes en forma de zig-zag o Z ocasiona que los granos de arroz palay suban a lo lar-

go del fondo del compartimiento. Los granos de arroz moreno, por otro lado, se deslizan hacia abajo y llegan al lado más bajo del compartimiento. Así es como funcionan las paredes en zig-zag, o sea teniendo una función de obstáculos. Cuando el ángulo de inclinación es pequeño, el arroz moreno sube con el arroz palay y el flujo de éste es mezclado con arroz moreno. Esto se tiene que evitar ya que el arroz palay es retornado a las descascarilladoras, sobrecargando la etapa de descascarillado y dañando al moreno durante su paso en las descascarilladoras. Cuando el ángulo de inclinación es muy alto, el palay desciende con el arroz moreno y es alimentado a la etapa de blanqueo. Por lo tanto la inclinación debe controlarse continuamente. Cada grano recibe un empuje oblicuo hacia arriba. Los granos descascarillados o arroz moreno, por lo tanto, en vez de moverse por el empuje, se mueven hacia abajo, debido a su superficie sin rugosidad y a su gravedad específica. Por otro lado, los granos no descascarillados o arroz palay se mueven hacia arriba. Esto es de acuerdo a su rugosidad, forma y gravedad específica. Los dos productos se colectan separadamente.

El producto que se alimenta a la mesa separadora debe estar libre de paja, cascarilla, residuos de salvado, germen y otras materias extrañas. Esto también reduce la salida de má-

quina y baja la eficiencia de la separación ya que puede obstruir los ductos de alimentación a los compartimientos y puede formar depósitos en las esquinas del compartimiento auxiliar adjunto.

BLANQUEADORA DE CONO

PRINCIPIO: Se basa en la abrasión de los granos contra una superficie rugosa. "Los conos blanqueadores remueven las capas exteriores por hojueado y pelado y haciendo ambas al mismo tiempo". El grano es segmentado en una superficie abrasiva por lo que la parte externa se corta como una hojuela por una cuchilla o navaja, además cada grano roza con los otros y con otras partes de la máquina, con lo que el salvado es eliminado.

FUNCIONAMIENTO: La blanqueadora que se muestra en la Fig. No. 29, consiste de un rotor cónico invertido hueco cuya superficie está cubierta por un material abrasivo.

El rotor gira concéntricamente en un eje vertical interior a una criba hecha de tela de alambre o con hoja de metal perforada. La criba está dividida en secciones por barras de goma o frenos colocados verticalmente a distancias iguales alrededor y sobresalen en el claro entre el cono y la superficie de la criba.

El eje y el rotor pueden levantarse y bajarse con el nivelador operado

por una manívela.

El producto entra a la máquina por el ducto de alimentación y el flujo es regulado por una compuerta. El cono, mientras gira, distribuye el arroz en el espacio anular y el arroz cae en el claro entre la superficie abrasiva del cono y la criba. Habiendo pasado a través del claro donde es apilado y abradido, o sea el blanqueo propiamente dicho, bajo presión. El arroz se colecta en la tolva y sale.

La máquina está conectada a un sistema de succión de aire, el cual extrae el polvo y aire caliente húmedo creado en el proceso de blanqueo. El cono, la criba y el espacio en donde se colecta el salvado están encerrados en una carcasa cilíndrica a prueba de polvo. La parte superior del cono puede ser inspeccionada a través de orificios los cuales están cerrados por taquetes con manijas.

El grado al cual las barras de goma sobresalen en el claro, y el alineamiento paralelo a la superficie del cono, son regulados por una manija. Las partes de la máquina están montadas sobre una base sólida de acero en la cual el motor de manejo está también montado.

BLANQUEADORA VERTICAL POR FRICCIÓN

PRINCIPIO: Se basa en la fricción que sufre el grano, tomando en cuenta sus superficies. En este caso los

CUADRO No. 52

LISTA DE PARTES DE EQUIPO BLANQUEADORA DE CONO

- | | |
|----|--|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Manija reguladora de alimentación |
| 3 | Nivel de ajuste del cono rotativo |
| 4 | Cono de hierro |
| 5 | Cara abrasiva del cono |
| 6 | Caja rejilla cónica de segmentos independientes |
| 6' | Caja de rejilla (de segmentos desmontables con frenos de caucho) |
| 7 | Freno de caucho |
| 8 | Armadura del freno de caucho |
| 9 | Manija de ajuste del freno de caucho |
| 10 | Cubierta del cono rotatorio |
| 11 | Armazón |
| 12 | Eje del cono |
| 13 | Cojinete superior (tipo cónico de posición central) |
| 14 | Correa de mando |
| 15 | Polea de mando |
| 16 | Cojinete inferior |
| 17 | Manija de ajuste de la luz entre rejilla y cono |
| 18 | Brazo de sostén del eje |
| 19 | Transportadora del arroz perlado |
| 20 | Salida del arroz perlado |
| 21 | Polea de mando de la transportadora del afrecho |
| 22 | Paleta transportadora del afrecho |
| 23 | Salida del afrecho |
| 24 | Salida del aire |

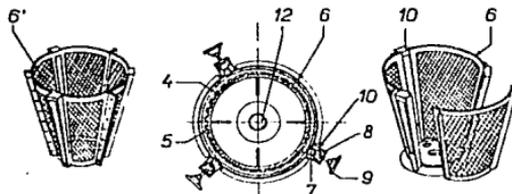
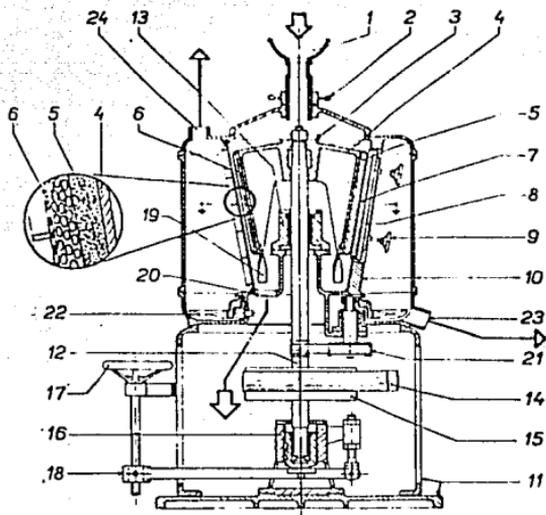


Fig. No. 29 Blanqueadora de Cono

(Borasio y Gariboldi, 1979)

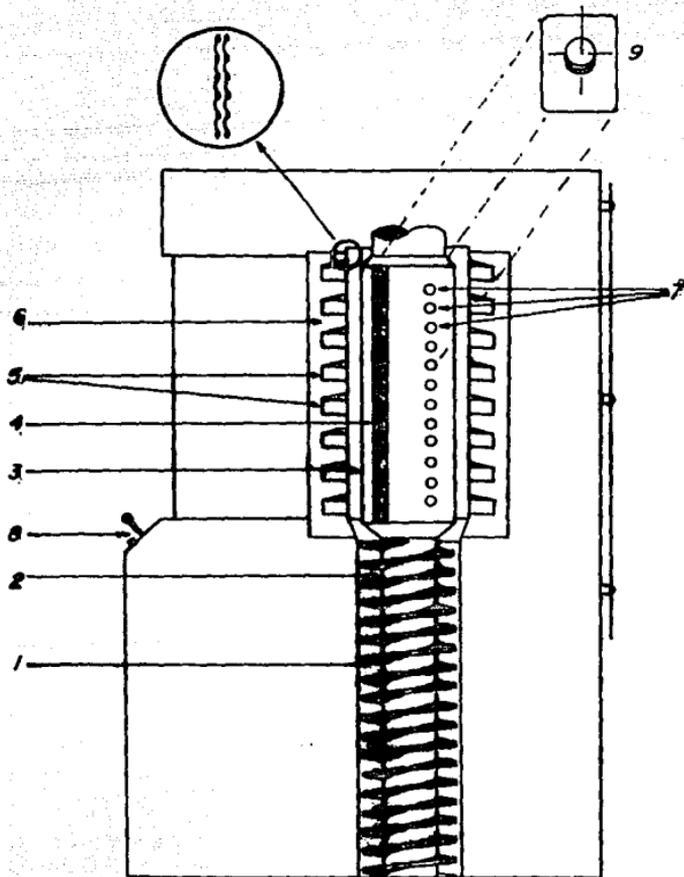


Fig. No. 30 Blanqueadora Vertical
por Friccion (REMOSA, 1976)

CUADRO No. 53

LISTA DE PARTES DE EQUIPO BLANQUEADORA POR FRICCION VERTIJET

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 | Ducto de alimentación |
| 2 | Cargador helicoidal |
| 3 | Cuerpo rotor |
| 4 | Aristas proyectantes |
| 5 | Colectores de salvado |
| 6 | Cámara de blanqueo |
| 7 | Orificios de entrada de aire |
| 8 | Controles |
| 9 | Salida del arroz y contrapesos |

granos de arroz son sometidos a condiciones de presión y friccionados entre sí.

FUNCIONAMIENTO: Esta blanqueadora se ilustra en la Fig. 30. El arroz moreno entra a la blanqueadora a través de una válvula ajustable de alimentación. Un rotor de aristas "proyectantes" imparte movimiento al arroz dentro de la malla perforada. El arroz emerge de la blanqueadora por una placa la cual es ajustada por pesas para proveer más o menos contrapresión. La cantidad de contrapresión afecta la presión y tiempo de retención en la blanqueadora y en conjunción con la presión aplicada por el transportador helicoidal, se regula el grado de blanqueo. El rotor es hueco y está montado sobre una flecha. El aire es aspirado de la cámara de blanqueo y sirve para varias funciones:

- (a) Previene que las partes de la blanqueadora se sobrecalienten.
- (b) Enfría al arroz durante su paso a través de la máquina.
- (c) Lo más importante, ayuda a separar al salvado del arroz blanco haciéndolo pasar a través de la malla perforada.

El tipo de máquina ilustrada utiliza aire con una presión menor que la atmosférica y para esto se emplean dispositivos de aspiración de aire, por lo cual la velocidad no es lo suficientemente alta para impulsar al salvado lo que ocasiona taponamiento de

las mallas y por consiguiente que la máquina tenga que parar para realizar una limpieza manual. En teoría esta máquina es capaz de producir un buen blanqueo en un sólo paso y así es utilizada.

CILINDROS CLASIFICADORES ALVEOLADOS. TRIEURS

PRINCIPIO: La separación se realiza tomando como base la longitud del grano. La longitud se toma como factor de separación debido a que las partículas grandes que son levantadas por cavidades del cilindro, por su longitud, caen primero que las partículas más pequeñas.

FUNCIONAMIENTO: En la Fig. No. 31 la mezcla de granos se alimenta por la tolva hacia el interior del cilindro. Una vez en el interior, la mezcla es distribuida por la esparcidora de granos hacia lo largo del cilindro. El grado de clasificación puede ser ajustado por medio de la manija para regular el ángulo de bandeja o colector. El cilindro horizontal tiene alveolos en la superficie interna. Los alveolos que tienen forma semiesférica levantan el grano de la mezcla depositada en el propio cilindro. Los granos que son más grandes ruedan fuera del alveolo antes de que sean lo suficientemente elevados para caer en la bandeja colectora. Los granos de menor tamaño son elevados a una gran altura para que caigan y sean depositados

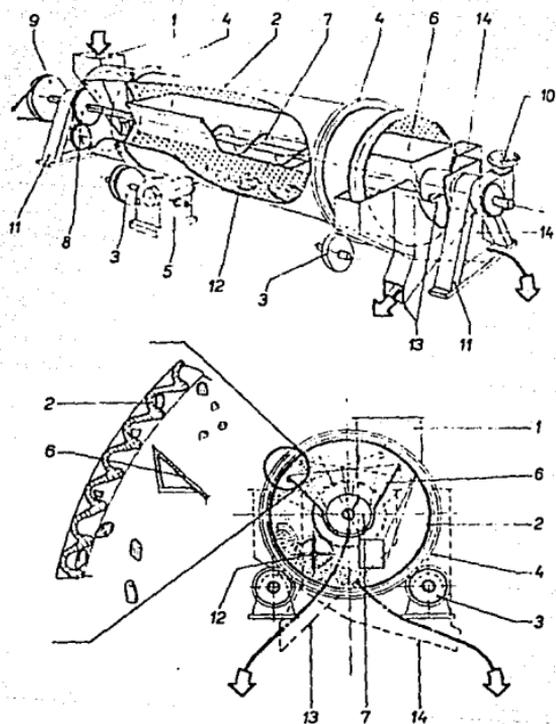


Fig. No. 31 Cilindros Clasificadores Alveolados
 (Borasio y Gariboldi, 1979)

CUADRO No. 54

LISTA DE PARTES DE EQUIPO CILINDROS ALVEOLADOS O TRIEURS

- | | |
|----|---|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Cilindro alveolado |
| 3 | Rodillo de soporte del cilindro |
| 4 | Llanta de cilindro exterior |
| 5 | Caja de reducción |
| 6 | Bandeja colectora de productos levantados |
| 7 | Rosca recolectora de productos levantados |
| 8 | Engranaje de mando de rosca y esparcidora |
| 9 | Polea de mando de rosca y esparcidora |
| 10 | Manija para regular la posición de la bandeja |
| 11 | Armazón de la máquina |
| 12 | Esparcidora de granos |
| 13 | Salida de productos levantados |
| 14 | Salida del grano seleccionado |

en la bandeja.

Los productos levantados son transportados fuera de la bandeja por el descargador helicoidal que los lleva hacia el extremo delantero de la máquina para ser finalmente descargados.

El grano seleccionado recorre el cilindro y sale fuera de éste.

ZARANDA GIRATORIA

PRINCIPIO: Se basa en la separación llevada a cabo por tamices. Las diferentes fracciones en la mezcla original son diferentes en tamaño por lo cual pueden ser separadas al hacerlas pasar por una serie de tamices. Las partículas grandes (arroz entero) no pasan a través de orificios por los que pasan partículas pequeñas (quebrado), dando como resultado la retención de partículas grandes. Así sucede sucesivamente con la distribución de tamaños de la mezcla original, cada fracción se va reteniendo en el tamiz por el que no pasa y las fracciones que atraviesan el tamiz serán retenidas en los siguientes tamices.

FUNCIONAMIENTO: La máquina de la Fig. No. 32, puede tener una serie de tres a cinco tamices, dependiendo del grado de selección y de la distribución de tamaños del grano quebrado en la mezcla resultante del blanqueo. La mezcla de fracciones

se alimenta por la parte superior de la zaranda, se lleva a cabo por gravedad y generalmente proviene de un elevador de cangilones. Una cubierta protege a los tamices y al producto contra el polvo. El arroz se distribuye a lo largo de los tamices. Un juego de bolas de caucho es depositado en cada tamiz para mejorar la distribución del arroz en la superficie y más importante aún, para evitar el taponamiento de los orificios del tamiz. El movimiento giratorio se tiene como resultado del funcionamiento de un motor, el cual mueve la polea de mando que transmite el movimiento a la caja de engranes y a su vez la caja hace girar el eje de mando que soporta a la excéntrica y contrapesos, las cuales definitivamente hacen que las cajas de tamices se trasladen en un movimiento giratorio pero sin llegar a tener un movimiento de rotación. El movimiento giratorio y el impulso generado por las bolas de caucho, en conjunto, realizan la separación de las fracciones a través de los diferentes tamices cuya abertura va disminuyendo del superior al inferior. Los tamices están depositados en las cajas de tamices inferior, superior e intermedia, y las cajas a su vez están depositadas en el marco de la caja de tamices. La máquina está diseñada para trabajar a un nivel superior del piso, por lo que se sostiene del techo por medio de tirantes de suspensión los cuales la conectan

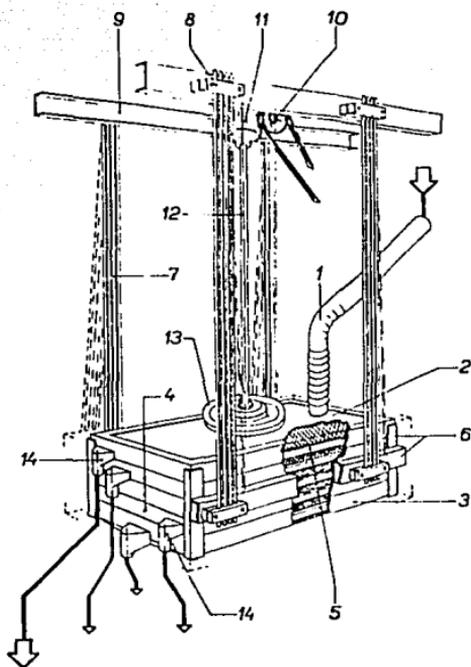


Fig. No. 32 Zaranda Giratoria
(Borasio y Gariboldi, 1979)

CUADRO No. 55

LISTA DE PARTES DE EQUIPO ZARANDA GIRATORIA

- | | |
|----|--|
| 1 | Cañería flexible de alimentación |
| 2 | Cubierta de protección contra el polvo |
| 3 | Caja de zarandas inferiores |
| 4 | Cajas de zarandas superior e intermedia |
| 5 | Zarandas |
| 6 | Marco de la caja de zarandas |
| 7 | Juncos de suspensión |
| 8 | Abrazadera de los juncos |
| 9 | Tirante de sostén |
| 10 | Polea de mando |
| 11 | Caja de engranajes de mando |
| 12 | Eje de mando |
| 13 | Rueda a excéntrica y contrapesos |
| 14 | Salidas de los productos
(clasificados por tamaños) |

tan por medio de abrazaderas hacia los juncos de sostén. Otro juego de abrazaderas la conectan a los tirantes con el marco de la caja de tamices. Una vez que han sido separadas las fracciones a través de los tamices, salen por las salidas de productos correspondientes.

SEPARADOR DE DISCOS CARTER

PRINCIPIO: El separador de discos separa en base a la longitud del grano. Los alveolos, que son ligeras perforaciones, pueden levantar y retener partículas cortas, pero las partículas grandes caen.

FUNCIONAMIENTO: La Fig. No. 33 muestra esta máquina, en la que la mezcla a separar es alimentada por la tolva y movida a través de la máquina por paletas. El material —el cual puede ser deseado o indeseado— no levantado por los discos es movido desde el final del separador. Un número de separaciones distintas pueden ser hechas en una sola máquina instalando paquetes de discos con características diferentes. Los alveolos en el primer paquete de discos son más pequeños que los del segundo paquete, por lo que el material más pequeño se elimina primeramente. El segundo paquete tiene alveolos más grandes que el primero, y la siguiente fracción que es grano quebrado más grande es removida por

este paquete posteriormente. Una vez que el material es levantado y acarreado por los alveolos de los discos y ha completado un giro casi completo, resbala hacia las canaletas colectoras y caen a través de la compuerta reguladora de descarga que se encuentra cerrada. La compuerta se abre cuando se desea retornar los productos levantados a la mezcla original, por lo que estos granos caen hacia el gusano de retorno de productos levantados. El producto levantado es descargado por la tolva de descarga.

El grano seleccionado sale por la salida de grano seleccionado.

El conjunto de discos y accesorios se encuentran envueltos en una cubierta que es a la vez el armazón.

ELEVADORES DE CANGILONES

PRINCIPIO: "Si un transportador de banda o de cadena fuera colocado en posición vertical y algunas cubetas fueran colocadas a intervalos regulares, el resultado sería un elevador de cangilones. Un elevador de cangilones consta de una banda o cadena con los cangilones de poleas o ruedas de cadena en el pie y en la cabeza y de un sistema para alimentar y descargar el material".

FUNCIONAMIENTO: La Fig. No. 34 muestra este tipo de transporte. El ensamble es usualmente, pero no siempre, encerrado en una caja de

CUADRO No. 56

**LISTA DE PARTES DE EQUIPO
SEPARADOR DE DISCOS**

- | | |
|----|--|
| 1 | Tolva de alimentación |
| 2 | Discos con alveolos |
| 3 | Paletas para dirigir el grano |
| 4 | Canaleta colectora |
| 5 | Portezuela reguladora de descarga
(cerrada) |
| 6 | Portezuela reguladora de descarga
(abierta) |
| 7 | Rosca de retorno de productos levantados |
| 8 | Tolva de salida de productos levantados |
| 9 | Salida del grano seleccionado |
| 10 | Cubierta y armazón de la máquina |

CUADRO No. 57

LISTA DE PARTES DE EQUIPO ELEVADOR DE CANGILONES

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | Pie del elevador |
| 2 | Eje de polea inferior |
| 3 | Pierna |
| 4 | Cinta |
| 5 | Cuchara |
| 6 | Pernos de la cuchara |
| 7 | Eje de la polea superior |
| 8 | Conducto de salida |

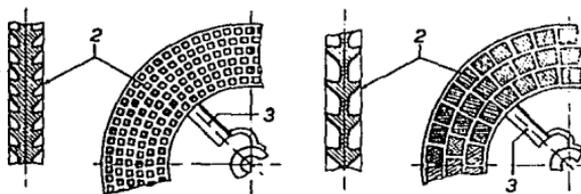
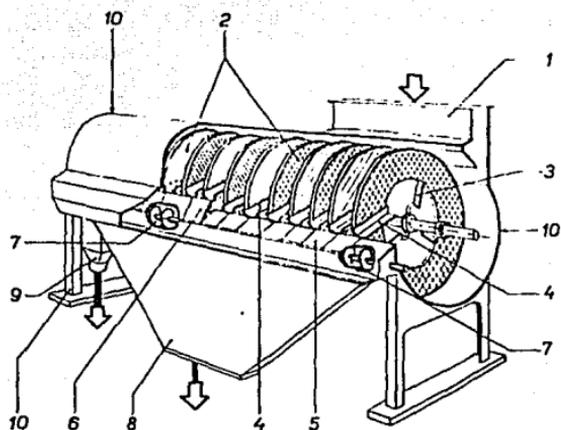


Fig. No. 33 Separador de Discos Carter

(Borasio y Gariboldi, 1979)

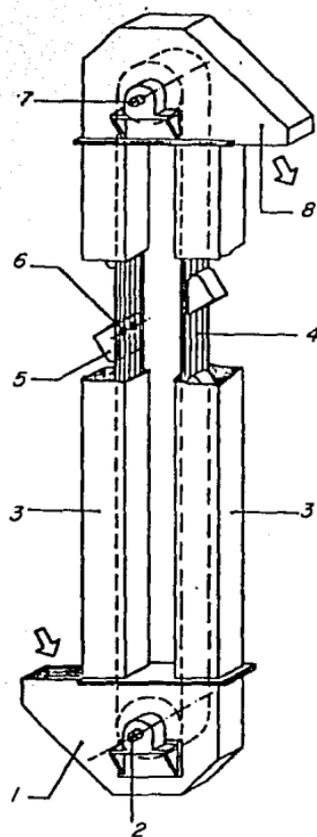


Fig. No. 34

Elevador de Cangilones

(Borasio y Gariboldi, 1979)

acero o madera. Este tipo de elevadores es ampliamente usado en la industria en el manejo de granos y en su procesamiento. Los elevadores de cangilones son silenciosos aunque las unidades cerradas son difíciles de limpiar. La alimentación se puede realizar en la parte ascendente o en la descendente, en algunos, tipos, y en la parte ascendente solamente, en otros tipos. Es decir, la alimentación se hace por el pie del elevador y el grano es recogido por las cucharas, cubetas o cangilones, los cuales están sostenidos por pernos en la banda o cadena. El material acarreado por los cangilones llega al conducto de salida en donde es descargado debido al giro o al cambio de la posición del cangilón. El elevador tiene como partes importantes dos poleas, una en el pie del elevador y otra en la parte superior. El ajuste en el elevador se hace generalmente en la polea del pie.

La descarga depende de la fuerza centrífuga, completamente o en parte, de la habilidad del material para ser lanzado en una tolva, como son los cangilones que van sobre la polea de la cabeza. Las características, y en particular la trayectoria del material antes de que deje el cangilón, son importantes en el diseño y operación. La descarga centrífuga requiere que la velocidad de la cinta o cadena sea calculada entre límites cerrados para que la trayectoria caiga

en una región especificada.

TRANSPORTADORES NEUMATICOS

PRINCIPIO: El transportador neumático es un sistema que transporta el material como resultado de la alta velocidad de una corriente de aire. En este método el material se transporta en suspensión en la corriente de aire.

FUNCIONAMIENTO: Este tipo de transportadores, Fig. No. 35, tiene ciertas ventajas que lo hace un medio posible para el manejo de granos:

- a) Es autolimpiable.
- b) Tiene pocas partes móviles.
- c) Sobre el equipo actual.

No obstante el transportador neumático tiene dos grandes desventajas:

- a) Baja eficiencia mecánica.
- b) Alta probabilidad de daño al material, por lo que este sistema no es recomendable para el manejo de granos como el arroz.

El transportador neumático está compuesto de tuberías conductoras y codos; equipo de entrada de grano al sistema; algunos medios para separar el grano de la corriente de aire; y un ventilador o aspirador. Estos transportadores están clasificados con respecto a la presión estática dentro de la tubería, llamada negativa o positiva. El sistema es negativo cuando la presión en la tubería con-

C U A D R O No. 58

LISTA DE PARTES DE EQUIPO TRANSPORTADOR NEUMÁTICO

- | | |
|----|--|
| 1 | Pierna de succión |
| 2 | Boca de entrada de aire |
| 3 | Ciclón |
| 4 | Válvula de descarga del producto |
| 5 | Salida de aire |
| 6 | Ventilador de alta presión |
| 7 | Cámara de expansión con filtro de aire |
| 8 | Manga de lienzo |
| 9 | Conducto de salida del polvo |
| 10 | Cañería |
| 11 | Máquina de molienda |

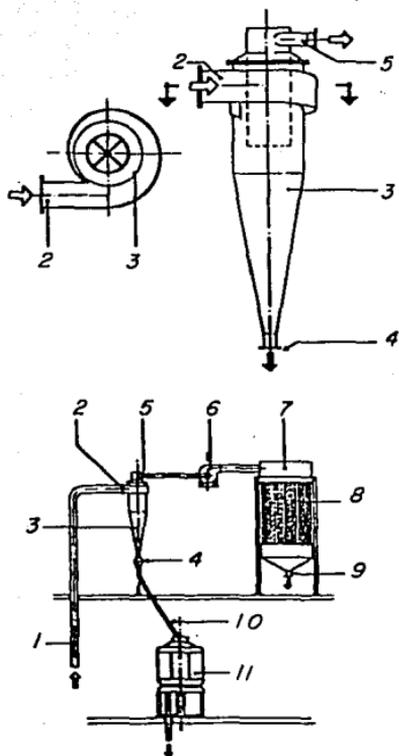


Fig. No. 35 Transportador Neumatico
(Borasio y Gariboldi, 1979)

ductora es menor que la presión atmosférica, ya que el dispositivo de movimiento de aire está instalado en el escape del sistema. El sistema es positivo cuando el ventilador está instalado hacia arriba del punto donde el grano entra a la tubería y la presión es mayor que la presión atmosférica.

El ventilador de alta presión succiona el aire por la tubería, el cual es conducido hacia la entrada de aire del ciclón. Las partículas producidas por el cono blanqueador debido al aire de enfriamiento se succionan por la tubería.

TRANSPORTADOR HELICOIDAL

PRINCIPIO: Se basa en el desplazamiento de volúmenes de materiales sólidos por el avance aparente de una hélice colocada en un eje.

FUNCIONAMIENTO: El transportador helicoidal, Fig. No. 36, es uno de los más viejos y sencillos métodos para mover material a granel. Es una hélice formada a partir de placas de acero montada en un tubo o flecha que está equipado con cojinetes. El transportador opera en un canal en forma de U o caja del transportador para tareas de transporte horizontal y en tubos cilíndricos para movimiento vertical o inclinado. El transportador helicoidal es barato y de construcción simple. Debido a esto puede ser usado en cualquier posi-

ción y es fácil de adaptar en condiciones congestionadas, aunque los requerimientos de potencia son altos y las unidades solas se limitan debido a la longitud.

Pueden llegar a situarse como alimentadores o dispositivos de medición abajo de las tolvas.

El paso normalizado de la hélice tiene aproximadamente una longitud igual al diámetro. Este es usado en la mayoría de las instalaciones horizontales y en inclinados arriba de 20°.

Los requerimientos de potencia de un transportador helicoidal son en función de su longitud, elevación, tipo de soportes, tipo de arranque, viscosidad o resistencia interna del material y peso del material. Debe de considerarse también la potencia extra requerida para arrancar un helicoidal lleno y para liberar una hélice bloqueada y la potencia necesaria si el material tiene tendencia a pegarse a los lados. Por lo que la potencia requerida para manejar un transportador helicoidal depende de las dimensiones del sistema y de las características del material.

La alimentación puede provenir de una tolva, de máquinas de operaciones básicas así como de elevadores. La salida o descarga se realiza y su destino puede ser tanto máquinas como elevadores. Así mismo el transportador helicoidal puede utilizarse en el mezclado de productos a granel.

CUADRO No. 59

**LISTA DE PARTES DE EQUIPO
TRANSPORTADOR HELICOIDAL**

- | | |
|----------|-------------------------------|
| 1 | Boca de entrada |
| 2 | Caja del transportador |
| 3 | Tornillo helicoidal |
| 4 | Tornillo en espiral |
| 5 | Conducto de salida |

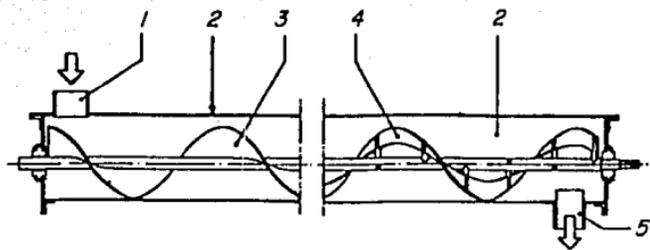


Fig. No. 36 Transportador Helicoidal

(Borasio y Gariboldi, 1979)

VI. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

1. CONCLUSIONES

1.1. GENERALES

El análisis de los diagramas de elaboración de 10 de los molinos más representativos, mostró que el proceso de beneficio de arroz practicado en México es similar al de otros países desarrollados y no desarrollados.

Las diferencias tecnológicas detectadas no son profundas aunque significativas para la eficiencia de algunas operaciones y aún del proceso mismo.

Para el beneficio del arroz en el país existe diversidad en la tecnología aplicada, requiriéndose de avance y perfeccionamiento. Para lo anterior hay un amplio margen de perspectivas técnicas no obstante las diferencias locales.

Respecto al equipo utilizado en cada una de las etapas del beneficio, se observó que se utiliza equipo común al de otros países y las mejoras mecánicas aplicadas son ya conocidas por los fabricantes nacionales.

1.2. PARTICULARES

1.2.1. DIAGRAMAS DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ DE DIVERSOS PAISES

Se observan las operaciones básicas de descascarillado y blanqueo en forma separada y complementadas por clasificaciones.

El blanqueo comunmente se realiza en 3 y 4 etapas y por el método de abrasión, acompañado generalmente por un paso de pulido.

El descascarillado es común que se haga por rodillos de poliuretano el cual presenta una alta resistencia al desgaste.

Es importante señalar la presencia de básculas de paso dispuestas para mantener un control de la eficiencia en las operaciones y los rendimientos.

1.2.2. DIAGRAMAS DE ELABORACION INDUSTRIAL DE ARROZ EN MEXICO

La evaluación mostró que de acuerdo a las etapas de proceso, la maquinaria utilizada y las prácticas usuales, se pueden establecer los siguientes niveles tecnológicos presentes en la transformación industrial del arroz palay en México.

1.2.2.a. NIVEL TECNOLÓGICO DEL BLANQUEO

Está representado por la práctica de la operación de blanqueo en una o varias etapas, encontrándose que en nuestro país predomina el blanqueo en cuatro etapas, siguiéndole el blanqueo en una etapa. La práctica a nivel internacional recomienda el blanqueo en varias etapas como mejor opción tecnológica.

1.2.2.b. NIVEL TECNOLÓGICO DE TRANSPORTE

El tipo de transporte utilizado en el manejo de los sólidos está representado principalmente por transporte mecánico (elevadores de cangilones y transportadores helicoidales) aunque también hay instalaciones con transporte neumático. Para el caso del transporte del arroz la recomendación internacional es el transporte mecánico.

1.2.2.c. NIVEL TECNOLÓGICO DEL DESCASCARILLADO

De acuerdo a la fig. No. 7, se concluye que el nivel al que corresponde esta etapa es el Nivel Tecnológico No. 2, tomando en cuenta —no obstante— que el diagrama presenta un

paso de pulido. Si no se considera este último paso, la molinería del país se clasificaría en este nivel.

Se observa la generalizada práctica del descascarillado por medio de rodillos, que es un método nuevo diseñado para granos cortos, el cual ofrece ciertas ventajas sobre el sistema de discos, como son: aumento de la eficiencia y disminución del quebrado, pero también presenta el inconveniente de que los costos de materiales de construcción, recubrimientos y manufactura se han incrementado, lo que lo hace un método de descascarillado caro.

1.2.2.d. NIVEL TECNOLÓGICO EN EL EQUIPO

Se puede observar una tendencia a la compactación en el equipo y en la industria arrocera. Esta compactación está representada principalmente por la fusión de la máquina descascarilladora y la separadora de cascarilla en una sola. Para el equipo de blanqueo también es notoria la compactación en el equipo, representada por la disminución notable en las dimensiones.

De acuerdo a la diversidad que se tiene de proveedores, marcas y modelos, y capacidad de equipos, se observa una gran variación en la ubicación y aprovechamiento de las má-

**VI. CONCLUSIONES
Y
OBSERVACIONES**

quinas así como para el espacio disponible.

Respecto al equipo utilizado en el proceso de elaboración se puede concluir que en la operación de blanqueo es donde el cambio es más notorio observándose que simultáneamente al blanqueo en un paso, el principio de blanqueo por abrasión se ha sustituido por el de fricción, careciéndose de elementos de juicio —hasta el momento— para saber si tal cambio es positivo.

En las denominadas separadoras de palay se observa —para ciertas variedades de arroz— una baja eficiencia en su funcionamiento, por lo que en dos de los molinos evaluados se ha adicionado una máquina a la etapa del proceso para rectificar la denominada corriente de retorno. Esto complica la operación normal del molino.

2. OBSERVACIONES

Hay carencia de equipos que podrían mejorar la eficiencia y aún la calidad del producto. Un ejemplo de lo anterior es la ausencia de clasificadores de grano por tamaño para arroz palay y arroz moreno (longitud y espesor).

Así mismo se puede observar la ausencia de la práctica del pulido de arroz blanco el cual es el paso final en la etapa de blanqueo común en la tecnología arrocería más desarrollada.

También están ausentes las básculas de paso que son las que permiten un balance completo de materiales y un mayor control del proceso.

La blanqueadora que efectúa el blanqueo en un paso, cuenta con un sistema de aspiración del salvado que no es suficiente y además no enfría el grano a su paso por la cámara de blanqueo, lo que es una deficiencia de equipo comparado con el diseño japonés equivalente que inyecta aire.

VII. BIBLIOGRAFIA

VII. BIBLIOGRAFIA

1. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- (1) Autrey, H. S., Grigorief, W. W., Altschul, A. M. y Hogan, J. T. (1955). "Effects of Milling Conditions on Breakage of Rice Grains". *J. Agric. Food Chem.* 3, 593-599.
- (2) Barber, S., Botey, J., Plaja, S. y Tortosa. (1972). "Problemas que se Plantean en el Establecimiento de la Tipificación de los Subproductos del Arroz". *Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. A. T. A. Vol. 12, Marzo.*
- (3) Borasio, L., Gariboldi, F. (1979). "Illustrated Glossary of Rice-Processing Machines". *FAO Agricultural Services Bulletin.* 2nd Ed.
- (4) De Datta, S. K. (1981). "Principles and Practices of Rice Production". *John Wiley and Sons.* New York.
- (5) Duff, B. y Estioko, I. (1976). "Design Criteria", en "Rice Post-harvest Technology", editado por Araullo, E. V., De Padua, D. B. y Graham, M. *International Development Research Center.* Ottawa, Canada.
- (6) Esmay, M., Soemangat, E. y Phillips, A. (1979). "Rice Post-production Technology in the Tropics". *The University Press of Hawaii.* Honolulu.
- (7) Henderson, S. M. (1954). "The Causes and Characteristics of Rice Checking". *Rice J.* 57 (5).
- (8) Houston, D. F. (1976). "Rice: Chemistry and Technology". *Western Marketing and Research Division, Agricultural Research Service. U. S. Department of Agriculture.* Berkley, California. 188-223.
- (9) Kunze, O. R. y Hall, C.W. (1967). "Moisture Adsorption Characteristics of Brown Rice". *Trans. ASAE* 10, 448-450, 453.
- (10) Louvier, F. J. Jr. y Calderwood, D. L. (1972). "Breakage of Processed Rice Due to Falling Impact". *Rice J.* 62 (8) 34.
- (11) Matthews, J. y Spadaro, J. J. (1975). "Rice Breakage During Combine Harvesting". *Rice J.* 78 (7).
- (12) Matthews, J. y Spadaro, J. J. (1976). "Breakage of Long Grain in Relation to Thickness". *Cereal Chem.* 53, 13-19.
- (13) Pominski, J., Wasserman, T., Schultz, E. F. Jr. y Spadaro J. J. (1961). "Increasing Laboratory Head and Total Yields of Rough Rice by Milling at Low Moisture Levels". *Rice J.* 64 (10) 11-15.
- (14) Primo Yúfera, E., Barber, S., Tortosa, E., Camacho, J., Ullidemolins, J., Jiménez, A., y Vega, R. (1970). "Composición Química del Arroz. V. Subproductos

- Obtenidos en las Diferentes Etapas del Diagrama de Elaboración". Rev. Agroquím. y Tecnol. Aliment. 10 (2).
- (15) Rhind, D. (1962). "The Breakage of Rice in Milling: A Review". Trop. Agr. 39 (1) 19-28.
- (16) Spadaro, J. J., Matthews, J. y Wadsworth, J. I. (1980). "Milling". Capítulo 9 en "Rice: Production and Utilization". Editado por B. H. Luh. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn.
- (17) Vo-Tong, X. y Ross, V. E. (1972). "Training Manual for Rice Production". The International Rice Research Institute.
- (18) "Arroz y sus Productos Industrializados. Serie Productos Básicos". Tomo I. Alimentos, Análisis y Expectativas. 2a. Edición. Presidencia de la República.
- (19) Warman, A. "Tres Modelos de Organización Agroindustrial Frente a la Economía Campesina". Documentos de Trabajo para el Desarrollo Agroindustrial. Tomo 2: El Desarrollo Agroindustrial y la Economía Campesina. S. A. R. H.
- (20) Witte, Jr., George, C. "Conventional Rice Milling in the United States".

2. CATALOGOS

- (21) REMOSA. 1976, México, México.
- (22) IMAD. 1978, Valencia, España.
- (23) Satake Eng. Co. 1980, Hokkaido, Japan.
- (24) Schule Ltd. 1976, Hamburg, Alemania.