

Universidad de Holguín

Oscar Lucero Moya

Facultad de ciencias agropecuarias

**TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Título: Diseño y construcción de una máquina troceadora de fruta bomba

Autor: Estanislao Abel Girbau Carballosa

Tutor: MsC. José Raúl Mora Sondón



“Constantemente hay que evaluar lo que se está haciendo, y lo que no sirva sencillamente cambiarlo. Siempre debemos escuchar al hombre, trabajar con él, convencerlo y ser capaces de tocar cada problema con las manos, como nos ha enseñado permanentemente el compañero Fidel.”

Raúl Castro Ruz

DEDICATORIA

Este trabajo es el resultado final de muchos años de esfuerzo y sacrificio de mi familia, amigos y mío personalmente, pero quiero dedicarlo a ciertas personas muy especiales en mi vida sin las cuales no sería lo que soy.

A mis padres por toda una vida de entrega.

A mi esposa

A mis hijos.

Y a mi familia en general.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que me han apoyado, ayudado y alentado para poder llegar a alcanzar los objetivos y las metas propuestas a las cuales les agradezco por su cooperación, pero quisiera empezar agradeciendo a toda mi familia por el apoyo que me han dado siempre, agradecer a todos mis profesores y a todas las amistades y compañeros de trabajo que me han alentado a seguir adelante en momentos de desánimo espiritual.

Quisiera terminar agradeciendo a Nuestro Comandante en Jefe, creador, inspirador de esta idea materializada de extender los estudios Universitarios a través de Sedes capaces de llegar a todos los rincones del país.

RESUMEN

El presente trabajo de diploma fue realizado en la Empresa el Yayal de Holguín, perteneciente al Grupo Empresarial del Ministerio del Azúcar (GEMA). La problemática científica abordada se centró en el diseño y construcción de una máquina troceadora de fruta bomba. La referida unidad es encargada de la producción de derivados de frutas, tales como, mango, fruta bomba, guayaba etc.

En la línea de producción de trocitos de fruta bomba se estaba presentando un elevado índice de rechazo (cada 1000kg, 311kg de rechazo), por no existir homogeneidad en el tamaño de los trocitos cortados, lo que provocaba que la cocción de estos dependiera del tamaño, afectando de este modo no solo la producción si no también la estética del producto final.

Para la realización del diseño y construcción de la máquina se tuvieron presentes las premisas y principios del diseño modular, a pesar de realizarse un diseño secuencial inverso, que respondiera a la necesidad de la unidad. Una vez concluida la etapa de diseño y fabricación de la máquina, se logró una disminución al 100% del índice de rechazo, lográndose con ello un incremento de la producción, optimizándose la fuerza de trabajo, pues antes se empleaban cuatro (4) hombres en el proceso de corte manual, disminuyéndose solo a un hombre con el empleo de la máquina.

SUMMARY

The present diploma work was carried out in the Company the Yayal of Holguín, belonging to the Managerial Group of the Ministry of the Sugar (GEM). The approached scientific problem you center in the design and construction of a machine troceadora of fruit bomb. The referred unit is taken charge of the production of having derived of fruits, such as, mango, fruit bomb, guava etc.

In the line of production of pieces of fruit bomb a high index of rejection was presenting (each 1000kg, 311kg of rejection), for not existing homogeneity in the size of the cut pieces, what caused that the cooking of these it depended on the size, affecting this way not alone the production but also the aesthetics of the final product.

For the realization of the design and construction of the machine present the premises and principles of the design were had to modulate, in spite of being carried out an inverse sequential design that he/she responded to the necessity of the unit. Once concluded the design stage and production of the machine, a decrease was achieved to 100% of the index of rejection, being achieved with it an increment of the production. Being optimized the work force, because before four were used (4) men in the process of court manual, diminishing alone to a man with the employment of the machine.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1.Fundamentación teórica	6
1.1 Productividad del trabajo	6
1.2 Métodos para medir la productividad del trabajo	8
1.3 La organización del trabajo	9
1.4 La agroindustria. Definición, clasificación.....	11
1.4.1Clasificación de la agroindustria.....	11
1.4.2 La agroindustria y el desarrollo económico.....	13
1.5 Teorías del diseño.....	14
1.5.1 Cualidades para la realización del diseño.....	17
1.5.2 Leyes básicas del diseño.....	17
1.5.3 Fases del proceso de diseño.....	18
1.5.4 Requisitos para el diseño y fabricación de equipos.....	20
Capítulo 2. Diseño de la máquina troceadora de fruta bomba.	21
2.1 Caracterización de las empresas productoras de derivados de frutas en Cuba.	21
2.2 Macro localización y misión de unidad el Yayal	21
2.3 Caracterización de la producción del trocito de fruta bomba.....	25
2.4 Etapa conceptual del diseño.....	26
2.5 Cálculos cinemáticos.....	27
2.6 Criterios de selección de la transmisión a utilizar entre el motor y reductor	29
2.7 Cálculo de relación de transmisión total. Eficiencia de la transmisión por correas.	30

2.8 Determinación de la potencia, momento torsor y rpm del árbol de transmisión.	31
2.9 Parámetros dimensionales de los componentes de la máquina.....	32
2.10 Construcción de la máquina.....	34
2.11 Ventajas del corte mecanizado de los trozos de fruta bomba con respecto al corte manual.....	36
2.12 Manual de uso y explotación.....	38
2.13 Manual de mantenimiento.....	38
2.14 Valoración de la efectividad de la propuesta.....	39
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	44
Anexos	

INTRODUCCIÓN

La agricultura y la industria han sido consideradas tradicionalmente como dos sectores separados tanto por sus características como por su función en el crecimiento económico. Se ha estimado que la agricultura es el elemento característico de la primera etapa del desarrollo, mientras que se ha utilizado el grado de industrialización como el indicador más pertinente del avance de un país en vía de desarrollo. Además, se afirma que la estrategia adecuada de desarrollo es la que permite pasar más o menos gradualmente de la agricultura a la industria, correspondiendo a la agricultura financiar la primera etapa de ese paso. La industrialización de la agricultura y el desarrollo de agroindustrias son, en efecto, un proceso común que está generando un tipo completamente nuevo de sector industrial (Desrosier, 1991).

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

La rama no-alimentaria es la encargada de la parte de transformación de estos productos que sirven como materias primas, utilizando sus recursos naturales para realizar diferentes productos industriales. La Agroindustria es un sistema dinámico que implica la combinación de dos procesos productivos, el agrícola y el industrial, para transformar de manera rentable los productos provenientes del campo (Banlieu, J 1977).

Lograr la competitividad ante la globalización del mercado, el auge de la innovación tecnológica, la informática, la calidad del producto y (o) servicios entre otros factores

condicionantes, no es tarea fácil para ninguna empresa. Para lograr lo antes planteado se necesita tanto del factor humano, como el factor tecnológico, siendo este último quien garantiza el incremento cuantitativo de los niveles de producción y cualitativos en las exigencias de calidad del producto final (Metcalf & Eddy ,1996).

La empresa necesita invertir en capital tecnológico para maximizar sus capacidades de producción, paralelamente a las cualidades del producto. Su éxito dependerá del binomio capital humano/capital tecnológico, los que deben desarrollarse a la par, para garantizar altos niveles de producción acompañado de la calidad necesaria de la mercancía elaborada que pueda encontrar mercado seguro y clientes satisfechos (Banlieu, 1977).

Las empresas productoras de conservas en nuestro país, cuentan en su gran mayoría con tecnologías atrasadas, prevaleciendo en este tipo de producción el arte manufacturado en muchas de las etapas de producción de cualquier materia prima a procesar. En nuestra provincia se encuentra la Fábrica de Conservas Turquino, la cual adolece de los problemas antes mencionados, también se localizan otras entidades más pequeñas con producciones similares, pertenecientes a instituciones tales como: Agropecuaria del MININT y Fábrica el Yayal, constituyendo esta última el objeto de estudio de la presente investigación.

La Fábrica el Yayal se encarga de la producción y proceso de diferentes frutas, para la obtención de mermeladas, siropes, trocitos de fruta bomba y dulces. En todos estos procesos antes señalados existen etapas en que la producción es totalmente manufacturada, lo que conspira no solo con la eficiencia productiva, sino también con la calidad del producto final.

En la producción del trozo de fruta bomba, existían altos niveles de rechazos del producto final, lo que conllevó a un estudio de las causas que originaban el elevado índice de mercancía que no cumplían con los requisitos de calidad necesaria para su posterior comercialización.

Dentro de la causa fundamental que tributaba a esta problemática se encontraba que

la operación del trozado se realizaba de forma manual, trayendo como resultado que el tamaño de los trozos de fruta bomba cortados no reunían la mínima uniformidad, es decir la fruta bomba era cortada en trozos por operadores usando como herramientas cuchillos y machetines. Esta característica imperante en la línea de producción de trozos de la fruta antes mencionada traía como consecuencias que el proceso productivo se viera afectado por los siguientes aspectos:

- Producciones limitadas.
- Pérdidas cuantiosas en el proceso de cocción.
- Falta de presencia al ofertarlo al cliente.
- Pérdida de ingresos económicos a la entidad.
- Incumplimiento del plan de producción.

Lo analizado hasta aquí constituyó la situación problemática que originó la investigación, planteando **el problema científico** siguiente: **¿Cómo erradicar los elevados índices de rechazos de la línea de producción de fruta bomba en trozos?**

Como **objeto** de investigación se plantea el estudio de procesos de producción agroindustriales, en correspondencia se define como **campo** de acción las producciones derivadas de la fruta bomba.

En consecuencia con todo lo planteado se propone la siguiente **hipótesis**: con la concepción y construcción de una máquina troceadora para realizar el proceso industrial de la línea de producción de la fruta bomba, se podrá eliminar los índices de rechazo del producto.

Por lo que el **objetivo general** de la investigación es el diseño y construcción de una máquina troceadora que contribuya a minimizar los índices de rechazos de la línea de la fruta bomba en trozos, en el Centro de Elaboración el Yayal.

Los **objetivos específicos** de esta investigación son:

1-Análisis del procedimiento actual para el trozado de la fruta.

2-Diseño y construcción de un prototipo de máquina que permita el trozado mecanizado de la fruta bomba.

3- Valoración de la efectividad de la propuesta.

Para lograr el objetivo de la presente investigación se aplicaron diferentes **métodos** tales como:

- Métodos de análisis-síntesis: para el análisis de la información obtenida y la elaboración de las conclusiones.
- Método sistémico-estructural: en el análisis y caracterización del objeto de estudio.
- Método histórico-lógico: permitió conocer las causas del bajo rendimiento y calidad de la producción.
- Método analítico-sistémico: para desarrollar el análisis del objeto de estudio tanto teórico como práctico.
- Método inductivo-deductivo: para diagnosticar las condiciones existentes en el proceso productivo.
- Método empírico (observación). Para detectar la falta de uniformidad en el troceado de la producción objeto de investigación.

Aporte práctico:

El aporte de esta investigación radica en implementar el uso de una máquina troceadora de fruta bomba que permita un incremento productivo. En el orden práctico la implantación del diseño y construcción de esta máquina, estimula a la búsqueda de otras soluciones a problemas existentes en otros procesos, que tributen al incremento productivo y eficiencia de la entidad.

Para desarrollar este trabajo de investigación y alcanzar las metas propuestas, el mismo se estructura en 2 capítulos: el primero trata de los aspectos que

sirven de marco teórico referencial para el desarrollo de la investigación como la organización del trabajo, productividad, la agroindustria y las teorías sobre el diseño y el segundo refleja las características de las producciones, elaboración y construcción del diseño.

Capítulo 1. Fundamentación teórica.

1.1 Productividad del trabajo.

La productividad del trabajo es una consecuencia del proceso de trabajo y de la combinación de sus elementos, donde el hombre ocupa el lugar central. En la misma influye la organización social del proceso de producción, las condiciones naturales, el nivel de progreso de la ciencia y sus aplicaciones.

La productividad del trabajo es su eficacia, su rendimiento, la medida en que un trabajo dado, se convierte en una cantidad determinada de bienes materiales, la capacidad del obrero de producir en una unidad de tiempo dada, una mayor o menor cantidad de valores de uso, o sea, es un indicador de la efectividad de la actividad productiva. (Castellanos J. M)

Otro concepto de productividad expresa que la productividad del trabajo es el índice que refleja la efectividad del trabajo humano, su eficacia, su rendimiento. (A. Fuentes)

El seguimiento de la productividad del trabajo permite lograr su mejora. Su importancia radica en proveer una base de datos para establecer metas de crecimiento y definir objetivos de mejora y desarrollo. Ayuda a conocer problemas en el proceso de producción (técnicos organizativos, de capacitación, de seguridad y medio ambientes). Constituye una herramienta de aprendizaje, participación y motivación para los trabajadores. Puede usarse como una forma para medir el desempeño. Contribuye a la toma de decisión más precisa y genera base objetiva para mejorar la retribución.

El aumento de la productividad puede contribuir a elevar el nivel de vida. Si se produce más al mismo costo, o si se consigue la misma cantidad de producción a un costo inferior, se obtendrán beneficios que pueden ser utilizados por los miembros de la organización y la sociedad para adquirir más bienes y servicios de mejor calidad, y elevar su nivel de vida.

El incremento de la productividad es importante para el país, la empresa y el colectivo. Elevar la misma es el principal reto que tienen los colectivos laborales para continuar aportando al crecimiento de la economía.

Es impostergable revertir la tendencia de enfocar el incremento de la productividad a partir sólo de mecanismos salariales, sin considerar los estudios de organización del trabajo, la disminución de los costos y el ahorro de materias primas, materiales, combustible y de portadores energéticos. Se hace necesario conocer donde se encuentran las principales reservas productivas, para actuar sobre ellas.

La organización del trabajo es la base que sustenta el incremento de la productividad. De los resultados de su estudio se derivan las medidas organizativas, de capacitación y desarrollo de los trabajadores, el mejoramiento de las condiciones de trabajo y los ingresos de los mismos.

El análisis de los procesos de trabajo deben permitir identificar los métodos ineficaces de trabajo, mala disposición y utilización del espacio, la inadecuada manipulación de los materiales, deficiente planificación de las necesidades de los recursos humanos, materiales y financieros, del mantenimiento, despilfarro o utilización de materias primas, materiales, energía, combustible, la deficiente organización de los servicios que se prestan, y la no aplicación y existencia de controles de calidad. Permite además, detectar dónde no se aplican normas de trabajo, el por qué existen altos índices de ausentismo, así como el incumplimiento del tiempo de trabajo y desaprovechamiento de la jornada laboral. La existencia de riesgos y accidentes de trabajo también contribuyen a que la productividad del trabajo disminuya.

Existen dos vías para incrementar la productividad:

- Vía intensiva: dado por el aumento de las capacidades productivas con el consecuente aumento de la fuerza de trabajo y de los medios de producción (requiere de gastos financieros)
- Vía extensiva: dado por el propio aumento de la productividad del trabajo, cuando se analizan cada uno de los procesos y se establecen medidas técnicas organizativas para ello a través de estudios de organización del trabajo (no se requiere de inversiones)

1.2 Métodos para medir la productividad del trabajo.

El método más sencillo, y correspondiente al concepto mismo de la productividad del trabajo individual, es el natural. Se emplea cuando la producción y por consiguiente el rendimiento, se mide en toneladas, metros, etc, es decir en unidades físicas, relacionando la cantidad de producción realizada en unidad de tiempo dada (hora, día, etc). La unidad de gasto de trabajo suele expresarse en horas, hombres – días, número de trabajadores, números de obreros, por hombres horas trabajadas, etc.

Este método se aplica fundamentalmente a nivel de puesto de trabajo, pero también puede aplicarse a nivel de proceso y empresa (se expresa en u/ trab, u/ d o u/ h), también se emplean muy ampliamente en los centros de trabajo, en actividades aisladas y en las brigadas. A veces se utiliza en secciones de producción, sobre todo si están dotadas de equipos especializados y de producción automatizada. Permite comparar la variación de la productividad entre unidades de una misma rama cuya producción es homogénea y además permite observar la dinámica de la productividad en una misma unidad de producción en un período de tiempo. No sirve para comparar empresas cuyas producciones no son iguales.

En las ramas de producción que laboran producciones relativamente iguales, se emplea el método llamado natural-condicionado. Permite comparar la productividad del trabajo cuando hay producciones entre empresas que son similares y se busca un factor que condicione esa producción. Ejemplo: en la industria textil en un taller (donde se producen shoes) y en otro camisas (c) para comparar en unidades homogéneas la productividad.

En las líneas de producción, talleres, fábricas y empresas para la planificación y el registro de la productividad del trabajo, se puede aplicar el método de los indicadores de los gastos de trabajo, con este método el volumen de la producción se mide y se expresa en tiempo de trabajo normado (normas, horas) y la productividad del trabajo se determina dividiendo el volumen de trabajo realizado según normas por el tiempo realmente trabajado. Este método también se conoce como método laboral.

El método laboral brinda la posibilidad de medir y comparar una producción heterogénea a través de los gastos empleados en su fabricación, tanto a escala de la empresa, rama, o a niveles de toda la economía nacional, en este se expresa la productividad en valor y se tiene en cuenta el precio del producto (se da en \$/trab, \$/h). Es aplicable en todas las etapas de la planificación; utilizándose en la industria, agricultura, construcción y en menor grado en el transporte a nivel de unidad, empresa o rama. La característica esencial de este método es que el volumen de producción se expresa en dinero, utilizándose diferentes indicadores de la producción.

El método del valor agregado por la empresa es el resultado del aporte del trabajo y del capital con que la empresa cuenta. De este modo, la medición del valor agregado resulta de la diferencia entre el valor de la producción, por una parte, y el costo de todos los bienes, materiales y servicios comprados fuera de la organización por otra.

El valor agregado puede asociarse a la idea del "valor que la empresa genera o produce", este indicador es utilizado en Cuba a partir del año 2002 para planificar y medir la productividad, según lo dispuesto por los Ministerios de Economía y Planificación, Finanzas y Precios y del Trabajo y Seguridad Social. Tiene la ventaja, de que se refiere al aporte de los trabajadores, obviando el insumo material y los servicios, o sea, circunscrito al trabajo vivo.

Permite medir el crecimiento económico, identificar niveles de desarrollo y de avance, y determinar estrategias de mejoramiento, formas de gestión y organización de la producción, mediante la motivación de la organización y participación de los trabajadores, lo cual conlleva a una mejora continua.

1.3 La organización del trabajo

En las condiciones actuales, la organización del trabajo permite utilizar los logros de la ciencia que apoyado en las experiencias del hombre en la producción y los servicios. Permite relacionar de la mejor forma la técnica y las personas en esos

procesos garantizando el uso más efectivo de los recursos materiales, laborales y el aumento ininterrumpido de la productividad del trabajo, contribuyendo a la conservación de la salud de los trabajadores y a que el trabajo se convierta en la primera necesidad del hombre.

En el Decreto Ley No. 281/ 2007, se consigna en uno de sus artículos...“La organización del trabajo es la adecuada integración de los trabajadores con la tecnología, los medios de trabajo y los materiales, mediante un conjunto de métodos y procedimientos que se aplican para trabajar armónica y racionalmente, con niveles adecuados de seguridad y salud, que garantizan la calidad del producto o del servicio prestado y el cumplimiento de los requisitos ergonómicos y ambientales establecidos”.

Otro concepto planteado por Nieves Julbe (2008) expresa: “La organización del trabajo es un sistema integrado y dinámico, dirigido a determinar la cantidad de trabajo vivo y coadyuvar a que el trabajo se convierta en la primera necesidad vital del hombre. Comprende el estudio y análisis de qué se hace, dónde, cómo y con qué, con el fin de diseñar e implantar medidas dirigidas a perfeccionar la participación del hombre en el proceso de producción o servicio, es decir, perfeccionar la forma en que se ejecutan las actividades laborales de los hombres en su enlace mutuo y constante con los medios de producción, entre puestos, talleres, sectores productivos, entre empresas y a nivel de la economía nacional.”

La organización del trabajo es un elemento del sistema de gestión integrada del capital humano. Constituye además un sistema en las Bases del Proceso de Perfeccionamiento Empresarial. Representa el incremento de los volúmenes y calidad de la producción, a partir del aumento de la productividad y la satisfacción de las expectativas de sus integrantes y sus clientes. Una correcta organización del trabajo es la vía más adecuada, para el incremento de la productividad. Muchos son los factores que influyen en el crecimiento de la misma pero el más importante es el perfeccionamiento de la organización del trabajo.

1.4 La agroindustria. Definición, clasificación

Una definición común y tradicional de la agroindustria se describe a la subserie de actividades de manufacturación mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola. La agroindustria significa así la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca (Metcalf & Eddy, 1996).

Otra definición de la agroindustria se refiere a la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios pecuarios, forestales y biológicos (Wikipedia, la enciclopedia).

Es evidente que una parte muy considerable de la producción agrícola se somete a un cierto grado de transformación entre la cosecha y la utilización final. Por ello, las industrias que emplean como materias primas productos agrícolas, pesqueros y forestales forman un grupo muy variado: desde la mera conservación (como el secado al sol) y operaciones estrechamente relacionadas con la cosecha, hasta la producción, mediante métodos modernos y de gran inversión de capital, de artículos como productos textiles, pasta y papel (Mejías, R, 1993).

1.4.1 Clasificación de la agroindustria

- Industrias alimentarias
- Industrias no alimentarias
- Industrias proveedoras de materias primas
- Industrias consumidoras de materias primas

Las industrias alimentarias son mucho más homogéneas y más fáciles de clasificar que las industrias no alimentarias, ya que todos sus productos tienen el mismo uso final. Por ejemplo, la mayor parte de las técnicas de conservación son básicamente análogas con respecto a toda la gama de productos alimenticios perecederos, como frutas, hortalizas, leche, carne o pescado. De hecho, la elaboración de los productos alimenticios más perecederos tiene por objeto en gran medida su conservación.

Otra clasificación útil de la agroindustria es la distinción entre industrias proveedoras de materias primas e industrias consumidoras de materias primas. Las primeras intervienen en la elaboración inicial de los productos agrícolas, como la molienda del trigo y el arroz, el curtido del cuero, el desmotado del algodón, el prensado del aceite, el aserrado de la madera y el enlatado de pescado. Las segundas se encargan de la fabricación de artículos a base de productos intermedios derivados de las materias agrícolas, como la fabricación de pan y galletas, de tejidos, de papel, de ropa y calzado o de manufacturas de caucho.

Otra distinción se basa también en la naturaleza del proceso de producción que en muchos casos, puede variar desde la artesanía hasta la organización industrial. Por ejemplo, en algunos países en desarrollo, el mismo artículo puede estar producido por un tejedor artesanal que trabaja en su casa con un telar manual o por una gran fábrica de tejidos que dispone de maquinaria especializada y sistemas complejos de organización y que produce una amplia gama de artículos industriales para los mercados interno y externo. En tales casos, puede desorientar una definición de agroindustria basada únicamente en los artículos que se producen, debido a que sólo el segundo de los dos métodos de producción mencionados tiene características industriales.

Sin embargo, hoy en día, resulta cada vez más difícil establecer una demarcación precisa de lo que debe considerarse actividad agroindustrial, los efectos de los procesos de innovación y las nuevas tecnologías obligan a ampliar la gama de los insumos agroindustriales que pueden tenerse en cuenta, incluyendo, por ejemplo, productos biotecnológicos y sintéticos. Esto significa que actualmente la agroindustria sigue elaborando artículos agrícolas sencillos, a la vez que transforma también insumos industriales muy especializados que frecuentemente son el resultado de notables inversiones en investigación, tecnología e inducciones. A esta complejidad creciente de los insumos corresponde una gama cada vez mayor de procesos de transformación, que se caracterizan por la alteración física y química y tienen por objeto mejorar la comerciabilidad de las materias primas según su uso final.

Todos estos factores, es decir, la complejidad creciente de los insumos, los efectos de los procesos de innovación y nuevas tecnologías, la especialización y la gama cada vez mayor de procesos de transformación, hacen que sea más difícil establecer una distinción clara entre lo que debe considerarse estrictamente industria y lo que puede clasificarse como agroindustria.

Según la clasificación tradicional de las Naciones Unidas, Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), que es bastante rígida, pero útil a efectos estadísticos, la producción agroindustrial se presenta en muchos sectores de manufacturación:

- Elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos de tabaco.
- Fabricación de productos textiles, prendas de vestir y cueros.
- Producción de madera y productos de madera, incluidos muebles.
- Fabricación de papel y de productos de papel, y actividades de edición e impresión.
- Fabricación de productos de caucho. Aunque en este capítulo se tratan todos estos sectores de la agroindustria, se centra sobre todo la atención en el grupo especialmente importante de los alimentos.

1.4.2 La agroindustria y el desarrollo económico

Las industrias de los alimentos, bebidas y tabaco son parte del componente más importante de las actividades agroindustriales tanto en los países en desarrollo como desarrollados, y aportan también una parte considerable a su producto económico general. Por lo que respecta a los países en desarrollo, la fabricación de alimentos, bebidas y tabaco representó alrededor del 3 al 4 por ciento del PIB en el año 1990, porcentaje que mostró una notable semejanza en las distintas regiones durante los últimos decenios (Organización de la ONU para el desarrollo industrial). Sin embargo, la región de América Latina y el Caribe constituye un grupo aparte.

Aunque el peso económico del subsector ha sido históricamente mayor en esta región, ha tendido a perder importancia relativa desde mediados de los años

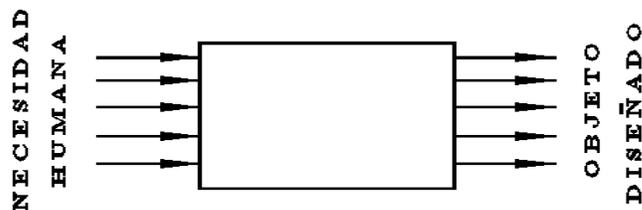
ochenta, en contraste con lo ocurrido en otras regiones donde tendió a aumentar. Lo más notable es el crecimiento continuo en la región de Asia y el Pacífico durante gran parte de los años setenta y ochenta, tendencia que ha continuado también en los noventa.

1.5 Teoría del diseño.

Según Moring el diseño es la actividad creadora cuyo objeto es determinar las cualidades formales de los objetos que producirá la industria. Estas cualidades formales no son solamente los aspectos externos, sino principalmente aquellas relaciones estructurales y funcionales que convierten un sistema en unidad coherente, tanto desde el punto de vista del fabricante como del usuario.

Otro concepto importante a señalar es el emitido por Edgar Kaufmann (EE.UU.), el cual plantea lo siguiente: “Diseño Industrial es el arte de utilizar los recursos de la tecnología para crear o mejorar productos y sistemas que sirvan a los seres humanos. El diseñador proyecta productos y sistemas atentos a la seguridad, economía y eficiencia de su producción, distribución y empleo. El diseñador busca cualidades a las relaciones estructurales y en los aspectos externos”.

Ambos conceptos pueden ser resumidos en la siguiente concepción (SUH, N.1988) Diseño: Actividad creativo - intelectual de transformación en la cual la entrada la constituye una necesidad humana y la salida un objeto diseñado. Lo que se llama diseño, no es el producto en sí, sino el modelo concebido del producto, el cual nos permite hablar del producto antes de que este exista.



El diseño como filosofía o ciencia del pensamiento creativo humano ha transitado por varias etapas de desarrollo, su evolución hasta los momentos actuales podemos sintetizarla en las siguientes etapas (Yoshikawa, H, 1987).

Etapas evolutivas del diseño

- Diseño secuencial
- Diseño modular.
- Diseño robusto.
- Ingeniería concurrente en el diseño.

El diseño secuencial, es aquel donde solo se establecen los principios y leyes en la creación de cualquier artículo en la etapa del proyecto; no se tienen en cuenta las etapas de producción, el costo de los materiales a utilizar, ni tampoco se hace énfasis en la obtención de una máquina multiobjetivo (Moring F, 1994)

Este tipo de pensamiento fue uno de los primeros en utilizarse, existiendo aún esta filosofía de la creación en muchos países del mundo, nuestro país dado su carácter tercermundista práctica en muchas empresas, fábricas, las premisas y principios establecidos en esta etapa.

Diseño modular. Esta tendencia del diseño como ciencia plantea la necesidad de establecer productos, artículos, máquinas, en secciones o módulos, garantizando desde la etapa temprana de la concepción de una máquina, el multiuso de la misma así como un alto grado de intercambiabilidad de sus componentes (SUH, N.1988). Los principios y leyes establecidos en el diseño secuencial son empleados y extendidos hasta las etapas de elaboración del artículo, el diseñador o proyectista conoce desde las primeras etapas de concepción del producto el costo de los materiales a utilizar (Ullman T.U, 1993).

El diseño modular ha encontrado gran aplicación en la actualidad a través del uso cada vez más generalizadas de las técnicas de CAD/CAM (diseño y fabricación asistida por computadoras), lo que ha permitido obtener y garantizar máquinas más eficientes, ligeras, y de múltiples usos o aplicaciones.

Diseño robusto: como su nombre lo indica, se requiere para su implementación un alto grado de desarrollo tecnológico, la utilización de tecnologías CAD, y máquinas herramientas de control numérico computarizado, siendo estas algunas de las principales características de este tipo de diseño, en el que se encuentran también su aplicación, las leyes y principios del diseño secuencial, es característico encontrarlo en la industria automotriz.

Ingeniería concurrente en el diseño: la ingeniería concurrente, también llamada por muchos autores ingeniería simultánea, es un fenómeno que aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón y que llega a Europa a través de América, fundamentalmente Estados Unidos, a finales de esa misma década.

La CE (Ingeniería Concurrente) es la integración más temprana posible de todos los conocimientos de la fábrica, en recursos, experiencia en el diseño, investigación, mercadeo, manufactura y ventas para la creación de un nuevo producto, con alta calidad, y bajo costo para complacer las expectativas de los clientes. (Luptun, 2004)

Es una Filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo (SUH). Esta técnica para la obtención de artículos encuentra una amplia gama de utilización en los diseñadores que trabajan para grandes fábricas encargadas de producciones masivas, donde el producto es estudiado hasta la etapa del reciclaje final.

1.5.1 Cualidades para la realización de un diseño.

En el diseño han de tenerse en cuenta otras cualidades que deben de estar presentes en las máquinas o equipos a proyectar siendo algunas de ellas la que se muestran a continuación:

- Economía
- Diseño Industrial
- Empleo

- Relaciones Estructurales
- Aspectos Externos
- Ergonomía

Herramientas metodológicas que se emplean en el diseño.

1-Descomposición del proceso de diseño en una secuencia lógica de etapas y fases.

2-Formulación de reglas y procedimientos para una mejor ejecución del proceso de diseño.

3-Subdivisión del proceso de diseño en niveles jerárquicos en dependencia de la complejidad de los objetivos y los elementos a diseñar.

1.5.2 Leyes básicas del diseño.

Primera ley del diseño

Si las propiedades de los productos vienen determinadas por todos los requisitos que estos deben cumplir, al iniciar un proceso de diseño deberán identificarse todos los requisitos posibles.

P.e: Hacha del hombre de Neanderthal).

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. El Hacha debe cortar | Requisito técnico |
| 2. El Hacha debe poderse agarrar | Requisito ergonómico |
| 3. El Hacha debe ser atractiva | Requisito estético |

R. TÉCNICOS	R. ERGONÓMICOS	R. ESTÉTICOS
Cortante Afilado	Peso	Peso
Forma	Tamaño	Tamaño
Textura	Material resistente	Forma

Segunda ley del diseño

Los diferentes atributos tienen un distinto grado de importancia relativa según la elección que haga el diseñador. (Priorización de requerimientos) (Cross, J.1989).

Facilidad de mantenimiento

Costo

Aspecto facilidad de uso

Seguridad

Fiabilidad

Todos estos requisitos dependen de la naturaleza del objeto y están interrelacionados entre sí, antiguamente las limitaciones estaban fundamentadas en la técnica, hoy en el costo y la técnica (Shigley J.1995).

Tercera ley del diseño

Cualquier proceso de diseño debe emprenderse con pleno conocimiento de los materiales, las herramientas y las técnicas que (hoy en día) pueden emplearse en la forma más económica posible (Ullman T.U.1993).

Σ Requisitos {Competitividad

Σ Costes {Competitividad

Todo esto compromete al diseñador a conocer el costo de cada material a utilizar en los proyectos creados.

1.5.3 Fases del proceso de diseño.

El proceso de diseño cuenta con diferentes fases que relacionamos a continuación:

-Definición de los requerimientos.

-Establecimiento o síntesis de la estructura funcional

-Diseño conceptual

- Diseño preliminar
- Diseño dimensional
- Diseño detallado y construcción de prototipo.
- Fabricación y puesta en marcha

Según investigaciones realizadas por organizaciones internacionales, el 70 % de los costos de fabricación de una pieza se determinan durante el proceso de diseño y solamente el 30 % del costo puede ser ahorrado durante el proceso de manufactura, esta relación 70/30 enfatiza la importancia de la etapa de diseño (Ullman T.1993).

Según Motorola, el 43 % de los problemas presentados en su empresa eran debido a errores de diseño. Según la NASA, el 35.2 % de las fallas en componentes eléctricos y electrónicos se debe a especificaciones de diseño erróneas (Ullman T.1993)

Una vez estudiados y abordadas las principales escuelas y filosofías del diseño existentes, nos plantemos la tarea del diseño de la máquina troceadora de fruta bomba, la cual tendrá como destino de trabajo el troceado de la fruta, garantizando homogeneidad en el tamaño de los trozos, y con ello un incremento de la productividad, la calidad, y la presencia final del producto.

1.5.4 Requisitos para el diseño y fabricación de equipos.

Para la elaboración de un diseño y la fabricación de un equipo se deben tener en cuenta requisitos según lo legisla la norma cubana NC 456 del 2006, estas deben ser de estricto cumplimiento por los fabricantes.

Equipo. Dispositivo de diferentes grados de complejidad, capaz de beneficiar o modificar las características de un alimento.

Requisitos

- Los equipos destinados al contacto con alimentos serán exclusivamente para este fin.

- El diseño de los equipos utilizados en la alimentación serán de forma tal que garanticen su adecuada limpieza y desinfección, serán construidos con materiales resistentes a la corrosión.
- El diseño y producción de equipos garantizará que la superficie de los mismos sea lisa, continua, sin porosidad, ni revestimiento y no tendrán juntas abiertas, hendiduras, grietas internas y esquinas difíciles de limpiar, de tal forma que reduzca la acumulación de partículas orgánicas, partículas de alimentos y reduzca la oportunidad de desarrollo de microorganismos.

Capítulo 2. Diseño de la máquina troceadora de fruta bomba.

2.1 Caracterización de las empresas productoras de derivados de frutas en Cuba.

En nuestro país se encuentran diseminadas varias empresas de producción de conservas de vegetales, las cuales en su misión incluyen la producción de derivados de frutas. Dentro de las empresas de mayor incidencia en nuestra economía y población, se encuentra la Fábrica Turquino ubicada en nuestra provincia, la Fábrica Conchita (Habana), Fábrica Eliseo Reyes (Pinar del Río) así como otras que se encuentran en las provincias de Santiago y Villa Clara.

Estas empresas datan del siglo pasado, su tecnología instalada y aún en explotación responde a equipos fabricados en las décadas de los 40 del siglo veinte.

En estas empresas en producción y explotación solo se le han realizado inversiones en la parte energética (calderas y banco de transformadores). También se han modificado o sustituido líneas de producción como es el caso de compotas y otras producciones embazadas en pomos, la sustitución o modernización de estos equipos solo ha respondido a la instalación de nuevas máquinas tapadoras de pomos que responde a los estándares de pomos que se fabrican e importan en los momentos actuales.

La unidad el Yayal, perteneciente a GEMA (Grupo Empresarial del Ministerio del Azúcar), es una pequeña entidad encargada de producir conservas a partir de los diferentes derivados de las frutas. Al analizar las diferentes etapas de los procesos de producción en este centro se constató que muchas de estas se realizan de forma manual (trozado y traslado), de frutas hacia los elementos de cocción (tachos), realizándose estas operaciones con el uso de cuchillos y machetines así como carretillas en las operaciones de transporte. Podemos concluir que dada las tecnologías instaladas en estas fábricas en todos los procesos de producción predomina la manufactura.

2.2 Macro localización y misión de unidad el Yayal.

La entidad el Yayal fue fundada en abril del 2007, se subordina a GEMA. La actividad fundamental a que se dedica, es la elaboración de productos alimentarios

derivado de frutas y vegetales. Esta unidad se encuentra situada en el sur-este del Municipio Holguín aproximadamente 6Km del centro de la ciudad, en el camino viejo a Cacocúm, Holguín.

Objeto social de la unidad

Posee como objeto social, según Resolución No. 165 -2007 comercializar de forma mayorista productos agrícolas frescos, secos y envasados. Tiene gran importancia ya que está orientada hacia la mayoría de los sectores de la economía, la industria y la sociedad de la provincia.

Misión

Satisfacer las necesidades de servicios e insumo de las producciones a la agroindustria y otros clientes.

Visión

Ser la mejor opción para la agroindustria y se reconozca la alta calidad de sus productos, la seriedad y los precios competitivos que ofertan, constituir un sistema empresarial de avanzada en el país con adecuada gestión económica y financiera, con trabajadores y directivos comprometidos, motivados que consolidan los principios del perfeccionamiento empresarial utilizando el desarrollo científico técnico.

Principales indicadores económicos

Cuenta con una producción mercantil de 215,8 MP y tiene planificado para el año en curso, 330,5 MP faltándole para cumplir el plan 114,7 MP.

Principales clientes y proveedores

Clientes

Empresa de Servicios Técnicos Holguín.

División Cometal.

Universidad de Ciencias Pedagógicas de Holguín.

Educación Provincial y municipal.

Empresa de Equipamientos Agrícolas Héroes del 26 de Julio.

Empresa de Cerámica Blanca Holguín.

Empresa Constructora de Recursos Hidráulicos Holguín.

Empresa Eléctrica Holguín.

EES Azucarera Urbano Noris.

EES Azucarera López Peña.

EES Azucarera Fernando de Dios.

CPA Romérico Cordero.

La entidad cuenta con una amplia participación de proveedores que influyen en la calidad y variedad de los productos que se gestionan.

Proveedores

UBPC Miguel González.

UBPC Emisael Paneque.

UBPC Elimar Teruel Vallejo

CPA Romérico Cordero

CPA Juan José Fornet Piña

CPA José Antonio Hecheverría

CCS Pablo H Suárez

CCS Pedro Rogena

Características de la fuerza de trabajo.

La entidad el Yayal cuenta con 110 trabajadores, de los cuales el mayor porcentaje 76.3% está representado por el sexo masculino y el restante 26.3 % el sexo femenino. La plantilla cubierta se corresponde con la plantilla aprobada de 110 plazas que representa el 100 %.

Categoría ocupacional

Cargos	Cantidad
Obreros	55
Servicios	24
Técnicos	22
Administrativos	9

Los obreros representan el 50 % de la plantilla, los trabajadores de servicio, representan el 21.8 %, el 20 % pertenece a los técnicos, en la categoría de administrativo están el 8.2 % los cuales son dirigentes.

La estructuración del personal por departamento está bien concordada diferenciándose los grupos directos a los servicios por tener el mayor porcentaje.

La edad promedio es de 35 años, siendo relativamente una fuerza de trabajo joven. El 40.2 % de los trabajadores lleva menos de 15 años trabajando en la entidad, por lo que el nivel de experiencia es alto.

El nivel de escolaridad es medio el 5.4 % son graduados de nivel superior y el 20 % son técnicos medios. Se cumplen en el 100 % de los casos con los requisitos para el cargo, que conllevan a la profesionalidad y a la capacidad de innovación de los trabajadores.

Producciones generales de la unidad.

La entidad el Yayal se dedica a variadas producciones derivadas de frutas y vegetales, entre las que se encuentran mermeladas, trocitos de fruta bomba, sirope,

vinos y conservas, los cuales son comercializados en moneda nacional y CUC a entidades estatales y a la población.

2.3 Caracterización de la producción del trocito de fruta bomba.

Esta línea se caracteriza por mantener una producción seriada de forma manual, que comienza con el traslado de las frutas desde el almacén, que es realizada en carretilla hasta el área de lavado, luego se produce el corte de las frutas y pasa al área de eliminación de las semillas y de esta al pelado, el cual realizan los obreros con la utilización de cuchillos, luego pasa al proceso de troceado que se hace con machetines, continua la cocción en tachos a vapor por 45 minutos, se envasa y se traslada al área de productos terminados. **(Anexo 1).**

La característica fundamental de esta línea de producción es la carencia de máquinas que puedan realizar las labores de manera mecanizada, el transporte de un lugar a otro se realiza con carretillas, el troceado de la fruta se lleva a cabo de forma manual, lo que trae consigo, que una vez salido el producto de los tachos (cocción), se registre el rechazo de aproximadamente 311kg por cada 1000kg de materia prima utilizada.

Principales materias primas utilizadas.

Múltiples y variadas son las materias primas que se utilizan para la elaboración de las producciones de la entidad. Para la confección del trocito de fruta bomba en una jornada de ocho horas se necesitan los siguientes materiales:

Tabla 1

Materia Prima	Peso en Kg
Fruta bomba	732
Azúcar refino	298,065
Ácido cítrico	0,655
Producción terminada	504

Como se ha tratado anteriormente estas producciones se realizan de forma manual, lo que trae consigo pérdidas a la economía de la entidad, además de insatisfacciones a los clientes. Para demostrar estos criterios se tomó como muestra la producción del trocito de fruta bomba realizada durante tres meses (tabla 2). La misma arrojó que con este proceder no se lograba el cumplimiento del plan propuesto.

Tabla 2 .Indicadores de producción utilizándose el corte manual.

ENERO ,2011			FEBRERO ,2011			MARZO ,2011			ACUMULADO		
REAL	PLAN	%	REAL	PLAN	%	REAL	PLAN	%	1er TRIMESTRE		
2450	2730	89,74	2275,0	2730,0	83,33	2453,50	2730,0	89,87	7178,50	8190,0	87,65
2450,0	2730,0	89,74	2275	2730,0	83,33	2453,5	2730,0	89,87	7178,50	8190,0	87,65

El plan de producción planificado para la etapa tomada como muestra fue de 8190.0Kg equivalente a \$ 38329.2 en moneda nacional, obteniendo una producción real de 7178.50 Kg. con pérdidas de 1011.50 Kg. equivalentes a \$ 4733.82..

Las pérdidas cuantiosas para la economía del centro hacen evidente la necesidad de buscar vías de solución a los problemas existentes en la producción del trocito de fruta bomba, surgiendo la necesidad del diseño y construcción de una máquina troceadora que permita el troceado uniforme de la fruta, logrando una mejor cocción, que repercuta en el incremento de la producción y en la eliminación del rechazo del producto final.

2.4 Etapa conceptual del diseño.

Para la concepción del diseño de la máquina troceadora de fruta bomba se tuvieron en cuenta los elementos teóricos planteados en epígrafes anteriores, así como normas técnicas. A continuación mostramos el esquema cinemático de la máquina concebido en la etapa conceptual del diseño.

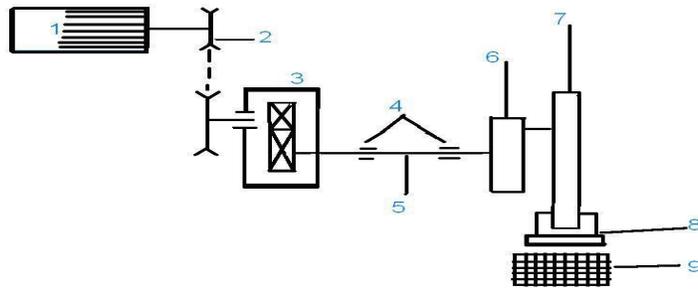


Fig. 2.1 Esquema cinemático de la máquina troceadora de fruta bomba

Luego de realizado el diseño se procedió a la selección de los componentes de la máquina para los cuales se tuvieron en cuenta opiniones de expertos en la materia.

Componentes de la máquina.

- 1-Motor
- 2-Transmisión por correas
- 3-Reductor cilíndricos de dos etapas
- 4-Pedestales
- 5-Árbol de transmisión
- 6- Rueda excéntrica
- 7-Pistón
- 8-Troquel
- 9-Cuchillas de corte

2.5 Cálculos cinemáticos.

Datos iniciales del órgano de trabajo.

$N_{ot}=0,3 \text{ kW}$ $P=F \times V$, $F=1N$; $V=0,3m/s$, $P= N_{ot}$

$n_{ot}=1700$ rpm

$N_m=0,75$ kW

Donde:

N_{ot} : Potencia necesaria del órgano de trabajo.

n_{ot} : Número de revoluciones por minutos del órgano de trabajo.

N_m : Potencia del motor.

P: Potencia del órgano de trabajo.

Eficiencia total de la transmisión

$$\eta_t = \eta_{cad} * \eta_{eng} * (\eta_{coj})^2$$

$$\eta_t = 0,98 * (0,99)^2$$

$$\eta_t = 0,96$$

Potencia necesaria

$$N_o \geq \frac{N_{or}}{\eta_T}$$

$$N_o \geq \frac{0,3 \text{ kW}}{0,96}$$

$$N_o \geq 0,3125 \text{ kW}$$

Selección del motor.

Datos de entrada del motor.

- Potencia: $N_m=0,75$ Kw.
- Velocidad: $n_m= 1750$ rpm.
- $\text{Cos } \varphi= 0,73$
- Marca: TY160M8B [Trifásico de inducción (jaula de ardilla)]

- Eficiencia: η 84 %
- Régimen de Trabajo: periódico
- Largo: 385 mm
- Altura: 245 mm
- Ancho: 205 mm
- Voltaje: 220/440 volt. 60 Hz clase de aislamiento B Catálogo. Unión De Equipos Agrícolas "UEA"
- Motor trifásico (3 Φ) por la firma UEA.
- 220/440 v, 60 Hz, clase de aislamiento B.

2.6 Criterios de selección de la transmisión a utilizar entre el motor y reductor.

Para la selección del tipo de transmisión a emplear deben tenerse en cuenta varios criterios, los cuales deben ser ponderados por el especialista, teniendo en cuenta los siguientes factores.

Factores a tener en cuenta para la selección de un tipo de transmisión

Potencia a transmitir

Disposición entre los ejes

Velocidad necesaria del elemento conductor y conducido

Distancia entre los centros

En nuestro caso teniendo en cuenta que la potencia a transmitir es relativamente baja, siendo la distancia entre centro aproximadamente igual a 380mm, debemos centrar nuestra selección entre la transmisión por correas y la transmisión por cadena. Debido a las características del movimiento y a factores económicos seleccionamos la transmisión por correas.

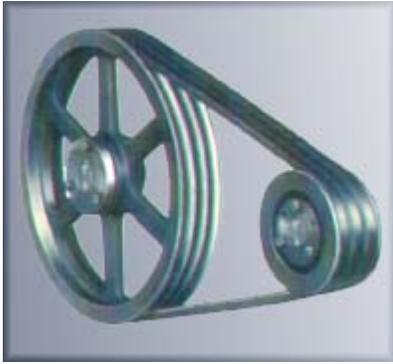


Fig.6 Transmisión mecánica por correas y poleas.

Ventajas de la transmisión por correas.

- Posibilidad de transmitir el movimiento a distancias medias.
- Pueden trabajar a altas velocidades de rotación.
- Pueden transmitir el movimiento entre árboles dispuestos de formas muy variadas.
- Posibilidad de utilizarlas en amplias relaciones de transmisión (hasta 20).
- Suavidad en el funcionamiento, sin ruidos, y amortiguamiento de choques.
- Sencillez en su construcción, de fácil mantenimiento y bajo costo.
- Pueden ser utilizadas como mecanismos de seguridad para proteger determinados elementos, pues se produce el resbalamiento en presencia de sobrecargas.

2.7 Cálculo de relación de transmisión total. Eficiencia de la transmisión por correas.

Relación de transmisión total.

$$i_T = \frac{n_{Motor}}{n_{or}}$$

$$i_T = \frac{1750 \text{ rpm}}{17,5 \text{ rpm}}$$

$$i_T = 100 \text{rpm}$$

Eficiencia de la transmisión por correas

$$i_T = i_{red} \cdot i_{Flx} \quad \text{Asumimos} \quad i_{red} = 5$$

Entonces $i_{Flx} = 20$

$$i_T = i_{red} \cdot i_{Flx} \quad \text{Asumimos} \quad i_{red} = 5$$

Entonces $i_{Flx} = 20$

Donde:

η_T → Eficiencia total de la transmisión.

η_{eng} → Eficiencia de la transmisión dentada.

η_{FL} → Eficiencia de la transmisión flexible.

η_{coj} → Eficiencia de los cojinetes.

n_{motor} → Número de revoluciones del motor en rpm.

N_o → Potencia necesaria.

i_T → Relación de transmisión total.

2.8 Determinación de la potencia, momento torsor y rpm del árbol de transmisión.

$$N = 0,75 \text{ kW}$$

$$n_n = 17,5 \text{ rpm}$$

$$M_{t0} = 9550 \frac{N}{n}$$

$$M_{t0} = 9550 \frac{0,75}{17,5}$$

$$M_{t0} = 409,2 \text{ Nm}$$

Cálculo del momento medio

$$M_{med} = \sqrt{M_{f_{eq}}^2 + 0.75Mt}$$

$$M_{med} = \sqrt{0.75(409,2)^2}$$

$$M_{med} = \sqrt{125,5}$$

$$M_{med} = 354,377 N \cdot m$$

Cálculo del diámetro preliminar.

$$d_{prel} = \sqrt[3]{\frac{354,3}{16 \cdot 10^6}} = 0,028 \text{ m} = 30 \text{ mm}$$

Diámetro estandarizado 50 mm.

El material seleccionado para la fabricación del árbol transmisión es un Ac-45 con $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$.

Partiendo que el motor seleccionado tiene un $n = 175$ r.p.m, y el cálculo de la eficiencia de la transmisión flexible es de 2.6, seleccionamos los parámetros siguientes para las poleas conductora y conducida.

2.9 Parámetros dimensionales de los componentes de la máquina.

Diámetro exterior de la polea conductora $D = 67,5 \text{ mm}$

Diámetro exterior de la polea conducida $D = 240 \text{ mm}$

Selección del Reductor. El reductor a seleccionar ha de ser de dos etapas, con transmisión cilíndrica 1/15 hasta 1/25.

Se selecciona un reductor de relación de transmisión 1/17.

Selección de los cojinetes

Para poder seleccionar los cojinetes de rodamiento se deben de seguir una serie de pasos, los cuales mencionaremos a continuación.

- 1- Selección del tipo de cojinete

Para la selección del cojinete se tuvieron en cuenta las cargas a las cuales está sometida la pieza. Este árbol presenta una carga radial (debido al peso del mismo que provoca una carga distribuida que descansa en los apoyos) por lo que se escoge un cojinete radial de bola.

2- Selección de las dimensiones; considerando que actúan cargas radiales se realizan los pasos siguientes:

Datos	Capacidad de carga. (C)
$n_1 = 175 \text{ rpm}$	$C = Q \cdot L_{10}^{\frac{1}{\alpha}}$
$d = 20 \text{ mm}$	$C = 0,45 \cdot 679^{\frac{1}{3}}$ $L_{10} = \frac{R_{1eq} \cdot 60 \cdot n}{10^6}$ $L_{10} = \frac{6466,68 \cdot 60 \cdot 175}{10^6}$ $L_{10} = 679,001$
$Q = Fr = 0,45 \text{ N}$	$C = 11,76 \text{ N}$

Coef. α De bolas = 3 posteriormente se selecciona el rodamiento a través

$L_h = 9\ 000$ del catálogo SKF.

Datos del cojinete seleccionado (6207) para el árbol 0.

$d = 10 \text{ mm}$	$C_0 = 13,7$
$D = 60 \text{ mm}$	$n_{mín} = 1000 \text{ rpm}$
$C = 11\ 0 \text{ N}$	$n_{mám} = 11\ 00 \text{ rpm}$
$B = 17 \text{ mm}$	$m = 0.29 \text{ kg}$

3-Se determina la carga equivalente.

$Q = Fr = 0,45 \text{ N}$ debido a que la relación de $F_a/C_o = 0$ puesto que no se considera F_a .

De esta manera se seleccionamos el cojinete restante. El árbol estará apoyado en dos cojinetes alojados ambos en chumaceras.

Selección de las dimensiones, según estándares del catálogo: cojinete 6010, cantidad 2.

2.10 Construcción de la máquina.

Una vez calculado los parámetros fundamentales de los principales elementos que forman parte del equipo a diseñar y construir, pasamos a la etapa de la selección de los diferentes materiales y perfiles a utilizar, auxiliándonos para ello de las normas cubana que se encuentran vigentes.

Seleccionando los principios del diseño secuencial, tomando la intercambiabilidad y multiuso, perteneciente al diseño modular y rigiéndonos por las leyes del diseño abordadas en el capítulo anterior, nos damos a la tarea de construir la máquina previamente diseñada. Para la confección de los planos de trabajo se utilizó el software Auto CAD (2008), con la ayuda del cual se realizaron todos los planos de la máquina (**Anexo 2**).

Chasis o bastidor de la máquina

Para la construcción del chasis se utilizarán tubos de acero de diámetro Θ 25 x 3,25 mm (1"), (NC 57-39) .Se emplearán un total de cuatro tubos de una longitud aproximada de 1130mm, los cuales servirán de marco del chasis. En su parte inferior se arriostrarán en forma de cruz barras de acero de diámetro Θ 20, las cuales tienen como objetivo aumentar la rigidez de la armadura. Se utilizarán angulares 50x50x5 (NC 57-39) con los que se conformará una mesa o bancada de apoyo donde se colocarán las cuchillas de corte. Estos se soldarán a los tubos con el uso de electrodos 7018.

La altura de los angulares, del nivel de piso será aproximadamente igual a 630mm, respondiendo a exigencias ergonómicas, que se tuvieron en cuenta en todas las etapas del proyecto. En la parte superior de la estructura también se colocarán

angulares de esta misma denominación, a los cuales se le soldarán en su parte superior una plancha de acero sobre la que descansaran los pedestales. **(Anexo 3)**.

Poleas conductora y conducida

En el epígrafe 2.10 se ofrecen los datos de los diámetros de las poleas conducida y conductora.

Diámetro exterior de la polea conductora $D=67,5\text{mm}$

Diámetro exterior de la polea conducida $D=240\text{mm}$

Las poleas podrán ser fabricadas de duro aluminio, aunque dado que la producción es unitaria podemos seleccionar el Ac-3, el cual garantizará mayor tiempo de vida útil.

Ambas poleas estarán diseñadas para ser acopladas tanto al motor como al reductor a través del uso de tornillos M8, los cuales trabajarán como prisioneros. **(Anexo 4)**.

Árbol de transmisión.

El árbol de transmisión se acoplará a la salida del reductor, el acoplamiento a utilizar será un manguito con el uso de prisioneros para garantizar no solo la transmisión del movimiento sino también del torque necesario para mover la rueda excéntrica, encargada esta de transmitir y transformar el movimiento de rotación en traslación. El árbol estará apoyado en dos chumaceras que descansan en la parte superior de la estructura, en la chumacera se alojarán cojinetes 6010. El árbol utilizado pertenece a una máquina tapadora de pomos la cual estaba dada de baja, **(Anexo 5)**.

Rueda excéntrica

La rueda excéntrica tiene un diámetro exterior aproximado de 320mm, esta rueda se encuentra acoplada al árbol de transmisión, y en una de sus caras tiene una leva la cual fue fresada, de manera que garantice la transformación de movimiento de rotación a traslación, este mecanismo pertenecía a una máquina tapadora de pomos. La selección de este mecanismo por el fabricante de la máquina antes

mencionada, en lugar del uso de biela-manivela está dado por la suavidad en el cambio del sentido de movimiento a recorrer por el pistón, dándole suavidad al movimiento cuando este va desde el punto muerto inferior al superior, o viceversa **(Anexo 6)**.

Pistón

Está elaborado de un torcho de acero cilíndrico, perteneciente también a la tapadora de pomos, en su parte superior cuenta con un pasador roscado en uno de sus extremos al pistón y en el otro tiene una rueda de teflón de diámetro 15mm, la cual se desliza sobre la leva que se encuentra en la excéntrica, garantizando de esta forma la transformación del movimiento de rotación en un movimiento de traslación.

En un extremo del pistón se colocará un coplin, el cual tiene soldada una platina de acero (Ac-3), cuadrada de 200x200, a la que se le situará en la cara opuesta una goma cuyo espesor oscila entre 5-10mm. La goma se colocará en la platina utilizando tornillos M6: la platina utilizada tiene un espesor de 10mm. Este accesorio es el encargado de hacer contacto con la fruta bomba, comprimirlo contra las cuchillas las cuales están situadas en la parte inferior y provocar el corte uniforme de los trozos.

(Anexo 7)

Cuchillas

Las cuchillas estarán formadas de planchas de níquel de espesor 3mm, las mismas tendrán forma rectangular con una altura de 20mm y longitud 200mm, se colocarán formando cuadros de 16mm. **(Anexo 8)**

La máquina fabricada con los mecanismos utilizados tiene un régimen de trabajo continuo, lo que permite el aumento de la productividad, además de sustituir cuatro hombres que antes se empleaban en las labores del corte de la fruta, por lo que además de garantizar la uniformidad en el tamaño de los trozos cortados, con el incremento de la eficiencia y calidad del producto, provoca un ahorro de salario, esta fuerza laboral puede y es empleada en otras tareas.

. Fig. 2.2 Componentes cinemáticos.

Vista lateral



Vista frontal



2.11 Ventajas del corte mecanizado de los trozos de fruta bomba con respecto al corte manual.

1-Incremento de la productividad. Con la introducción de esta máquina al proceso productivo se ha logrado un incremento de la productividad del trabajo, antes solo se podían hacer un tacho en ocho horas de la jornada laboral, con uso de la máquina cortadora de trocitos de fruta bomba se pueden hacer dos tachos del trozos de fruta bomba, en solo cuatro horas de trabajo.

2-Reducción de la jornada laboral en este proceso. La elaboración de este producto final se logra en cuatro horas de trabajo, duplicando en este tiempo dos veces la productividad.

3-Reducción de plantillas. En el proceso productivo de la obtención de trocitos de fruta bomba con el uso de la máquina se sustituye el empleo de cuatro hombres, los cuales son destinados en la actualidad a otras labores.

5-Disminución de rechazos del producto al control final de calidad. La necesidad del presente trabajo se debió a la búsqueda de soluciones para lograr el corte homogéneo de los trozos de fruta. Al ser cortados estos de forma manufacturada,

provocaba una diversidad de tamaños, lo que traía consigo que en el proceso de cocción algunos quedarán con falta de cocción (los de mayor tamaño) y otros con falta de exceso de cocción (los de menor tamaño).

2.12 Manual de uso y explotación.

1-Antes de comenzar a trabajar en la máquina debe de realizarse un lavado de la misma, en la zona de trabajo, cuchillas y banda de goma que se encuentra en el punto bajo del pistón.

2-Se energizará la máquina a través de la caja de botones (mando), que se encuentra en el lateral derecho.

3-Una vez que el equipo se encuentre con corriente, se debe realizar una prueba en vacío en aras de comprobar el recorrido del pistón. De existir exceso o defecto en el recorrido este se regulará a través de los topes que se encuentran en la parte frontal de la máquina.

4-Realizado el paso anterior se comenzará la explotación del equipo con carga.

5-Terminado el trabajo se procederá a desconectar la máquina de la corriente.

6-Se procederá a la limpieza y lavado de la máquina.

2.13 Manual de mantenimiento.

Para lograr un correcto funcionamiento de esta máquina se propone la realización de mantenimientos que permitan que la misma esté en óptimas condiciones, reducir los costos de la reparación, diagnosticar los fallos y tener con antelación las piezas necesarias para su reparación. Estos mantenimientos incluyen un conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo.

Mantenimiento preventivo:

Este mantenimiento se aplica de forma diaria y para ello se deben realizar los siguientes pasos.

1-Se debe revisar el tensado de las correas de transmisión.

2-Revisar la colocación correcta de las cuchillas.

3-Revisar el estado en que se encuentra la goma localizada en la parte inferior del pistón.

4-Revisar apriete de los tornillos de los topes de regulación.

Mantenimiento predictivo:

Este mantenimiento se planifica con antelación, se determina el período de realización que puede ser de hasta seis meses y el mismo consta de los siguientes pasos.

1-Revisar el estado de lubricación de los cojinetes.

2-Revisar el nivel de aceite en el reductor.

3-Revisar el estado técnico de los rodamientos del motor.

4-Revisar el estado técnico de las correas.

6-Las correas deben cambiarse cada 5000 h de trabajo.

2.14 Valoración de la efectividad de la propuesta.

Luego de construida la máquina troceadora fue presentada a los directivos y obreros del centro donde se les mostró y se les explicó el funcionamiento de la misma, así como los requisitos para laborar con ella, con el fin de valorar su efectividad en la producción del trocito de fruta bomba.

Puesta en funcionamiento la máquina se pudo corroborar que cumplió con las expectativas trazadas, lográndose un incremento de la productividad disminuyendo el tiempo de elaboración de los trocitos de 8 a 4 horas.

La puesta en marcha de esta máquina permitió cumplir con uno de los lineamientos del Congreso del Partido relacionado con la reorganización de los puestos de trabajo logrando racionalizar de cuatro plazas de obreros a una plaza, que antes se utilizaban en el corte manual, pudiéndose incorporar estos a otras tareas.

Para demostrar la efectividad de la máquina se tomó como muestra las producciones del trocito de fruta bomba realizada durante tres meses (tabla 3), en la que

demuestra el incremento de las mismas y a su vez el cumplimiento de los planes de producción.

ENERO ,2012			FEBRER O ,2012			MARZO ,2012			ACUMULADO		
									1er TRIMESTRE		
REAL	PLAN	%	REAL	PLAN	%	REAL	PLAN	%	REAL	PLAN	%
3780	3000	126,0	3006,50	3000,0	100,22	3010,0	3000,0	100,33	9796,5	9000,0	108,85

Tabla 3. Indicadores de producción del corte mecanizado.

Por todo lo antes expuesto se considera efectiva y factible la puesta en funcionamiento de la máquina troceadora, que permitió eliminar los rechazos existentes en la producción final, además de contribuir a la inserción en el mercado en divisas, presentando un producto con la calidad requerida en estos momentos donde predomina la competitividad en el mercado y lograr sobrecumplir los planes de producción.

CONCLUSIONES

Después de realizar el trabajo se pueden arribar a las conclusiones siguientes:

1-El proceso de troceado manual, no garantiza el corte homogéneo de los trocitos de fruta bomba.

2-Unas vez puestas en marcha la máquina, se logró la obtención de trozos de fruta del mismo tamaño.

3-Con la entrada en la línea de producción de esta máquina se garantiza el cumplimiento y sobrecumplimiento de los planes de producción.

RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones planteadas se arriba a las recomendaciones siguientes:

1. Se recomienda generalizar este trabajo, a todas las empresas de conservas y derivados de frutas de la provincia, país.
2. Continuar con el perfeccionamiento del diseño de la máquina utilizando el software Solid/ Work (Cosmos/ Work) con el objetivo de buscar ligereza, y disminuir el tamaño.
3. Buscar ampliar la gama de uso de la máquina, para otros fines además del troceado y tapado de pomos.
4. Se realice una evaluación de los resultados de calidad y eficiencia.
5. Se realicen próximas investigaciones donde se perfeccione el método de trabajo, las condiciones de seguridad y salud en el trabajo y las especificaciones de protección individual.

BIBLIOGRAFÍA

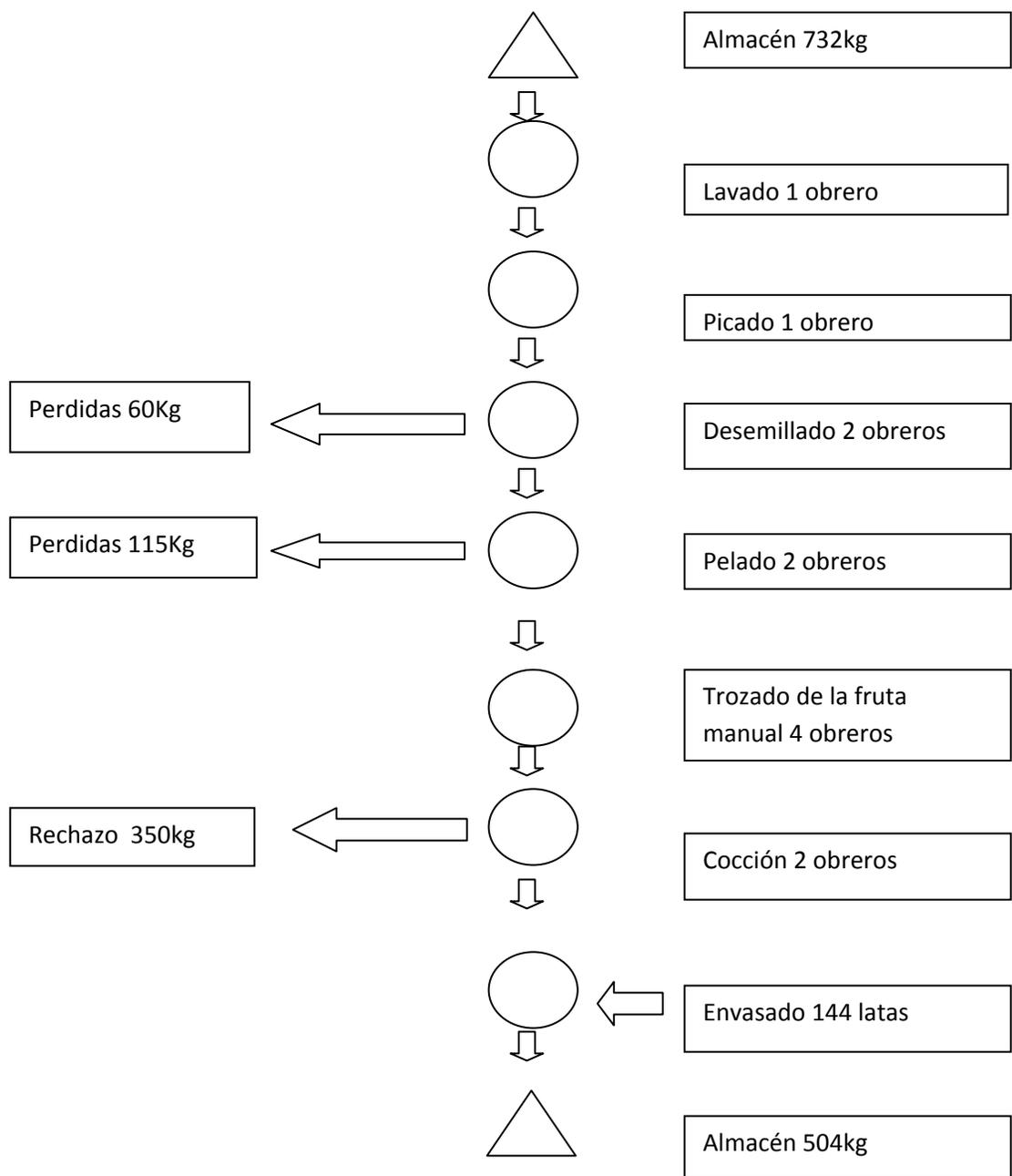
1. AGUAYO, F. y Soltero, V. Un enfoque desde la Ingeniería Concurrente. México: Ed.: ALFAOMEGA S.A., 2003.400p.
2. Alonso, Alicia. Ergonomía. Primera Parte. Ediciones ISPJAE, Cuba, 1990
3. Alonso, Alicia. Ergonomía. Segunda Parte. Ediciones ISPJAE, Cuba, 1990
4. Banlieu, Jaime (1977). Elaboración de conservas vegetales. Barcelona, Ed. Sintesis. [ISBN 84-302-0278-1](#)
5. Castellanos, J. M. (1986). La productividad del trabajo.
6. Castro, R. R. Discurso por el 26 de julio, 2011.
7. Colectivo de autores. La organización del trabajo. Tomo I. Editorial ISPJAE
8. Decreto Ley No. 281/ 2007.
9. Desrosier, Norman (1991). Conservación de alimentos. México, Ed. Continental. [ISBN 968-26-0975-5](#)
10. DOBROVOLSKI , B. Elementos de Maquinas. Moscú: Ed. Mir, 1985.
11. Elementary Engineering Drawing Problems, University of Michigan, EE.UU, s/a.
12. FAIRES, L. Diseño de Elementos de Máquinas. U.S.A Editorial UTHEA, 1995. 355p.
13. Fuentes, A. (1999) La productividad del trabajo.
14. GRANT, HIRAM E.: Two in One Workbook. Engineering Drawing Problems, Ed. McGraw-Hill, EE.UU, 1995.
15. Guzmán, M. d. M. (2007). Procedimiento para realizar estudios de organización del trabajo.
16. Hombre y Trabajo. (2008)
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. “Ergonomía. Cáp. IV: El Diseño del puesto de trabajo”.<http://www.mtas.es/insht/monitor/Inicio/E/IV.HTM> , 2003
18. International conference of “Human Factors in manufacturing” London, 3-5 april 2004. Editado por T. Luptun, 2004.

19. JACOBSON, B. Elementos de Máquinas. S. Schmid. Editorial: Mc Graw Hill, 1999.
20. Julbe, A. N. La Organización del Trabajo. Importancia y antecedentes. La organización del Trabajo en Cuba. Procedimientos que se han utilizado para realizar estudios de organización del trabajo.
21. KUTTZ, M. Enciclopedia de la Mecánica Ingeniería y Técnica. España: Ed. Océano, 1995. (Vol. 6).
22. Manual de trabajos prácticos I y II partes, Universidad Central de las Villas, s/a.
23. MARKS, B. Manual del Ingeniero Mecánico. México: Ed. Mc Graw- Hill, 1982. (Vol. 1).
24. Marsán, J. C. (1987). La organización del trabajo. Tomo 2. Ciudad de la Habana.
25. MARTÍN, J, R, Mantenimiento Industrial. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1985. Tomo I.
26. MEJIA, R. Tecnologías de bajo costo para pequeñas producciones Agroindustriales. Colombia: Universidad de Antioquia, 1993.
27. METCALF & Eddy. Ingeniería de la Agroindustria. USA Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A, 1996. 502p
28. Molina, Carlos "Tolerancias ajustes y medición de longitudes y Ángulos". Editorial Mined, C. de la Habana, 1977.
29. Moring F. Diseño de Elementos de Máquinas. Limosa: Noriega Editores, 1994.
30. MTSS. (2006). Resolución No. 26. Resolución general de organización del trabajo Río, D. E. C. d. Teoría sobre productividad. Enfoques y tendencias actuales acerca de la productividad del trabajo <http://www.geocities.com/eureka/office/4595/cmproductiv.htm>
31. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana. 57:39:84 Aceros y sus Laminados. La Habana. Tomo I.
32. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana. 57:39:84 Aceros y sus Laminados. La Habana Tomo II.

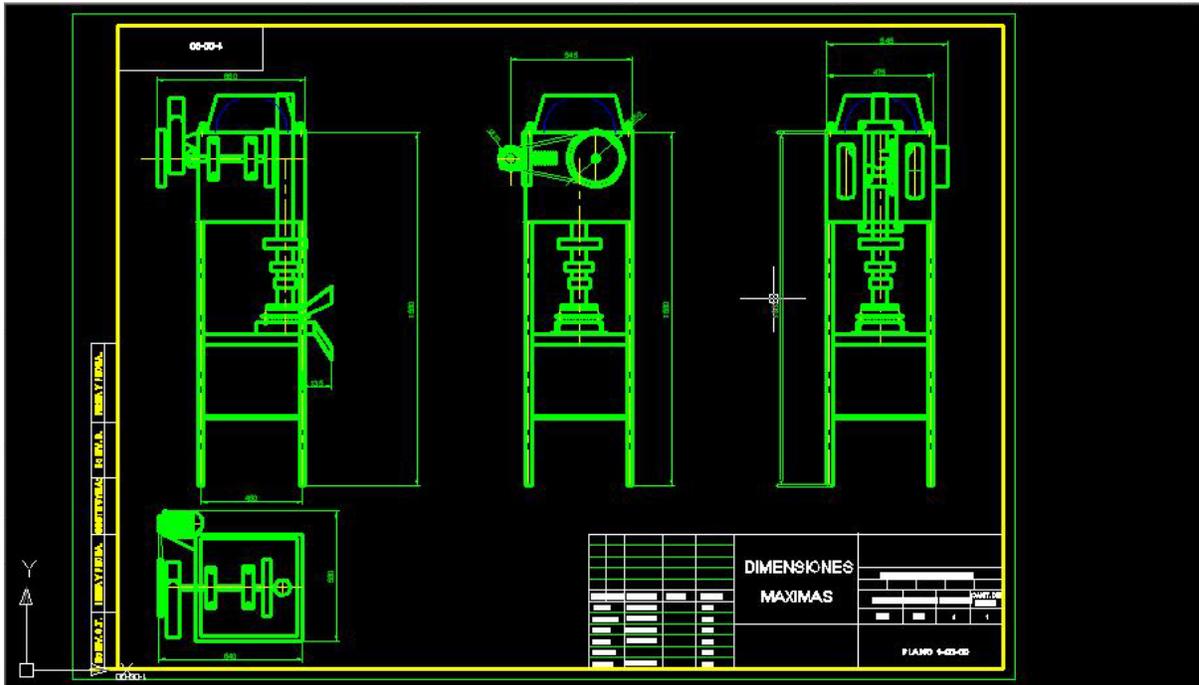
33. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana. 57:76:85. Elementos de Fijación, Tornillos, Tuercas, Arandelas y pasadores. La Habana.
34. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana. 57:39. Planchas de acero E/Dimensiones. La Habana.
35. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana 456:2006. Diseño y fabricación de equipos y utensilios. La Habana.
36. RESHETOV, A. Elementos de Máquinas. Moscú: Ed. Mir, 1985.
37. Resolución 210 de 2007 del MES (Ministerio Educación Superior) de Cuba.
38. RODRIGUEZ HERNANDEZ, ORLANDO: Prácticas de Dibujo Básico para Ingenieros, CUJAE, La Habana, 1971.
39. SHIGLEY J. Fundamentos de Diseño de Máquinas. U.S.A: McGrau Hill, 1995. Tomos I, II, III.
40. Sistema Único de Documentación de Proyecto SUDP, CEN, Dpto. de Impresiones CINAM, La Habana, 1978.
41. SUH, N. The principles of design. Oxford, UK: Oxford University Press, 1988. 585p.
42. UNIDO (Organización de la [ONU](#) para el Desarrollo Industrial)-Viena Austria-POB 300-A-1500 Publicaciones varias.
43. ULLMAN T.U. (1993) Engineering Desing. [en línea] 1993. Disponible en: <http://clay-more.engineer.gvsu.edu/eod/global/copyrgh.html> [Consulta: 2 de abril 2012].
44. VILLANUEVA, M: Prácticas de Dibujo Técnico, Ediciones URMO, España, 2003.
45. Wikipedia, la enciclopedia libre 2001 www.productividad.com
46. Yoshikawa, H. "General design theory as a formal theory of design", IFIP WG. Workshop on intelligent CAD, IFIP, Cambridge, MA, 1987.

Anexos

Anexo 1. Diagrama O.T.I.D.A de la producción del trocito de fruta bomba proceso manual.



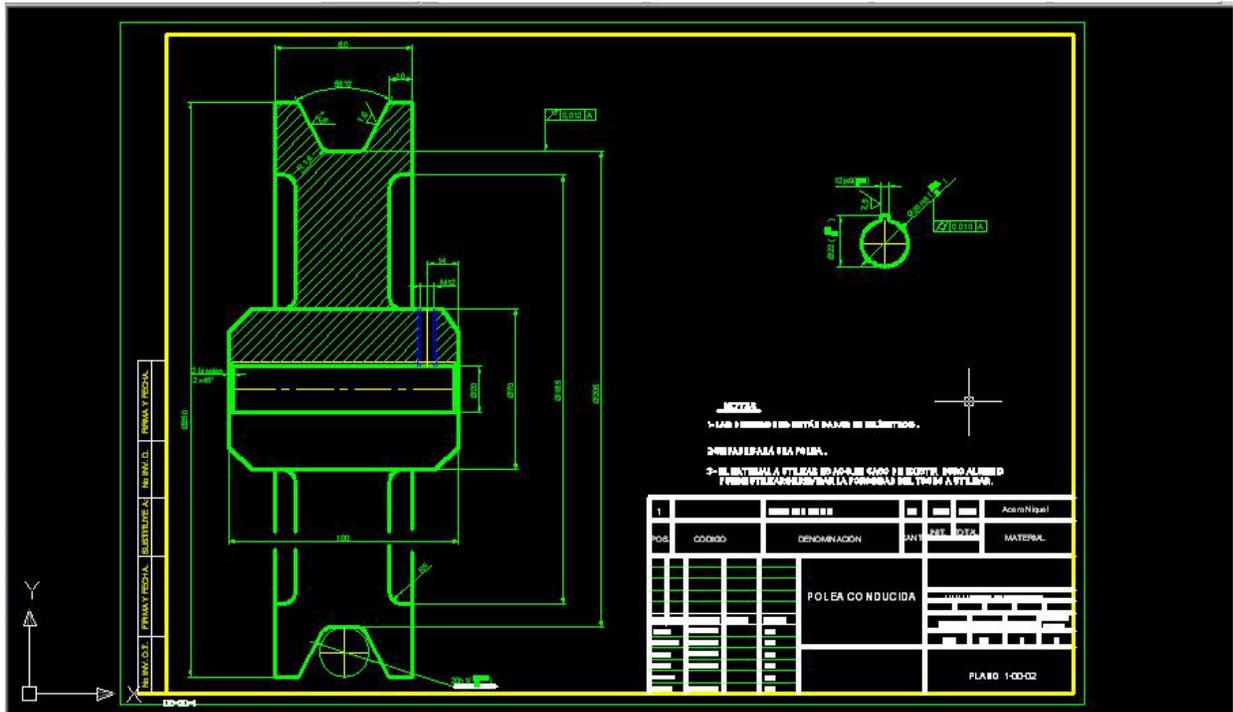
Anexo 2. Plano de dimensiones máximas.



Anexo 3. Chasis de la máquina.



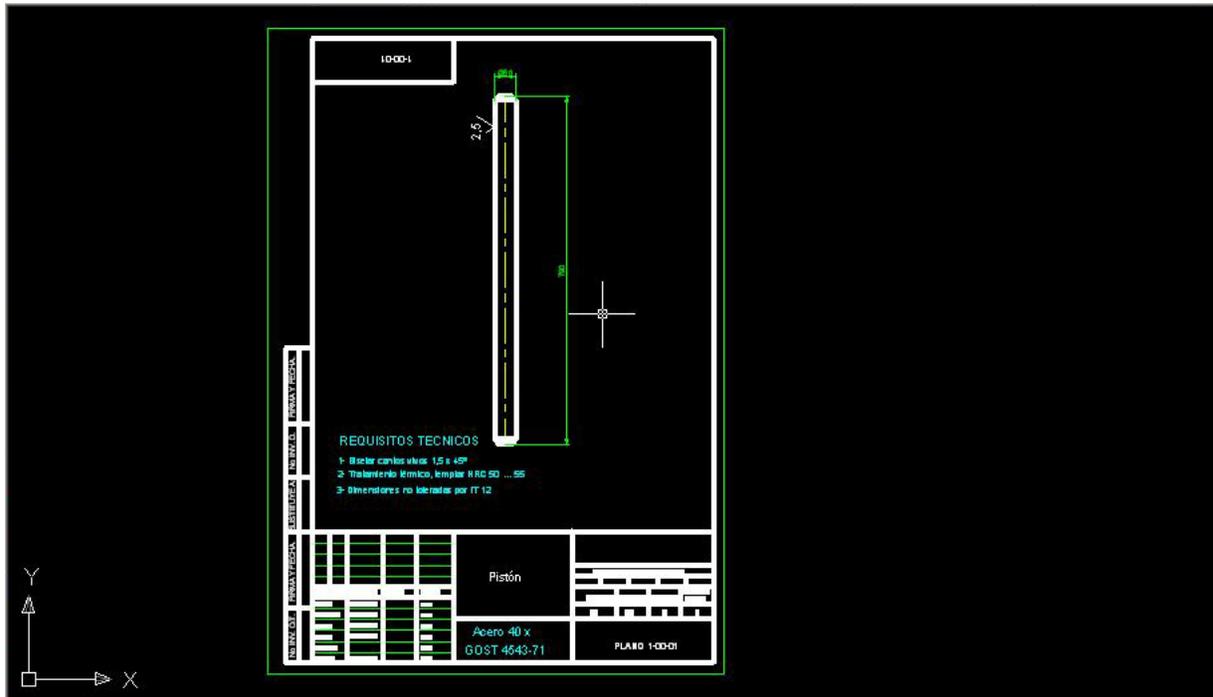
Anexo 4. Polea conducida.



Anexo 6. Rueda excéntrica.



Anexo 7. Pistón.



Fotos de la máquina troceadora.

Vista frontal delantera



Vista frontal posterior.



Vista lateral derecha.



Vista lateral izquierda.



Vista frontal, cuchillas de corte.



Vista lateral, cuchillas de corte



