INSTALACIÓN DE SERVICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL MONTAJE DE PELETIZADORA EN ALIMENTOS SUPER S, C.A.

Autor: Annette Nieto

Urb. Yuma II, calle nº 3.Municipio San Diego

Teléfono (0241) 8714240 (master)-Fax: (0241) 8712394

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

INSTALACIÓN DE SERVICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL MONTAJE DE PELETIZADORA EN ALIMENTOS SUPER S, C.A.

Empresa: ALIMENTOS SUPER-S C. A.

Autor: Annette Nieto
C.I.25.971.004
Tutor: Ing. Andrés Molina

San Diego, junio de 2017

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

INSTALACIÓN DE SERVICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL MONTAJE DE PELETIZADORA EN ALIMENTOS SUPER S, C.A.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Andrés Molina,
CI**:** 3.789.021

Alimentos Super-S, C.A.
RIF: J-30[illegible]51-4

José Viso,
CI: 19.443.672

Autor: Annette Nieto
C. I.: 25.971.004

San Diego, junio de 2017

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE MECÁNICA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Andrés Molina, portador de la cédula de identidad 3.789.021, en mi carácter de tutor del proyecto de trabajo de grado hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por la ciudadana Annette Nieto, portador de la cédula de identidad 25.971.004, titulado "Instalación de servicios y obras complementarias necesarias para el montaje de una peletizadora en el área de producción de una planta de alimentos para animales", presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 20 días del mes de enero del año dos mil diecisiete.

Firma

Andrés Molina

C.I. 3.789.021

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por bendecirme cada día de mi vida, por regalarme este gran logro, por hacer mi sueño realidad. Gracias papá Dios porque contigo lo tengo todo.

Luego a mis padres Maura Barrios y William Nieto a quien les debo un eterno agradecimiento, por sus innumerables consejos, por su paciencia, por su sacrificio, pero sobre todo por su gran amor.

Seguidamente a mis hermanos Williams y Nathalia Nieto, a quienes amo con todo mi corazón, mi motivo, mi inspiración. Ellos han sido mis ganas, mis fuerzas. Quiero ser como hermana mayor el mejor ejemplo.

Gracias también a mi novio Luis Burlando porque con mucha paciencia me brindo un apoyo incondicional a lo largo de todo este proyecto.

Así mismo, a mi tutor académico Andrés Molina, por el interés que por tantos meses dedico a este trabajo. De verdad gracias por todo su tiempo y por su tan valioso apoyo.

Igualmente mil gracias a mi jurado Nelson Vilchez, quien desinteresadamente me apoyó con su gran conocimiento, me corrigió e hizo grandes aportes para la culminación de este informe.

Y por último pero no menos importante a Alimentos Súper S, C.A por la oportunidad brindada, por ser mi casa en las pasantías, por proporcionarme todas las herramientas necesarias para este proyecto pero sobre todo por la grata experiencia durante mi estadía en la empresa.

ÍNDICE

CONTENIDO
RESUMEN…… viii
INTRODUCCIÓN…… 1

CAPÍTULO I.
LA EMPRESA
1.1 Reseña Histórica……..……..…….…….. 3
1.2 Descripción…….. 4
1.3 Ubicación Actual…….. 5
1.4 Objetivos…….……. 5
1.5 Misión…….. 6
1.6 Visión……... 6
1.7 Valores……. 6
1.8 Producto y servicios……. 7
1.9 Experiencia…….. 7
1.10 Estructura Organizacional……..... 8

CAPÍTULO II.
EL PROBLEMA
2.1 Planteamiento del Problema……... 9
2.2 Formulación del Problema……..…… 10
2.3 Objetivos de la Investigación…...……... 10
2.3.1 Objetivo General……...……..... 10
2.3.2 Objetivos Específicos……...…….…. 10
2.4 Justificación de la investigación..……...…….....……..... 11
2.5 Alcance.....…….…… 11
2.6 Limitaciones…… 11

CAPÍTULO III.
MARCO TEÓRICO
3.1 Antecedentes……...……..…….…….. 12
3.2 Bases teóricas..……... 14
3.2.1 Peletización……..…….. 14
3.2.1.1Ventajas y desventajas……. …...…..... 15
3.2.1.2 Proceso productivo……..... 16
3.2.1.3 Efectos de las variables del proceso……. 17
3.2.1.3.1 Alimentación…….…….. 17
3.2.1.3.2 Acondicionamiento……. 18
3.2.1.3.3 Cámara de peletizado……... 21

3.2.2 Estructuras..…… 23
3.2.3 Tolvas…...…….…….. 25
3.2.3.1Tipos de compuertas para tolvas……. …...…..... 26
3.2.4 Sistemas neumáticos..……..…….. 26
3.2.4.1 Sistema de producción de aire…...……. …...…..... 27
3.2.4.2 Sistema de consumo de aire…….…...…..... 28
3.2.4.3 Cálculo de cilindros neumáticos…….....…..... 29
3.3 Definición de términos básicos..……...…….... 32

CAPÍTULO IV.
FASES METODOLÓGICAS
4.1 Fases metodológicas……..……... 34

CAPÍTULO V.
RESULTADOS
5.1 Diagnóstico de la situación actual en el área de peletizado, mediante técnicas de recolección de datos**.**……...…….. 36
5.2 Análisis de la información obtenida en el diagnóstico, mediante herramientas básicas de ingeniería.……...…….. 41
5.3 Propuesta de instalación en base a las oportunidades generadas, para la mejorar las condiciones operacionales del área.…….....…….. 42
5.3.1 Circuito de vapor……..……...…….. 42
5.3.2 Estructuras……..……..……...…….. 43
5.3.3 Tolvas…….……..……...…….. 47
5.3.4 Compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora**.**……... 48
5.3.5 Sistema neumático…….....……...…….. 53
5.3.6 Desinstalación de la peletizadora actual....……..…….. 54
5.3.7 Instalación de la peletizadora actual…….. 57
5.3.8 Primera puesta en marcha…....……...…….. 60
5.4 Acciones básicas de mantenimiento para la nueva peletizadora …… 61
5.4.1 Limpieza…….……..……...…….. 62
5.4.2 Lubricantes……..……..……...……...…….. 63
5.4.3 Lubricación automática……..……....…….. 64
5.4.4 Lubricación manual...…...……...…….. 65
5.4.5 Control de nivel de aceite…….....…...…….. 66
5.4.6 Matriz…….…….....……...……..…….. 66
5.4.7 Cambio del anillo de desgaste de la matriz…....…….. 68
5.4.8 Ajuste del distribuidor de materiales …....…….....…….. 68
5.4.9 Control del juego en el cojinete del eje de portarodillos …...….... 69
5.4.10 Control del juego en el cojinete posterior del eje motor …..... 70

5.4.11 Acoplamiento de engranajes y motores …..…….....…… 71
5.4.12 Ajuste de los rodillos …...…….....…… 72
5.4.13 Mantenimiento de los rodillos…….…....…….....…….. 73

CONCLUSIONES…… 78
RECOMENDACIONES……... 80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…… 81

ANEXOS
ANEXO A: Planos de peletizadora actual……. 83
ANEXO B: Plano de base de peletizadora actual……... 85
ANEXO C: Esquemas de circuito neumático y de vapor …….. 86
ANEXO D: Esquemas de vapor de peletizadora actual ……... 87
ANEXO E: Medidas de peletizadora nueva …….. 88
ANEXO F: Sistema de vapor de nueva peletizadora……. 90
ANEXO G: Catálogos de válvulas de vapor ……..... 92
ANEXO H: Estructuras…… ……..…….. 94
ANEXO I: Plano de tolva de descarga de peletizadora…… ……. 98
ANEXO J: Plano de tolva alimentador-acondicionador …….. 99
ANEXO K: Circuito neumático de peletizadora nueva……. 100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		
1	Efecto del vapor en la calidad del pelet …….	19
2	Efecto del vapor y el agua en la calidad del pelet ……..	20
3	Efecto de la separación entre rodillos respecto a la durabilidad del pelet …….	22
4	Factor de pandeo en cilindros neumáticos ……	31
5	Datos de la peletizadora actual…….	38
6	Comparación entre peletizadora actual y nueva…….....	41
7	Características de perfil IPN 100	45
8	Resultado análisis de esfuerzo de estructura del acondicionador……	46
9	Características cilindro DSBC-40-P……	50
10	Datos de válvula 5/2 marca MICRO……	52
11	Datos de unidad de mantenimiento marca FESTO…….	53
12	Lubricantes recomendados…….	64
13	Lubricación de elementos…….	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		
1	Ubicación de Alimentos Súper S, C.A……..	5
2	Estructura organizacional de Alimentos Súper S, C.A…..….	8
3	Industrias de alimento productoras de pelet……..	14
4	Esquema de producción general de pelet alimenticio……...	15
5	Esquema básico de una peletizadora…….	17
6	Sistema de alimentación del proceso…….	18
7	Sistema de acondicionamiento del proceso……...	18
8	Proceso en la cámara de peletizado…….....	21
9	Sistema neumático…….	27
10	Pandeo del vástago de cilindro neumático ……...…	31
11	Base de nueva peletizadora ……..	43
12	Diagrama de fuerzas y momentos de base de nuevo acondicionador……..	44
13	Perfil IPN…….…….	45
14	Base de nuevo acondicionador…….…….	46
15	Tolva de descarga de nueva peletizadora …….	47
16	Tolva alimentador-acondicionador…….....	48
17	Compuerta de guillotina……	48
18	Circuito de compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora……	49
19	Cilindro de compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora……..……..	50
20	Electroválvula 5/2 marca MICRO…….	52
21	Unidad de mantenimiento marca FESTO……...	53
22	Nueva peletizadora……	54
23	Elevación de acondicionador……..……...	55
24	Elevación de peletizadora……...……...	56
25	Ruta de montacargas para desinstalación……..	56
26	Ruta de montacargas para instalación……	57

27	Regulación de rodillos……...	58
28	Ajuste de correas……	59
29	Palas del acondicionador……	59
30	Piezas internas de peletizadora……..	62
31	Sistema de lubricación……...……	64
32	Lubricación manual (1)…….	65
33	Lubricación manual (2) …….	66
34	Desmontaje de matriz ……	67
35	Distribuidor de materiales…….…….	69
36	Ajuste de rodillos…….…….	72
37	Esquema (1) de rodillos…….	74
38	Esquema (2) de rodillos…….	75
39	Esquema (3) de rodillos…….	76
40	Esquema (4) de rodillos…….	76
41	Esquema (5) de rodillos…….	77

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
CARRERA INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

INSTALACIÓN DE SERVICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL MONTAJE DE PELETIZADORA EN ALIMENTOS SUPER S, C.A.

Autores: Annette Nieto
Tutor: Ing. Andrés Molina
Fecha: Junio, 2017

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general desarrollar el montaje de una nueva peletizadora para Alimentos Súper-S, C.A. ubicada en Valencia, Edo. Carabobo. Dicho proyecto proporciona a la empresa una propuesta para la sustitución de una de sus peletizadoras actuales, con el fin de aumentar el margen de producción y eliminar los ruidos excesivos y las vibraciones que ésta genera. Con el diagnóstico del equipo actual y el estudio del nuevo equipo se establecieron y desarrollaron los cambios en estructuras, tuberías y sistemas. El proyecto pretende desarrollar todas las modificaciones de manera que se garantice un sistema que se adapte a las instalaciones de la empresa con el fin de disminuir los costos y el tiempo de implementación del proyecto.

Descriptores: Proyecto, Instalación, Peletizadora, Alimentos

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar el proyecto de montaje de una peletizadora en la empresa Alimentos Súper-S, C.A. sustituyendo un equipo antiguo, con la finalidad de atender los requerimientos exigidos por INPSASEL con respecto a los excesos de ruidos y vibraciones generados por la máquina actual, y así garantizar la salud del personal. Así mismo, dicha instalación pretende reducir costos en mantenimiento puesto que la máquina a instalar es nueva.

Actualmente Alimentos Súper-S, C.A. dispone de tres peletizadoras de las cuales una no se encuentra operativa, esto se ve reflejado en el índice de producción el cual ha bajado considerablemente lo que se traduce a menos ganancias. Para poder cubrir la demanda en el mercado de manera óptima, es necesario tener al menos tres máquinas peletizadoras operativas, por este motivo la empresa Alimentos Súper-S, C.A. adquirió una máquina nueva la cual deberá ser instalada lo más pronto posible, y así satisfacer del mercado.

El presente proyecto de pasantías es una investigación que pretende describir, atender y satisfacer las necesidades que tiene la planta de la empresa Alimentos Súper-S, C.A. en el área de producción. Para ello se diagnosticó la situación actual del proceso, con el fin de conocer el estado operativo y funcional del mismo y así establecer cuáles son las variables que intervienen en el mismo. Partiendo de las necesidades y exigencias de la empresa se desarrollará el estudio del montaje de una máquina peletizadora siguiendo los parámetros delimitados por el proceso.

Así mismo, el sistema debe satisfacer los requerimientos de INPSASEL y a su vez ser compatible con las instalaciones actuales, con el fin de disminuir costos y tiempo en el proyecto.

La investigación se desarrolló por capítulos:

El Capítulo I. La empresa. Se describió a la empresa que realiza el proyecto, su reseña histórica, su misión y visión, sus valores y los servicios que ofrece. También se mostró su estructura organizacional.

El Capítulo II. El problema. Se mostró el planteamiento del problema, los objetivos que se pretendían alcanzar con el desarrollo de este proyecto, la justificación de la investigación el alcance y las limitaciones que presento el mismo.

El Capítulo III. El marco teórico. Se observó los antecedentes relacionados con el tema de esta investigación, las bases teóricas necesarias para comprender y sustentar el proceso y técnicas empleadas, y la definición de los términos básicos.

El Capítulo IV. El marco metodológico. Se plantearon las fases de la investigación, que son:

- Diagnosticar la situación actual en el área de peletizado, mediante técnicas de recolección de datos
- Analizar la información obtenida en el diagnóstico, mediante herramientas básicas de ingeniería
- Diseñar la propuesta de instalación en base a las oportunidades generadas, para mejorar las condiciones operacionales del área
- Determinar las acciones básicas de mantenimiento para la nueva peletizadora

El Capítulo V. Se presentaron los recursos utilizados en la obtención de información para así lograr un buen desarrollo del proyecto.

Finalmente se expondrán las conclusiones del proyecto, las recomendaciones y las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I
LA EMPRESA

1.1.Reseña Histórica

En al año 1892 se fundó el primer molino de harina de trigo de la Internacional Milling Company en Minneapolis, Minnesota, E.E.U.U., empresa que luego cambia su nombre por Internacional Multifoods. En 1908 la compañía se expande hacia Canadá, y para 1925, introduce en Venezuela harina de su producción, lo cual propicia para 1956 la constitución en el país de la empresa Molinos Nacionales C.A. (MONACA).

Molinos Nacionales, es una de las principales filiales de la International Multifoods, empresa norteamericana mundialmente prestigiosa en el ramo de la elaboración y distribución de productos alimenticios. Es una empresa multinacional de las más grandes productoras de alimentos de Venezuela, fundamentalmente dedicada a la producción y distribución de harina de trigo, harina de maíz, arroz, avena, mezclas especiales y exclusivas para panaderías y pastelería, productos avícolas, alimentos balanceados para animales y condimentos, con una exitosa trayectoria desde su constitución en 1956.

En el año 1957, Molinos Nacionales C.A. (MONACA), inicia la construcción de su primer molino en la ciudad de Puerto Cabello, Estado Carabobo, el cual comenzó la producción de harina de trigo para el consumo industrial y familiar en Abril de 1958.

A fin de responder a los requerimientos del mercado nacional, Molinos Nacionales C.A. (MONACA), fue adquiriendo y construyendo otros molinos y empresas en diversas partes del país. Es así como se inicia el funcionamiento de los molinos y empresas de Maracaibo y Cumaná, para cubrir las demandas del oriente y occidente de Venezuela. De la misma manera en 1960 se construye en Caracas, la Agencia Harinas Internacionales C.A. (AGINCA), la cual se dedica al almacenaje, venta y distribución

de Harinas de Trigo Industrial para la zona Metropolitana de Caracas, El Litoral Central y sus alrededores.

En 1962, se inicia la primera incursión de Molinos Nacionales C.A. (MONACA), fuera del áreas de las harinas de trigo, con la producción de la avena Lassie, iniciándose también en la elaboración y distribución de alimentos balanceados para animales, a través de la Empresa ALIMENTOS SUPER-S, C.A., cuya Planta principal está ubicada en la Zona Industrial Sur de Valencia, Av. Domingo Olavarría, parcela No. 72 en el Estado Carabobo.

Para mediados de 1966, comenzó a operar la Granja Reproductora Súper Ave C.A, y sus plantas de incubación y experimentación ubicadas en la Victoria Estado Aragua. Allí se realiza la producción, incubación y evaluación de huevos fértiles para la obtención de pollitos engorde y pollitas ponedoras para sus clientes granjeros.

En 1974 se constituye en Caracas la empresa de servicios de computación y contabilidad Secón C.A, encargada de dar asesoramiento administrativo a todo el grupo Monaca. Este año, se inicia la producción de mezclas genéricas y exclusivas, especialmente formuladas para panaderías, pastelerías, y otras empresas de consumo masivo, lo cual le permite ahorrar tiempo y dinero en la elaboración de sus productos.

Para 1977, se inicia en el área de la distribución de condimentos, productos que pasaron a ser de elaboración propia en 1984, con la contribución de la Planta Monaca-Acarigua, en donde se elabora el Adobo Completo y especies La Comadre.

Ya para Junio de 1999 la empresa La Caridad, adquiere gran parte de la empresa Monaca, en cuanto al ramo de fabricación de Alimentos para Animales, de igual forma cambia de razón social de Monaca a Alimentos Súper-S, C.A. Dedicándose de esta manera solo y exclusivamente a la fabricación de alimentos para animales.

1.2.Descripción

Es una empresa que elabora alimentos balanceados para animales, es altamente productiva, tiene entre sus políticas satisfacer las necesidades de sus clientes con sus altos estándares de calidad.

1.3.Ubicación Actual

Av. Domingo Olavarría, Zona Industrial Sur, entre Quaker y Kraft, Valencia, Estado Carabobo.

Figura 1: Ubicación de Alimentos Súper S, C.A

Fuente: Google maps (2017)

1.4.Objetivos

- Incrementar la productividad de la organización y disminuir los niveles de errores en el trabajo.
- Fortalecer el desarrollo y el crecimiento de los trabajadores de la empresa.
- Mantener la imágen de la organización mediante una buena gestión administrativa.
- Alcanzar resultados óptimos en cada uno de los negocios o inversiones que realicen.
- Cumplir efectiva y eficientemente las necesidades de cada uno de sus clientes.
- Mantener una buena cultura organizacional, a través del respeto, orden, coordinación y planificación de cada una de las actividades.
- Conservar una buena comunicación efectiva.

1.5.Misión

Producir y vender alimentos balanceados para animales, de buena calidad, mediante un proceso productivo continuo que satisfaga las necesidades y expectativas del cliente, obteniendo una alta rentabilidad que permita el buen funcionamiento de la empresa, buscando para ello proveedores que garanticen insumos de alta calidad y desarrollando un personal altamente confiable e incentivado en un ambiente socio-económico favorable, así como también promocionando actividades de bien común que proyecte la empresa hacia la comunidad.

1.6.Visión

Continuar siendo líder en el mercado nacional en la elaboración y venta de alimentos balanceados para animales de la más óptima calidad, contando para ello con un sistema de aseguramiento de la calidad, que con avanzadas técnicas de inspección en las diferentes fases del proceso, ha logrado que el producto tenga un elevado nivel de aceptación. Así mismo, motivando al personal a la lucha de cada día para lograr cumplir sus objetivos y los de la empresa.

1.7.Valores

Constituyen el marco de referencia fundamental para el desarrollo de las actividades y el comportamiento de todos los que laboran en Alimentos Súper-S, C.A. Son guías que dan una orientación a la conducta y a la vida de cada persona y grupo social. Son indispensables para la convivencia diaria en el ámbito personal, familiar, laboral y en la sociedad en general. Los valores que representan y son pilares fundamentales en la empresa son:

- **Disciplina:** acatamiento y cumplimiento de normas, procedimientos y métodos. El ejercicio de responsabilidad a través de la autogestión y autocontrol.
- **Responsabilidad:** el cumplimiento cabal de los deberes por la organización. Una persona responsable cumple íntegramente los deberes asignados y permanece fiel a los objetivos; y que se reflejan en sus actitudes y acciones.
- **Trabajo en equipo:** esfuerzo solidarizado de cooperación y apoyo.

- **Honestidad:** en los equipos, en el personal, en los procedimientos, en las informaciones, en todo lo que ofrecemos, para que este sea el fundamento de la preferencia de sus clientes.
- **Honorabilidad:** es el principio referido a la importancia de enaltecer con lealtad, eficiencia, dignidad, calidad y respeto por la gestión para el logro de los objetivos y metas de la organización.

1.8.Productos y servicios

Los productos elaborados por Alimentos Súper-S se agrupan en distintas familias:

- Ganado porcino.
- Ganado porcino reproductor.
- Ganado bovino.
- Pollo engorde.
- Ponedora.
- Conejos.
- Peces.
- Caballos.
- Perros.

1.9.Experiencia

Alimentos Súper-S, C.A. empresa productora de alimentos balanceados para animales que abarca actualmente todo el mercado del occidente y oriente del país. Satisface desde hace más de 50 años gran parte del sector ganadero venezolano, específicamente las especies de ganado porcino, aves, conejo y otros animales domésticos tales como perros, además surte también la piscicultura del país con su producción de alimentos para cachamas y truchas. De esta forma Súper-S, C.A distribuye sus productos no solo a locales distribuidores sino también a extensas granjas y criaderos de peces.

1.10. Estructura Organizacional

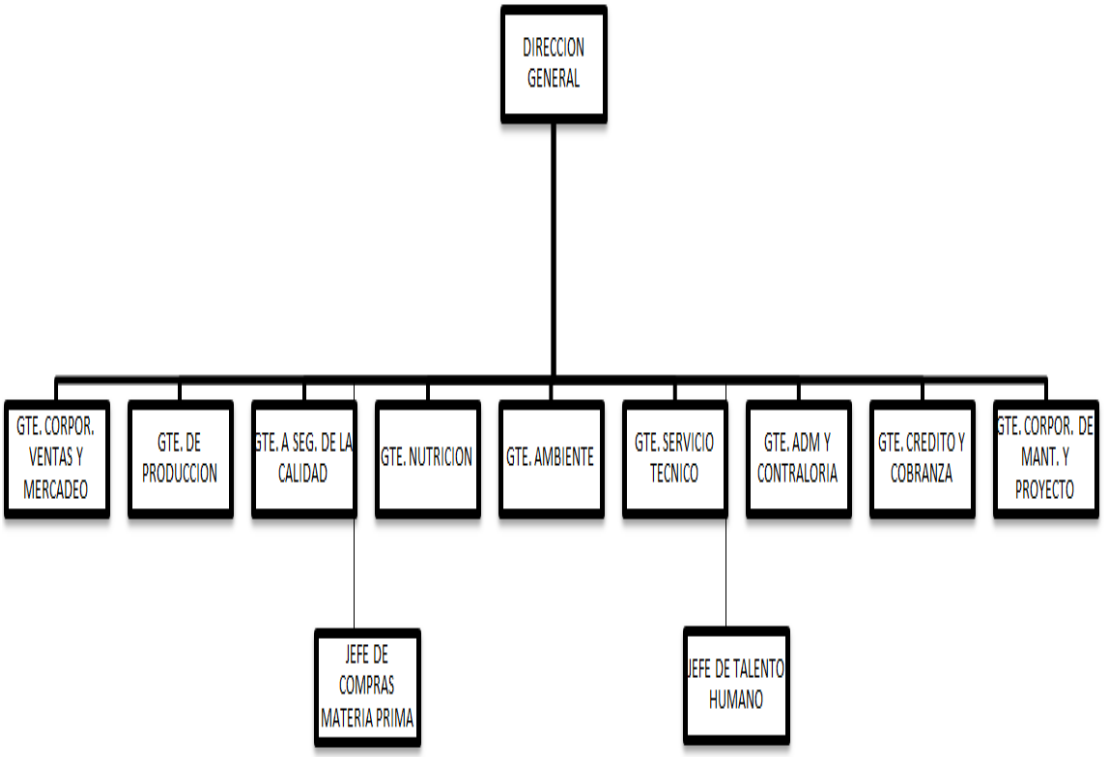


Figura 2: Estructura organizacional de Alimentos Súper S, C.A

Fuente: Alimentos Súper S, C.A (2017)

CAPÍTULO II
EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

La industria de alimentos para animales se encarga de proporcionarle alimentos al sector ganadero. El sector ganadero cubre aproximadamente el 80% de la alimentación de la población en el mundo, es por esto que todos los insumos que se utilicen deben ser de calidad con el fin de que el producto final sea de primera, uno de los principales puntos que pueden garantizar dicha calidad son los alimentos que consumen los animales que constituyen este sector, pues depende de esto la salud del animal y así mismo la cualidad de sus carnes, leches y derivados. En este punto radica la importancia y el compromiso que tienen las industrias de alimentos para animales a nivel mundial.

En Venezuela anteriormente el sector ganadero representaba un porcentaje considerable de la economía del país, esto generó una gran demanda de alimentos para animales, con ello surgió la necesidad de incluir al ámbito industrial empresas que brinden dicho producto. A pesar de los cambios de la economía, actualmente estas empresas siguen siendo de gran importancia. Valencia ubicada en el estado Carabobo es conocida como una de las grandes ciudades industriales en Venezuela, por ende se puede conseguir en ella una gran cantidad de industrias y empresas, de las cuales un alto porcentaje son alimenticias, muchas dedicadas a la producción de alimentos para animales, siendo Alimentos Súper-S C.A una de las más grandes en la producción de alimento para el sector avícola, porcino, pesquero y doméstico.

Entre los procesos de Alimentos Súper-S C.A se encuentra el peletizado, el cual es un paso esencial dentro de la fabricación de alimentos concentrado para animales con alto contenido de almidón como lo son alimentos de pollo y cerdos. Esta etapa consiste en aplicarle calor al producto por medio de la adición de vapor de agua en la unidad de

acondicionamiento, para luego ser prensado y formar un pelet, este vapor es absorbido fácilmente por las partículas del alimento, incrementando de esta manera su temperatura y favoreciendo la cocción, expansión y gelatinización de la mezcla.

Actualmente, la empresa se encuentra bajo reclamos y solicitudes por parte del INPSASEL debido a molestias causadas por una de las peletizadoras utilizadas, ya que esta genera exceso de ruido y niveles de vibración muy altos. Por otra parte, dicho equipo además de trabajar de forma ineficiente en cuanto a producción, debido a los muchos años de servicio que posee, requiere un nivel alto y frecuente de mantenimiento. Para resolver los problemas planteados y satisfacer las necesidades de producción, se debe instalar una nueva peletizadora, la cual ya fue adquirida por la empresa.

2.2. Formulación del Problema

De lo planteado anteriormente, surge entonces la interrogante:

¿De qué manera se puede poner en servicio una nueva peletizadora adquirida por la empresa?

2.3. Objetivos de la Investigación

2.3.1. Objetivo General

Desarrollar el proyecto de montaje de una nueva peletizadora en Alimentos Súper-S, C.A.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en el área de peletizado, mediante técnicas de recolección de datos
- Analizar la información obtenida en el diagnóstico, mediante herramientas básicas de ingeniería
- Diseñar la propuesta de instalación en base a las oportunidades generadas, para mejorar las condiciones operacionales del área
- Determinar las acciones básicas de mantenimiento para la nueva peletizadora

2.4. Justificación de la investigación

El presente proyecto, se realizará con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo del área de producción de Alimentos Súper-S C.A, en respuesta a ruidos y vibraciones que no son aptos para el personal, además la máquina amerita de un frecuente mantenimiento debido a que posee muchos años de servicio. De este modo, con el desarrollo de este proyecto, se le proporcionará a la empresa información sustentada de las instalaciones de servicios y obras complementarias necesarias para el montaje de la nueva peletizadora.

2.5. Alcance

Este trabajo de pasantías, está dirigido al diseño y cálculos para la instalación de servicios y obras complementarias necesarias para el montaje de una peletizadora en el área de producción de una empresa de alimentos balanceados para animales. Únicamente se realizarán los cálculos y planos pertinentes para el sistema de aire comprimido, planos para el sistema de vapor con sus conexiones, para las tolvas de carga y descarga y las obras complementarias indispensables para el montaje de la peletizadora, además se mostrará acciones básicas de mantenimiento del nuevo equipo. Así mismo, el trabajo será utilizado como credencial de mérito para optar por el título de ingeniero mecánico.

2.6. Limitaciones

- Características de diseño limitadas por el área a trabajar.
- Las operaciones en el área dificultan la obtención de datos.
- Utilización de materiales disponibles en la empresa.
- El proyecto deberá desarrollarse con una duración de 12 semanas.

CAPÍTULO III
MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes

Los antecedentes expuestos a continuación servirán de apoyo y comparación con el presente trabajo de investigación, luego de consultar diferentes bibliografías y constatar la existencia de otras publicaciones basadas en las mismas áreas, se consideraron aquellas que más se adaptaron a los fines que persiguieron la presente investigación.

Así Chachapoya, D. (2014) en el trabajo de grado titulado **"Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el Cantón Cevallos",** presentado en la Escuela Politécnica Nacional con el fin de optar por el título de Ingeniero Mecánico. Es un proyecto que tiene como objetivo el diseño de una planta agroindustrial para la producción y comercialización de balanceados dirigido a animales de especies menores como: cerdo, cuy, conejo y pollo de engorde, con la finalidad de promover el consumo de dietas balanceadas para incrementar la producción de carne específicamente. Para la formulación de dietas en la investigación se utilizó una herramienta informática que facilito la combinación de hasta diez ingredientes reduciendo el costo del producto final. Por otra parte, en el área de producción se minimizó los riesgos de accidentes y contaminación de alimentos, con la implementación de registros de monitoreo de personal, de limpieza, mantenimiento y operación de equipos, dentro de este seguimiento se considera a molienda y mezcla como la parte esencial del proceso debido a que determina la calidad del producto final al llevar un control en la mezcladora la dieta no debe sobrepasar de los doce minutos que se requieren para que los nutriente se encuentren correctamente distribuidos.

Como segundo antecedente se tomó el proyecto de González, G. (2013) en el trabajo de investigación **"Diseño de una planta de peletización en Castilla y León"**

presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Carlos III de Madrid. Es un proyecto que tiene como objetivo el diseño de una planta de peletización en la Comunidad de Castilla y León. Dicha planta habrá de aprovechar los residuos o subproductos, como astillas, serrín y virutas generados por la industria de la madera de primera transformación, con los que se pueda fabricar combustible de biomasa densificada (pelet). Para ello será necesario conocer y calcular la cantidad necesaria de subproducto de partida, con sus parámetros fundamentales como son tamaño y humedad definidos. El pelet se utilizará como biocombustible para uso doméstico en calderas, ya sea para calentar agua caliente, o para calentar una corriente de aire con la que poder acondicionar habitaciones y recintos, para ello el pelet deberá cumplir con la normativa Europea EN 14961-2, donde se definen los parámetros y calidades del pelet para uso no industrial.

Por último Flores, D. (2010), en el trabajo de grado titulado **"Diseño conceptual de una máquina peletizadora de alimentos para aves de corral"** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. El trabajo se desarrolló con el fin de plantear una solución (entiéndase máquina, dispositivo, equipo) al problema de la producción de alimento peletizado en una finca. Como requerimiento se encuentra la producción diaria y como objetivos se encuentran la seguridad al operario, bajos consumos de energía, bajo nivel de impacto ambiental y ser un modelo de construcción nacional cuyo costo sea inferior o igual al que pueda ofrecer la competencia en el mercado establecido. Para encontrar el diseño que cumpla las especificaciones requeridas, es necesario seguir una metodología que permita clasificar y cuantificar exigencias y deseos en la solución del proceso de peletizado. Esta metodología está basada en las desarrolladas por Pahl & Beitz, Ulrichh y otros autores, la cual permite partir de las funciones primarias, es decir, sin plantear soluciones a priori. Como objetivos específicos se planteó: garantizar en los requerimientos del diseño la seguridad del operario, el menor impacto ambiental y bajo costo de fabricación y operación, generar y comparar alternativas de solución para

que, mediante criterios de selección, se obtenga la mejor solución y utilizar las metodologías de diseño con el fin de obtener una solución basada en la identificación y la cuantificación de los requisitos y deseos del cliente y del diseñador y generar una descripción completa del concepto de diseño y una preliminar del detalle.

3.2. Bases teóricas

3.2.1 Peletización

En el área del alimento, es un proceso de producción donde se busca transformar una materia prima en forma de harina, mediante la acción de procesos de mezclado homogéneo, adición de calor y humedad, y la aplicación de presión necesaria para hacer fluir plásticamente la mezcla hasta adquirir una forma deseada, que dependerá de la finalidad del producto, esta forma está ligada a factores diversos como el tipo de animal a alimentar, su edad y hasta la composición de la fórmula.

Gracias a la versatilidad de este proceso, muchas de las industrias productoras de alimento para animales han adaptado sus procesos y maquinaria para entrar a este mercado creciente en el mundo. Algunos de las industrias envueltas en esta tendencia van desde la avícola y porcina hasta la ganadera. A continuación en la figura 3 se muestra un esquema de las industrias de alimento pertinentes.

Figura 3: Industrias de alimento productoras de pelet
Fuente: Escobar, 2010

Sin embargo, otras industrias como la de madera y plástico están envueltas en este tipo de producción, debido a que encuentran una manera de producir más eficiente, minimizando pérdidas y con una mayor versatilidad de producción.

En todas las industrias de alimentos, el proceso de peletizado sigue unos lineamientos básicos, compuestos por etapas de alimentación, acondicionamiento y peletizado principalmente. Aunque para cada industria la formulación del alimento cambia, y por tanto las condiciones físico químicas del producto exigen diferentes variables de producción como temperaturas, presiones y tiempos de permanencia en el proceso, la mayoría de estas siguen unos lineamientos semejantes al esquema mostrado en la figura 4.

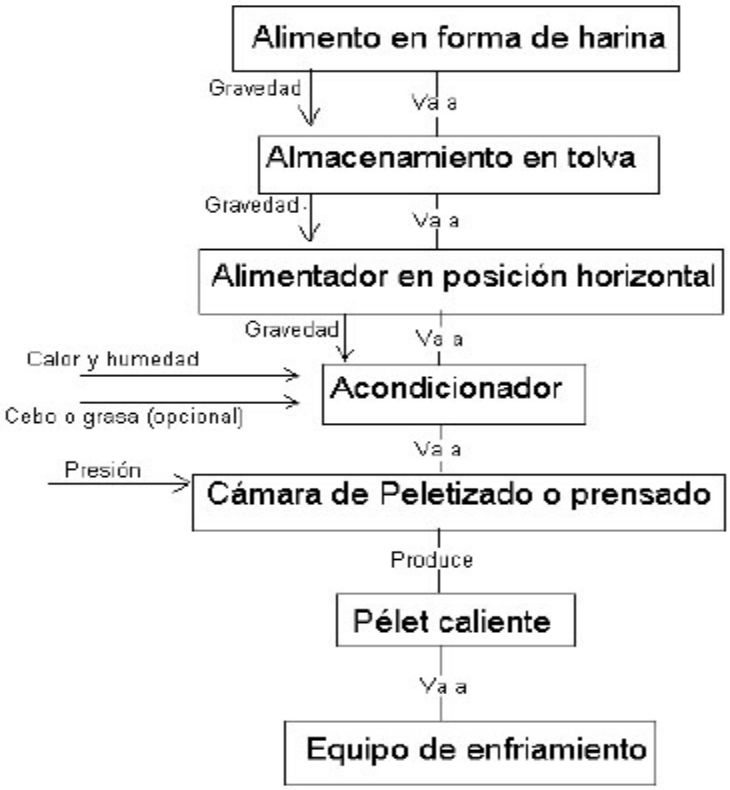


Figura 4: Esquema de producción general de pelet alimenticio

Fuente: Escobar, 2010

3.2.1.1 Ventajas y desventajas

Algunas de las ventajas e inconvenientes que tiene el alimento en forma de pelet se muestran a continuación:

- Ventajas:
- Mezcla los ingredientes evitando la selección del animal y la preferencia del mismo por ciertos componentes, balanceando su dieta

- Evita la segregación del producto en el transporte
- Menores desperdicios y menor pérdida con el viento
- En temporadas con ambientes más calientes ha dado mejor resultado respecto al alimento a base de harina
- Mayor productividad y eficiencia alimenticia
- Mayor durabilidad del producto
- Menor espacio ocupado en el almacenamiento
- Se produce un grado de gelatinización de los almidones, mejorando la conversión del alimento, esta ventaja es particularmente evidente en la industria avícola.
- Pelets cilíndricos y densificados permiten un fácil manejo a granel

· Desventajas:

- Alto consumo de energía en procesamiento
- Operario calificado con conocimientos de formulación
- Mantenimiento de maquinaria delicada
- Uso de sistemas de vapor o calentamiento de aguas
- Alta inversión inicial

3.2.1.2 Proceso productivo

El proceso de peletizado consiste en la aglomeración de las pequeñas partículas de una mezcla, en unidades largas o comprimidos densos mediante un proceso mecánico combinado con la humedad, el calor y la presión; todo ello determina una mejora de las características de los alimentos balanceados pecuarios (Behnke K., 2001).

El proceso en la planta se inicia con la molienda de los restos orgánicos para convertirlos en harinas homogéneas que luego son formuladas o mezcladas con nutrientes también naturales y de alto valor nutritivo. Estas harinas se someten al proceso de peletizado en peletizadoras (ver figura 5).

El peletizado es un proceso húmedo y con calor, la temperatura que alcanza el producto es de 82 a 88°C, con 15,

utilizar calor se logra la gelatinización de los almidones y mayor absorción de los nutrientes, además disminuye el número de agentes patógenos que pudieran estar contaminando el producto, mientras que con la humedad hay una mayor lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones.

Una vez que el alimento ha sido acondicionado con humedad y temperatura, se da un fenómeno de compresión a través de una matriz denominada dado, el mismo que según el milimetraje de sus orificios genera pelets de un determinado diámetro, mientras que el largo dependerá de la calibración de la cuchilla que realiza el corte de las partículas largas. Al realizar el peletizado se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido que mejora la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal.

Finalmente los pelets se dejan enfriar y pasan a la etapa de empaque donde el personal verifica que los sacos estén bien cosidos, con fechas de producción y de vencimiento. Así también se aseguran que se mantenga la consistencia del producto y que no sufra modificaciones para garantizar que se mantenga la calidad.

Figura 5: Esquema básico de una peletizadora
Fuente: Escobar, 2010

3.2.1.3 Efectos de las variables de proceso

3.2.1.3.1 Alimentación

Consiste en una etapa en donde el alimento almacenado en una tolva o distribuido por un operario se mezcla y transporta a una velocidad específica, de acuerdo a la

necesidad de producción, mediante un diseño de tornillo helicoidal o de paletas que se encarga de arrastrar o empujar el material hasta llevarlo a la cámara de acondicionamiento. Un esquema básico se muestra en la figura 6.

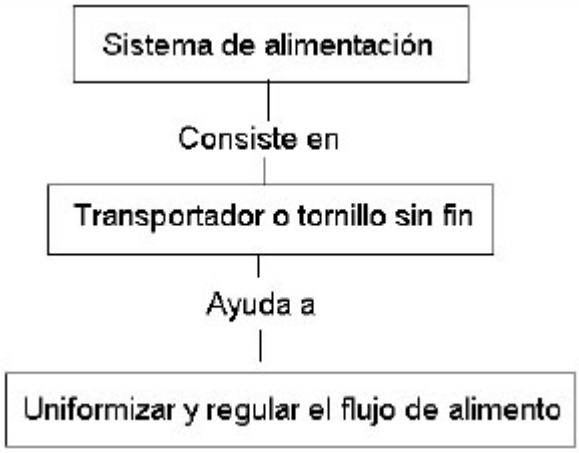


Figura 6: Sistema de alimentación del proceso
Fuente: Escobar, 2010

3.2.1.3.2 Acondicionamiento

El acondicionamiento del alimento es un proceso que busca convertir la mezcla molida con el uso de factores como calor, agua, presión y tiempo a un estado físico que facilita la compactación del alimento molido.

El alimento apropiadamente acondicionado ayudará a alcanzar los estándares de dureza, durabilidad e higiene mientras retiene o mejora el valor nutricional del alimento. En la figura 7 se muestra un esquema básico del funcionamiento de la etapa de acondicionamiento.

Figura 7: Sistema de acondicionamiento del proceso
Fuente: Escobar, 2010

El acondicionamiento incrementa la capacidad de producción y simultáneamente afecta la calidad física, nutricional e higiénica del alimento producido. La adición de agua y calor alterará componentes como el almidón y las proteínas en el alimento molido, de una forma que las propiedades de aglomeración se ven afectadas. Por otro lado, aplicar mucha agua o calor perjudica la capacidad de producción y la calidad del pelet y pueden producir taponamientos de la prensa de peletizado.

A continuación se hablará más en detalle de cada etapa del acondicionamiento:

· Adición de vapor

El acondicionador más ampliamente usado en la manufactura de comida animal que incorpora agua, vapor y otros líquidos es el de tipo barril. En el interior posee palas montadas en un eje rotatorio que mezclan el vapor y/o el líquido con el alimento en un proceso de precompresión para darle las propiedades de mezcla deseadas y prepararlo para la etapa de extrusión.

Las ventajas son la facilidad relativa de uso y su corto tiempo de residencia en un rango de 20 s a 255 s dependiendo del rendimiento, de la cantidad de revoluciones por minuto del eje de palas y el grado de llenado.

A continuación, en la tabla 1 se muestra el efecto de la adición de vapor y la presión en la cámara para algunos casos.

Tabla 1: Efecto del vapor en la calidad del pelet

Vapor		Durabilidad (%)	Temperatura condicionada (°C)	Produccion especifica (kWh t^{-1})
Presion (kPa)	Agregada (kg t^{-1})			
620.7	23.0	93.5	65	13.0
620.7	33.0	96.5	80	9.8
0.0	0.0	79.1	27	26.4
620.7	26.4	90.6	65	10.9
620.7	35.5	93.8	78	9.0
0.0	0.0	69.5	21	27.4
204.0	–	97.4	66–89	–
136.4	25 [b]	91.0	65	8.6
544.2	25 [b]	90.3	65	8.9
136.4	25 [b]	57.5	65	7.5
544.2	25 [b]	57.6	65	8.2

Fuente: Escobar, 2010

· Adición de agua

El agua se adiciona en términos de los acondicionadores el tipo barril, esta cambia la estructura de los materiales de la formulación a un punto en que el enlazado entre partículas de alimento se vuelve posible.

Los componentes del alimento exhiben diferentes comportamientos cuando el agua está presente. La gelatinización, denaturación y el proceso de solubilización se facilitan con la presencia de agua.

Con objeto de mejorar las propiedades de enlazamiento e incrementar la calidad del pelet, se agrega calor como requisito necesario. En la tabla 2, se muestra el efecto de la adición y mezcla de agua y vapor sobre la durabilidad del pelet.

Tabla 2: Efecto del vapor y el agua en la calidad del pelet

Humedad agregada		Durabilidad del pelet (%)
Agua (%)	Vapor (%)	
3	0	94.3
1.5	1.5	95.3
0	3	95.6
3.5	0	$96.4_{+0.5}$ [b]
0	3.5	$97.3_{+0.5}$

Fuente: Escobar, 2010

Es posible observar que a medida en que se va aumentando el contenido de vapor en la mezcla la calidad del pelet aumenta, sin embargo, el uso de agua sin vapor genera un producto de calidad aceptable, evitando el uso de productores de vapor como son las calderas, cuyo precio es muy elevado.

El agua afecta la integridad estructural de los pelets de alimento, primero por causa de la absorción por capilaridad de las partículas y segundo por modificación de las características de compresibilidad del alimento. Sin embargo el agua adicionada como vapor es superior al acondicionamiento con agua sola, ya que la adición de calor modifica las propiedades físico-químicas de gelatinización de almidón, la desnaturación de proteínas y mejora el enlazamiento entre partículas. Por otra parte, la carga bacteriana encontrada en la formulación del alimento no se neutraliza o minimiza

sin la adición de temperatura, y el hecho de peletizar sólo con adición de agua se vuelve riesgoso para la integridad del animal.

· Evaluación de la presión

La presión aplicada en el proceso de peletización, tanto en la etapa de acondicionamiento como en la de peletizado resulta ser beneficioso para la calidad final del pelet. Mediante esta, se pueden lograr productos más compactos y subsecuentemente con menor porosidad, aumentando así la calidad en términos de durabilidad y dureza. Algunos diseños de máquinas peletizadoras incluyen una o varias etapas de compresión en dados extrusores buscando una mejor consistencia del producto.

En el peletizado simple, los acondicionadores presurizados son usados para evacuar el aire del alimento mediante la precompactación del mismo, logrando que en la etapa de peletizado se logre un decrecimiento en la energía consumida por presión en el dado extrusor.

3.2.1.3.3 Cámara de peletizado

En esta etapa, el producto predensificado en las etapas anteriores en mayor o menor medida viene listo para ser extruido. Aquí, se dispone de una serie de rodillos y dados extrusores dispuestos con separaciones especiales y geometrías específicas para producir los efectos deseados en cuanto a compresión para evitar porosidad, aumentar dureza y durabilidad. En la figura 8 se muestra un esquema de la etapa de peletizado.

Figura 8: Proceso en la cámara de peletizado

Fuente: Escobar, 2010

Algunos diseños de peletizadora incluyen dos o tres rodillos, y en la mayoría de los casos la matriz rota y los rodillos están fijos. Una minoría es diseñada como prensas de matriz fija en las cuales los rodillos están dispuestos de manera horizontal y rotan alrededor de un eje vertical mientras extruyen el material a través de los agujeros del dado.

La matriz se designa como una pieza donde la importancia radica en la relación diámetro/longitud de extrusión que es la que se encargará de dar la forma y compactación al producto antes del corte. Hay que tener en cuenta en el diseño de matrices que longitudes muy cortas (espesores bajos) o agujeros pequeños podrían bloquear el proceso de prensado.

Otro de los factores principales es la separación que existe entre los rodillos y el orificio de la matriz, ya que esta distancia es la que se encarga principalmente de permitir que se den las mejores condiciones de presión homogénea y de gran magnitud, suficiente para producir un producto de calidad. En la tabla 3 se ve el efecto que tiene la distancia en la calidad.

Tabla 3: Efecto de la separación entre rodillos respecto a la durabilidad del pelet

Despeje (mm)	Durabilidad (%)	Consumo específico energia ($kWh\ t^{-1}$)	Temperatura después del peletizado (°C)
0	96.5	10	75
1	97.5	11	80
2	97.7	16	85
3	97.5	20	90
4	97.2	26	95

Efecto de la separación respecto a la durabilidad del Pélet

Fuente: Escobar, 2010

De la tabla se concluye que a mayores distancias de separación, la calidad del pelet aumenta en cuanto a durabilidad, e incluso se logran mayores temperaturas a la salida, cosa que puede ser benéfica en cuanto a la neutralización bacteriana del alimento, sin embargo, el consumo específico de energía incrementa necesariamente generando mayores costos de producción.

3.2.2 Estructuras

Una estructura como conjunto de elementos resistentes capaz de mantener sus formas y cualidades a lo largo del tiempo, bajo la acción de las cargas y agentes exteriores a que ha de estar sometido.

La estructura soporta las cargas exteriores (acciones y reacciones), las cuales reparten su efecto por los diferentes elementos estructurales que resultan sometidos a diferentes esfuerzos, los cuales inducen un estado tensional, que es absorbido por el material que la constituye.

Para el cálculo de las estructuras resulta particularmente importante, conocer no solo el valor del corte y del momento flexionante en un punto de la viga, sino más bien a lo largo de todo el elemento, debido a que en su diseño, se debe considerar la condición más desfavorable de esfuerzo resistente en el interior del sólido, por lograr esto se construyen los llamados diagramas de fuerza cortante y momento flector. La realización de estos diagramas requiere conocer la relación existente entre las cargas externas y las fuerzas internas de corte y momento flector. Se conoce como fuerza cortante a la sumatoria de la componente perpendicular al eje, de las fuerzas externas situadas a la izquierda o a la derecha de la sección de viga estudiada, mientras que el momento flector es la sumatoria de los momentos de las fuerzas externas situadas a la izquierda o a la derecha de la sección estudiada.

Una vez que se conozca cual es el punto más solicitado de la estructura se debe determinar si la misma fabricada con un material determinado es capaz de soportar un sistema de fuerzas dado, se determina la tensión mediante:

$$\frac{\quad}{\quad} \qquad \text{(Ec. 1)}$$

M: máximo momento flector

Wx: módulo o momento resistente a flexión (mm^3)

El momento resistente o módulo resistente es una característica geométrica que se necesita saber su valor, por ejemplo, en el cálculo y comprobación de la resistencia mecánica de cualquier perfil estructural.

Como magnitud puramente geométrica, el módulo resistente depende exclusivamente de la forma y dimensiones que tenga la sección transversal del perfil estructural que se esté calculando.

Existen elementos de máquina, que no fallan cuando la tensión resultante aplicada se acerca a los valores de resistencia del material, sino antes. El mismo obedece a la existencia de un llamado equilibrio inestable. Un ejemplo típico son las columnas. Muchos elementos de máquina se comportan como si fueran columnas, sin serlo.

Algunos ejemplos que se pueden citar son: la biela de un motor de combustión interna, el soporte central del tren de aterrizaje de un avión, el vástago del émbolo de un cilindro hidráulico, etc.

Para el diseño de estos elementos, imagine una regla de plástico o la antena de un carro, a la cual se le aplica una carga P de compresión, la pieza ha pandeado; el pandeo no es la curvatura sino la falla, sin quitar la carga P. Si se quita la carga P, la regla (o la antena) se endereza, un pequeño desplazamiento lateral, producto de la deformación mostrada, genera una reacción interna que se opone a P, debido a un “momento elástico interno”. De esta forma al desaparecer P, este momento es suficiente para que la pieza recobre su forma recta, esto se denominó (teoría de Euler) el verdadero problema al diseñar es determinar cuando la pieza llegará a la , es decir, cuando el momento elástico interno ya no es capaz de contrarrestar el efecto de **P**, y cuando esto ocurre la pieza falla (cede) abruptamente y se produce el colapso.

Euler, completó su largo trabajo, con la propuesta que lleva su nombre, analizando la forma de una columna sometida a carga axial y desarrolló la ecuación:

(Ec. 2)

El subíndice **cr** que se asocia a la carga **P**, indica el carácter crítico de la carga de compresión aplicada, la cual es la carga que lleva a la pieza a la inestabilidad elástica, en el instante de la falla. Otra utilización sencilla que permite realizar la ecuación de

Euler, consiste en aplicar directamente la longitud de pandeo, sustituyéndola en la expresión (15), a la longitud del elemento con extremos libres de girar.

Sin embargo como la longitud de pandeo depende de la fijación de los extremos de la columna, estableció la siguiente ecuación:

(Ec. 3)

, según el caso se tienen los siguientes valores:

Con extremos libres de girar (Ecuación 2)

Con un extremo empotrado y el otro libre

Con un extremo empotrado y el otro libre de desplazarse verticalmente (guiado)

Con extremos empotrados

Conociendo la carga critica que puede soportar una columna en función de las propiedades del material y dimensiones del diseño se determina la resistencia a la fluencia de compresión a la cual será sometido el elemento para luego ser comparado con la resistencia a la fluencia del material de diseño.

(Ec. 4)

3.2.3 Tolvas

Es un dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados. En muchos casos, se monta sobre un chasis que permite el transporte. Generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior. Son muy utilizadas en agricultura, en construcción de vías férreas y en instalaciones industriales.

Las tolvas a través del tiempo han sido utilizadas mucho en las industrias en procesos de inyección, extrusión, moldeo por soplado, termoformación, moldeo por compresión y almacenamiento granular y en pulverizado.

La tolva se coloca en la entrada para alimentación y muchas veces se conecta con un robot o un dispositivo dosificador que alimenta de manera adecuada volumétrica o gravimétricamente el contenido en esta para su procesamiento.

3.2.3.1 Tipos de compuertas para tolvas

· Tipo cuchara. Manuales en su mayoría. En el modelo dúplex ambas compuertas se abren y se cierran juntas en el centro con un solo movimiento de la palanca de control. En el modelo simple el montaje se realiza para descarga vertical o lateralmente, son diseñadas para montarse principalmente a los lados verticales de silos, transiciones, y tolvas.

· Tipo guillotina o tajadera. Su construcción consiste básicamente en un chasis o cuerpo, una tajadera a modo de guillotina, puede ser accionada manual, hidráulica o neumáticamente. Esta guillotina se desliza tangencialmente a su vez, sobre cilindros fijos o rodamientos que se disponen en dos hileras en cada lateral a modo de guía. Son compuertas robustas y de gran efectividad.

· Compuerta con válvula mariposa. Con cierre de compuerta, estanco a la presión y al vacío. Para silos, recipientes y tuberías. Diseño especial para solidos a granel. Presenta las siguientes ventajas: puede ser manual con palanca ó neumático mediante cilindro de doble efecto, en caso de ser accionada con cilindros posee instalación electroneumática incorporado, es de montaje sencillo y económico.

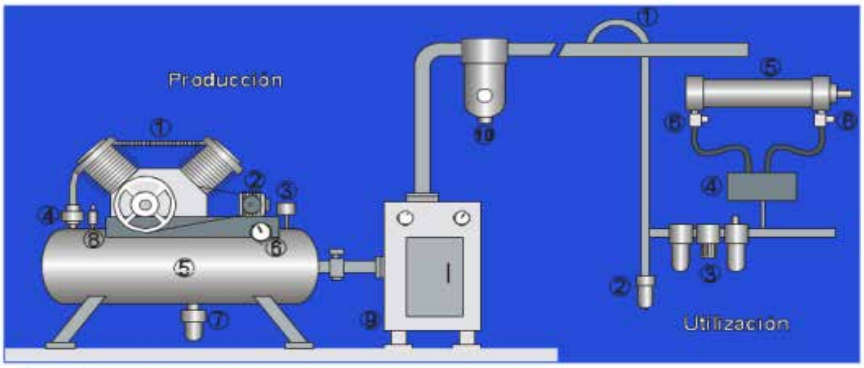
· Compuerta con válvula de disco. Cierre estanco al polvo y a prueba de presiones y vacío, para silos, tolvas y tuberías, ejecución especial para productos a granel y excelente en ejecución higiénica. Fácil de desmontar y de limpiar.

3.2.4 Sistemas neumáticos

La energía neumática es la que utiliza todas las propiedades que surgen de la aplicación del aire comprimido. La neumática es la parte de la tecnología que estudia las máquinas y los aparatos que funcionan con aire comprimido. El conocer las particularidades y propiedades fundamentales de los elementos neumáticos es indispensable para el diseño de los circuitos.

Los cilindros neumáticos, los actuadores de giro y los motores de aire suministran la fuerza y el movimiento a la mayoría de los controles neumáticos para sujetar, mover, formar y procesar el material.

Para accionar y controlar estos actuadores, se requieren otros componentes neumáticos, por ejemplo unidades de acondicionamiento de aire para preparar el aire comprimido y válvulas para controlar la presión, el caudal y el sentido del movimiento de los actuadores. Se compone de dos secciones principales: sistema de producción y de consumo de aire (ver figura 9).



Producción
1. Compresor 2. Motor eléctrico 3. Presostato 4. Válvula anti-retorno
5. Depósito 6. Manómetro 7. Purga automática 8. Válvula de seguridad
9. Secador de aire refrigerado 10. Filtro de línea

Utilización
1. Purga del aire 2. Purga automática 3. Unidad de acondicionamiento del aire
4. Válvula direccional 5. Actuador 6. Controladores de velocidad

Figura 9: Sistema neumático
Fuente: Escobar, 2010

3.2.4.1 Sistema de producción de aire

· Compresor. El aire tomado a presión atmosférica se comprime y entrega a presión más elevada al sistema neumático. Se transforma así la energía mecánica en energía neumática.

· Motor eléctrico. Suministra la energía mecánica al compresor, transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

· Presostato. Controla el motor eléctrico detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

· Válvula anti-retorno. Deja el aire comprimido del compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor está parado.

· Depósito. Almacena el aire comprimido. Su tamaño está definido por la capacidad del compresor. Cuanto más grande sea su volumen, más largos son los intervalos entre los funcionamientos del compresor.

· Manómetro. Indica la presión del depósito.

· Purga automática. Purga toda el agua que se condensa en el depósito sin necesidad de supervisión.

· Válvula de seguridad. Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube encima de la presión permitida.

· Secador de aire refrigerado. Enfría el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de congelación y condensa la mayor parte de la humedad del aire, lo que evita tener agua en el resto del sistema.

· Filtro de línea. Al encontrarse en la tubería principal, este filtro debe tener una caída de presión mínima y la capacidad de eliminar el aceite lubricante en suspensión, sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.

3.2.4.2 Sistema de consumo de aire

· Purga del aire. Para el consumo, el aire es tomado de la parte superior de la tubería para permitir que la condensación ocasional permanezca en la tubería principal; cuando alcanza un punto bajo, una salida de agua desde la parte inferior de la tubería irá a una purga automática eliminando así el condensado.

· Purga automática. Cada tubo descendiente debe de tener una purga en su extremo inferior. El método más eficaz es una purga automática que impide que el agua se quede en el tubo en el caso en que se descuide la purga manual.

· Unidad de acondicionamiento del aire. Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático que necesitan lubricación. Para que el aire comprimido llegue en condiciones óptimas de limpieza,

presión y lubricación al circuito. Éste se hace pasar por una serie de elementos que constituyen el equipo de acondicionamiento del aire, formado por:

Filtro. Impide que el polvo y las partículas más pesadas, provenientes de restos sólidos arrancados de las conducciones, circulen por la instalación. También condensa el vapor de agua existente en el aire, que es recogido en la parte inferior y debe ser evacuado a través del tornillo de purga, cuando se haya alcanzado la cota del nivel adecuado. Las partículas más finas son retenidas por el cartucho filtrante, por el cual debe circular el aire comprimido en su fluir hacia la utilización. El cartucho de filtro se debe limpiar o sustituir con la frecuencia necesaria.

Regulador de presión. Ajusta la presión en el circuito a un valor deseado. Cuando el aire comprimido supera la presión establecida se produce un escape de aire a la atmósfera para limitarla.

Lubricador. El aire es dotado de una fina neblina de aceite, de este modo las piezas móviles de los elementos neumáticos se proveen de lubricante, disminuyéndose el rozamiento y el desgaste.

· Válvula direccional. Proporciona presión y pone a escape alternativamente las dos conexiones del cilindro para controlar la dirección del movimiento.

· Actuador. Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico.

· Controladores de velocidad. Permiten una regulación fácil y continua de la velocidad de movimiento del actuador.

3.2.4.3 Cálculo de los cilindros neumáticos

Las principales variables a considerar en la selección de los cilindros neumáticos son la fuerza del cilindro y el consumo de aire.

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del émbolo, que depende de la velocidad del émbolo y que se toma en el momento de arranque. La fuerza que el aire ejerce sobre el pistón es:

(Ec. 5)

Para los cilindros de simple efecto, la fuerza es la diferencia entre la fuerza del aire y la del muelle.

— (Ec. 6)

F: fuerza (N)

D: diámetro cilindro (mm)

P_{aire}: presión del aire (bar)

f_{muelle}: fuerza muelle (N)

d: diámetro del vástago (mm)

Los cilindros de doble efecto no cuentan con un resorte para volver a su posición de equilibrio, así su fuerza no disminuye en la carrera de avance, pero si en su carrera de retroceso, debido a la disminución del área del embolo por la existencia del vástago. Las expresiones matemáticas correspondientes son:

— (Ec. 7)

——— (Ec. 8)

En la práctica es necesario conocer la fuerza real del cilindro, para ello se debe considerar las pérdidas por el rozamiento del pistón en su movimiento, el mismo para condiciones normales de presiones comprendidas entre 4 y 8 bar equivale a un valor aproximado del 10 % de la fuerza calculada.

— (Ec. 9)

——— (Ec. 10)

La selección del vástago del pistón depende del tipo de montaje del cilindro y de la conexión del vástago. Existe el riesgo de pandeo del vástago (ver figura 10).

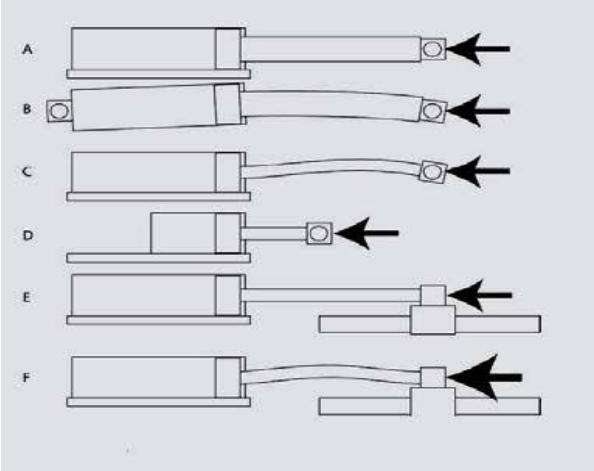


Figura 10: Pandeo del vástago de cilindro neumático

Fuente: Escobar, 2010

La longitud básica del vástago se calcula mediante la ecuación 7, obteniendo el factor de pandeo según el tipo de montaje (ver tabla 4).

(Ec. 11)

Tabla 4: Factor de pandeo en cilindros neumáticos

Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carreras muy largas	Fijo y guiado rígido	I	0,5
	Pivote y guiado rígido	II	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III	2
Grupo 2	Pivote y guiado rígido	IV	1
	Pivote y guiado rígido	V	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI	2

Fuente: Escobar, 2010

El consumo de aire del cilindro se calcula mediante:

(Ec. 12)

El consumo de aire en condiciones normales de presión y temperatura en un cilindro de simple efecto:

— (Ec. 13)

Q: consumo total de aire en (mm^3/min)

D: diámetro cilindro (mm)

l: carrera en (mm)

n: ciclos por minuto

Para el caso de cilindros de doble efecto se debe considerar los distintos volúmenes de trabajo, avance y retorno.

(Ec. 14)

(Ec. 15)

Para conocer el consumo de aire atmosférico se parte del consumo de aire a la presión de trabajo y se aplica la ley de Boyle-Mariotte, la cual establece que a temperatura constante, el volumen de una masa fija de gas es inversamente proporcional a la presión que este ejerce.

(Ec. 16)

Puesto que entonces podemos decir que:

(Ec. 17)

(Ec. 18)

Q_{trab}: consumo de aire comprimido durante una maniobra

Q_{atm}: consumo de aire atmosférico durante una maniobra

3.3. Definición de términos básicos

- Alimento balanceado: es el nombre técnico con que se conoce a la comida que normalmente compramos a nuestras mascotas. Se le conoce como alimento balanceado porque es un alimento desarrollado para que cubrir todas las necesidades nutricionales de nuestra mascota en condiciones normales.
- Almidón: es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los

productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digestibles de la dieta habitual.

- Denaturar: se refiere en modificar o cambiar las condiciones y propiedades de algo, en adulterar, corromper o desvirtuarlo.
- Extrusión: proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.
- Gelatinización: proceso en el cual se tornan los gránulos de almidón un gel utilizando agua caliente de (60-70°C), para conseguir mayor biodisponibilidad del alimento, puesto que los gránulos en agua fría son insolubles debido a su estructura altamente organizada.
- Humedad: Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie, el interior de un cuerpo o en el aire.
- Pelet: denominación genérica, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido.
- Peletización: moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o pelets, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad.

CAPÍTULO IV
FASES METODOLÓGICAS

4.1. Fases metodológicas

Las fases metodológicas constituyen un seguimiento detallado y minucioso de los objetivos específicos planteados anteriormente, que servirán de guía en el cumplimiento del objetivo general, el cual es la meta principal de ésta investigación.

FASE I. Diagnosticar la situación actual en el área de peletizado, mediante técnicas de recolección de datos.

El desarrollo de esta primera fase se cumplirá a través de la caracterización del proceso y sus elementos, esto incluye: dimensiones del área de trabajo, posición de los equipos, capacidad de la máquina, cuáles son sus características y condiciones actuales, tales como fallas y mantenimientos actualmente. Para recolectar toda la información necesaria se realizaron recorridos en el área de trabajo en estudio y se hizo uso de herramientas como los son observación directa de las actividades que se desarrollan y entrevistan al personal del área.

FASE II. Analizar la información obtenida en el diagnóstico, mediante herramientas básicas de ingeniería.

Esta segunda fase permitirá identificar todas las variables que se debían tomar en cuenta para la instalación de la nueva peletizadora, tales como, establecer las limitaciones por área, conocer la capacidad del nuevo equipo y sus características para así determinar si se deben realizar cambios en las tuberías del sistema, válvulas o accesorios. Definir los cambios en estructuras como bases y soportes de los equipos y la compatibilidad de las tolvas con la nueva peletizadora.

FASE III. Diseñar la propuesta de instalación en base a las oportunidades generadas, para mejorar las condiciones operacionales del área.

Esta tercera fase comprende los cálculos y planos para los sistemas de aire comprimido y vapor que permiten el funcionamiento adecuado del equipo.

Se realizará la conexión del nuevo sistema de control de vapor mediante la adaptación de tuberías, así como el diseño del circuito neumático para el suministro de aire comprimido del proceso. Los planos harán posible la instalación y facilitarán un futuro mantenimiento.

Así mismo, se realizará el diseño de las tolvas de carga y descarga en caso de que no sean compatibles, se tomará como factores a considerar para determinar la geometría de las tolvas, las dimensiones de las conexiones en ambas secciones.

Se diseñarán las estructuras pertinentes para la sujeción y anclaje del alimentador y acondicionador de la peletizadora. Para determinar si la estructura es capaz de soportar las cargas, se realizarán los análisis de esfuerzos necesarios y se validará por medio del estudio de elementos finitos (M.E.F), haciendo uso de un programa computarizado.

Finalmente se establecerá un plan de desinstalación de la peletizadora actual y un plan de instalación para el equipo nuevo.

FASE IV. Determinar las acciones básicas de mantenimiento para la nueva peletizadora

La fase final permitirá que la máquina funcione adecuadamente durante su vida útil puesto que la falta de mantenimiento puede ocasionar situaciones dañinas e incluso la pérdida total. Las acciones básicas de mantenimiento permitirán a la empresa diseñar un plan de mantenimiento que garantice la vida útil de la máquina.

CAPÍTULO V
RESULTADOS

Para la resolución del problema se desarrollaron los objetivos planteados en el capítulo II. Los mismos inician con el diagnóstico de la situación actual en el área de peletizado de la empresa, con el fin de poder identificar todas las variables que se deben tomar en cuenta para la instalación de la nueva peletizadora mediante el análisis de dicho diagnóstico, estos representaron la primera y segunda fase respectivamente, que a su vez culminadas dieron paso a la tercera fase, la cual es el diseño de la propuesta de instalación, para la mejorar las condiciones operacionales del área. Finalmente se establece acciones básicas en el mantenimiento de la nueva peletizadora, siendo esta la última fase del proyecto.

5.1 Diagnóstico de la situación actual en el área de peletizado, mediante técnicas de recolección de datos.

Se procedió a realizar una observación del área de producción, con el fin de conocer el proceso que realiza la máquina peletizadora, así mismo se observaron detalladamente todos los componentes que conforman dicha máquina y sus sistemas, evaluando de forma minuciosa todas las condiciones actuales.

De igual manera, se aplicó una entrevista informal no estructurada a los operarios, mecánicos, supervisor a cargo y todo aquel personal que de alguna forma intervienen en el proceso, con la finalidad de especificar las problemáticas que se presentaban con mayor frecuencia. Además, se realizó un estudio descriptivo de las etapas que tienen lugar en el proceso.

La búsqueda de información permitió definir las etapas que constituyen el proceso de peletizado actual (ver anexo A, pág. 83), las cuales son:

- Alimentación y almacenamiento de tolva: El proceso parte de un alimento en harina en tolvas, el cual ha transcurrido por una etapa de dosificación, molienda

y mezclado de los ingredientes. Las tolvas están dispuestas sobre el sistema de peletizado, para poder abastecerlo continuamente. La disposición y geometría de estas tolvas garantizan una descarga fluida de las harinas.

- Alimentador en posición horizontal: una vez que la máquina arranca, la tolva descarga en el alimentador el cual mediante un tornillo sin fin desplaza el alimento hacia la tolva del acondicionador, esta etapa tiene como finalidad regular el flujo de alimento.
- Acondicionador: una vez esté el alimento en el acondicionador se inicia el proceso de acondicionado el cual se basa en la inyección de vapor mientras el alimento es desplazado hacia la tolva de la cámara de peletizado. La velocidad de la adición de vapor no sobrepasa los 25 m/s, el alimento es calentado hasta 80 °C durante 75 s, con el fin de lograr una cocción del alimento de manera saludable. La presión utilizada es de 354 kPa (40 psi). La empresa se enfoca en la calidad del vapor debido a que esto garantiza una buena eficiencia de producción y durabilidad del pelet
- Cámara de peletizado: en esta etapa se compacta el material, se le saca el aire y se reduce la porosidad. Es la fase en la que finalmente el alimento es convertido en pelets, mediante unos rodillos que comprimen el alimento con una matriz anular de cuchillas. A la salida del proceso de peletizado, el alimento se encuentra en 80-85 °C, producto de la fricción y el acondicionamiento, y con un exceso de humedad que debe ser eliminado en el proceso subsiguiente de enfriado
- Equipo de enfriamiento: finalmente el pelet es enfriado por una corriente de aire en sentido inverso a la caída del producto para enfriarlo progresivamente evitando un choque de temperaturas. Los principales factores que toman en cuenta en esta etapa son la temperatura final del pelet, que nunca debe de estar por encima de 4°C sobre la temperatura ambiente y la humedad que no ha de superar el estado natural del producto (12,5%).

Los datos de la peletizadora que se encuentra instalada actualmente se observan en la tabla 5.

Tabla 5: Datos de la peletizadora actual

Marca	JESMA				
Altura	2590 mm				
Ancho	2950 mm				
Largo	3450 mm				
Capacidad	20 t/h				
Peso	14000 kg				
Consumo de peletizadora	220 kW				
Potencia del motor / Velocidad de la matriz	kW	Hz	Rpm	Relación de transmisión	Velocidad de matriz m/s
	300	60	1790	9,80	8,7
Humedad del material	Máximo 18%				
Requisitos puestos al material	El material no debe contener piedras, metal, etc. Hay que moler los materiales hasta 8 mm, antes de enviarlos a la prensa.				
Diámetro de los rodillos	2 rodillos Æ430 mm				
Diámetro de la matriz	Æ910 mm				

Fuente: Alimentos Súper S, C.A.

Para garantizar el funcionamiento de la máquina peletizadora es necesario realizar un procedimiento de mantenimiento, el cual se basa principalmente en las siguientes fases:

- Limpieza: Se quita todo alimento pegado cuidadosamente, ya que la falta de limpieza podrá resultar en mezclas durante el cambio de receta o un atasco de la prensa granuladora a consecuencia de grandes masas mojadas que caen a los rodillos. Este trabajo se estima en 24 horas-hombre.

- Sistema de lubricación: El sistema de filtros en el sistema de lubricación por aceite consta de una caja fija con derivación y elemento filtrante cambiable. El filtro está provisto de un control diferencial de presión. Los operadores reciben un aviso de cambiar el filtro de aceite cuando la presión se encuentra 5 bar por debajo o por encima de la presión de trabajo. En caso de que el aviso de cambiar el filtro no sea observado

y el filtro se encuentre tapado, es posible utilizar la función de derivación, hasta que un nuevo filtro esté disponible. Se debe cambiar el filtro lo más pronto posible para garantizar la vida útil de los engranajes y los cojinetes. Se debe también cambiar el filtro de aceite durante cada cambio de aceite.

Cambio de aceite y filtro en caja de engranes: Se debe cambiar el filtro cuando sea indicado por el sensor. Normalmente, el aceite de reductor es cambiado después de 8000 horas de funcionamiento. Para asegurar su vida útil, se debe mantener el aceite con un alto índice de pureza. El valor de la pureza del aceite después de un intervalo de funcionamiento indica si la prensa granuladora funciona de manera óptima.

En total el mantenimiento del sistema de lubricado completo está estimado en 3 horas-hombre.

- Mantenimiento de rodillos: La prensa granuladora está construida para ser lubricada manualmente a distancia, permitiendo una lubricación de todos los cojinetes y piezas (excepto el acoplamiento) durante el funcionamiento de la prensa granuladora. El ajuste del espacio libre entre los rodillos y la matriz es el ajuste más importante en la prensa granuladora, teniendo que ser regulado todos los días. Este trabajo se estima a 24 horas-hombre.
- Lubricación manual del eje de porta rodillos: El cojinete delantero debe ser lubricado cada día por vía del eje de porta rodillos desde la parte delantera. Los cojinetes posteriores del eje de porta rodillos son lubricados por vía de un engrasador ubicado en la caja de cojinetes posterior. La cantidad de lubricante consta de 2 a 3 golpes mediante una bomba de engrase durante cada cambio de un pasador de cortadura. Este trabajo se estima a 1 hora-hombre.
- Estado de la matriz: El buen mantenimiento de la matriz vale mucho para su durabilidad. Es muy importante que la matriz sea desgastada de manera uniforme y regular sobre toda la superficie interior. Para obtener un desgaste uniforme, se ajustan los rodillos de manera que se cierren y cuadren con la parte delantera de la matriz. Si

la matriz es desgastada irregularmente, se afila la superficie interior. En el caso de que las cuchillas deban ser reemplazadas se estima 2,25 horas-hombre.

Este procedimiento está adecuado a las necesidades actuales, conociendo que el estado de la máquina es crítico ya que es un equipo que ha sido utilizado a lo largo de muchos años, en la última reinstalación del mismo se le estimó un uso de dos años y han transcurrido tres años desde entonces. Debido a su antigüedad ha venido presentando desgastes en rodamientos y engranes que se reflejan en los niveles de producción, ruidos (perjudicial para los empleados cercanos al área) y altas vibraciones, estos inconvenientes deben ser solucionados mediante el reemplazo o reparación de dichos elementos.

A pesar de que la reparación del equipo es la solución más económica, sus intereses de evolucionar como empresa y aumentar la producción influyeron en la decisión de reemplazar la peletizadora, lo cual no implica tanta inversión debido a que hace dos años Alimentos Súper S, C.A adquirió una peletizadora nueva la cual nunca ha sido utilizada, por lo que han considerado disponer de ella para solucionar su situación actual.

Para realizar la sustitución del equipo se deben conocer las dimensiones del área y su disposición, el circuito neumático, el sistema de vapor.

El área de peletizado está constituida por una planta baja en donde se encuentra la peletizadora, una plataforma en donde se encuentra el acondicionador, la red de vapor, el alimentador y la tolva de alimentación directa, un primer piso donde se encuentran las dos tolvas principales y un subsuelo en donde se encuentra el sistema de enfriamiento. Para tener acceso a estos pisos se disponen de una escalera caracol y de distintos elevadores (ver anexo A, pág. 83). Es importante conocer que la peletizadora posee una base formada por vigas de perfil HEA 160 (ver anexo B, pág. 85).

El sistema de peletizado hace uso de aire comprimido para accionar un actuador de doble efecto que controla la compuerta de la tolva acondicionador/peletizadora, así mismo, para activar dos válvulas del sistema de vapor (ver anexo C, pág. 86).

El sistema de vapor consta principalmente de una entrada de vapor de 8 a 10 bar, un reductor con regulación que lleva la presión a 2,5 bar, dos válvulas principales que se actúan de forma neumática y una serie de instrumentos y accesorios que controlan el circuito (ver anexo D, pág. 87).

5.2 Análisis de la información obtenida en el diagnóstico, mediante herramientas básicas de ingeniería.

Para determinar cuáles son los pasos a seguir para la instalación es importante hacer un análisis de los datos obtenidos en la fase anterior, de las características de la nueva máquina (ver tabla 6), así como de los parámetros del sistema en general que van a sufrir cambios y de los que permanecerán igual, tomando en cuenta que la nueva peletizadora será instalada en el mismo lugar que la actual.

Tabla 6: Comparación entre peletizadora actual y nueva

Datos	Peletizadora actual	Peletizadora nueva
Marca		MABRIK
Altura	2590 mm	2560 mm
Ancho	2950 mm	2322 mm
Largo	3450 mm	3421 mm
Capacidad	20 t/h	30 t/h
Peso	14000 kg	13000 kg
Consumo de peletizadora	220 kW	180 kW

Fuente: Alimentos Súper S, C.A.

Estudiando las comparaciones expuestas en la tabla 6 se observa que las medidas de las peletizadoras son distintas, lo que genera una adaptación de dimensiones, para ello se debe respetar la ubicación del alimentador y la del enfriador puesto que éstos permanecerán tal como se encuentran actualmente.

Debido a la variación de las dimensiones, se ve afectada la disposición del equipo en el área, para corregir esta diferencia se debe rediseñar la base de la peletizadora, la cual abarcará dimensiones necesarias para soportar la nueva máquina, así como para lograr posicionarla en la ubicación y altura adecuada.

Analizando las dimensiones del área expuestas en la primera fase y las medidas del nuevo equipo se pudo observar que no es necesario hacer cambios en la disposición de

los elementos cercanos (peletizadoras adyacentes, oficinas, escaleras, elevadores), puesto que la peletizadora nueva es más pequeña que la actual (ver anexo E, pág. 88). Así mismo se determinó que la vía de transporte es adecuada para introducir el nuevo equipo, puesto que no posee ninguna estructura que interfiera el paso.

Se debe considerar que se utilizará el mismo motor de la peletizadora actual para la nueva, lo que garantiza que el consumo e instalación eléctrica se mantiene igual.

El circuito de vapor será reemplazado completamente, ya que la nueva peletizadora incluye su propio sistema de control de vapor para el acondicionador. Se evaluó la entrada de alimentación de vapor nueva y se verificó que es compatible con la tubería de la empresa que alimenta vapor para todas las peletizadoras, puesto que la planta dispone de un manifold con salidas de diferentes medidas. Se diseñará el recorrido de vapor con nuevas tuberías que conecten la salida del manifold con el nuevo sistema.

Se harán modificaciones en el circuito neumático puesto que la tolva entre el acondicionador y peletizadora será nueva, a su vez, el cambio de las válvulas de vapor que se accionan de forma neumática afectan también dicho circuito.

En el caso de las tolvas se diseñará una nueva tolva que se adecue a la descarga de la peletizadora hacia el enfriador, ya que la salida de la máquina actual es l más grande. Así mismo se debe diseñar una nueva tolva de descarga entre el alimentador y el acondicionador, ya que la entrada del nuevo acondicionador es circular.

5.3 Propuesta de instalación en base a las oportunidades generadas, para mejorar las condiciones operacionales del área.

5.3.1 Circuito de vapor

Se inició el desarrollo de la propuesta a través del diseño de la nueva configuración de tuberías que conecta la red de distribución de vapor de la empresa con el sistema de vapor de peletizadora a instalar.

El sistema de vapor consta de una válvula reductora de presión, una válvula de seguridad, una línea de bypass, un ciclón de vapor y dos líneas de purga (ver anexo F, pág. 90).

Así mismo posee una serie de válvulas que controlan el caudal de vapor que ingresa al acondicionador, las dos válvulas principales del circuito son: una válvula on/off marca samson serie 240 tipo 3351 y una válvula de vapor de la misma marca y serie tipo 3241, ambas con accionador neumático tipo 3271 (ver anexo G, pág. 92).

La red de distribución de vapor de la empresa dispone de un manifold con salidas de 1 ½”, 2’’, 2 ½” y 3’’, lo que permite conectar el nuevo sistema solo cambiando las tuberías de la entrada del sistema de vapor hasta el manifold

El nuevo sistema consta de 3 codos 90° de 2 ½” SCH 40, una válvula de globo manual y 5 tuberías de 2 ½” SCH 40 (ver anexo F, pág. 91).

5.3.2 Estructuras

Para sostener la nueva peletizadora se diseñarán dos estructuras. Una base de acero estructural rellena de concreto donde los puntos de apoyo de la peletizadora se ubiquen en las vigas, para así darle resistencia a dicha base. Ésta estará compuesta por cinco perfiles HEA 160 de acero A36, soldados, con las longitudes necesarias (ver figura 11), se utilizarán estos perfiles ya que la empresa dispone de ellos.

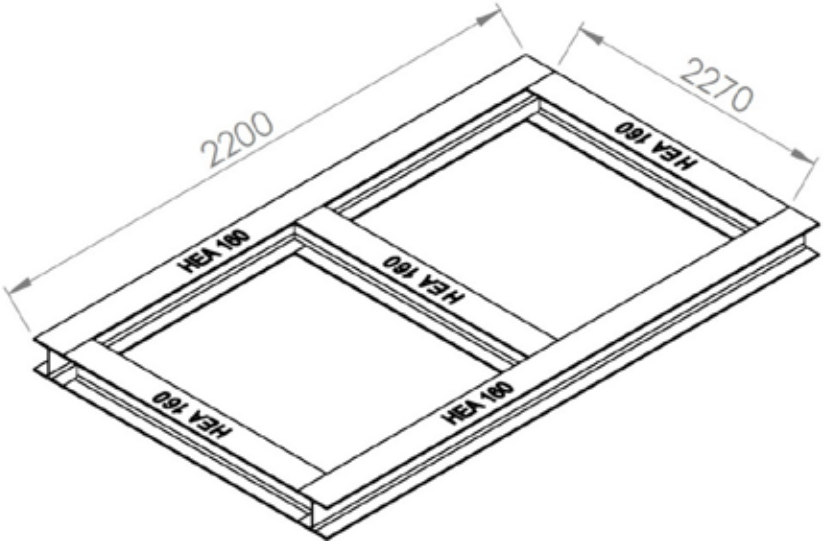


Figura 11: Base de nueva peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

La segunda estructura se utilizará para soportar el acondicionador (ver anexo H, pág. 94). Para determinar el perfil de la viga y columnas a emplear utilizando un acero

A36, se realizó un análisis estructural en la viga puesto que es la que soporta la mayor parte de la carga, mediante un diagrama de cuerpo libre, cálculo de reacciones y momento máximo (ver figura 12). Se tomó en cuenta la longitud de la viga y la carga a soportar, considerando que el fabricante especifica que dicha carga es de 500 kg (4905 N), puesto que el resto del peso del acondicionador es sostenido por una base unida al armazón de la peletizadora.

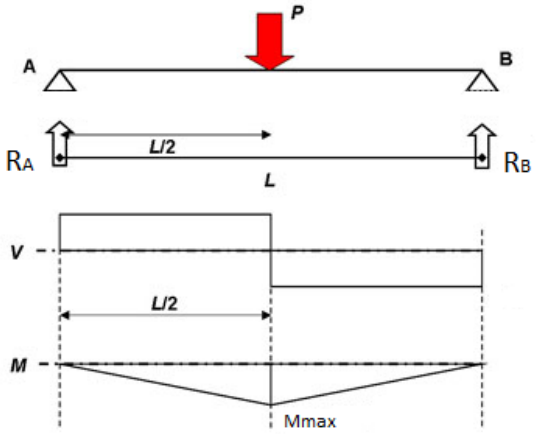


Figura 12: Diagrama de fuerzas y momentos de base de nuevo acondicionador
Fuente: Nieto, 2017

Carga que soporta la viga, **P** = 4905 (N)

Longitud de la viga, **L** = 1800 (mm)

Esfuerzo admisible del material, acero A36 con un factor de seguridad de 4.

= 138 MPa

Reacciones de los soportes, $\mathbf{R_A = R_B}$ (N)

Módulo resistente necesario, $\mathbf{W_{nec}}$ (cm^3)

Una vez obtenido el módulo de resistencia necesario se seleccionó mediante catálogos de vigas, un perfil muy común para soportes y además accesible en el mercado, perfil IPN 100 (ver tabla 7) (ver figura 13).

Tabla 7: Características de perfil IPN 100

Perfil	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t (mm)	q (kg/m)	Wx (cm^3)	Wy (cm^3)
IPN 100	**100**	**50**	**4,5**	**6,8**	**8,34**	**34,2**	**4,88**

Fuente: Sabimet, S.A.

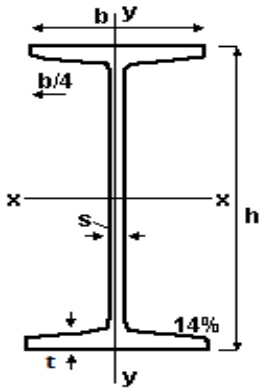


Figura 13: Perfil IPN

Fuente: Sabimet, S.A

Se verificó que las columnas son capaces de soportar la carga, comparando la resistencia a la fluencia del material "S_y" con la resistencia a la fluencia de compresión "$S_{y(comp)}$" a la cual se someterán a las columnas.

Factor de fijación de extremos, **n** = ¼ (ver pág. 25)

Módulo de elasticidad de acero A36, **E** = 206 GPa ,06x10^{11} Pa

Inercia de la sección transversal de la pieza, **I** = 121000 mm^4 1,21x10^{-7} m^4

Longitud de la pieza, **h** = 1700 mm

Carga crítica, $\mathbf{P_{cr}}$ (N)

Área transversal del perfil IPN 100, **A** = $1{,}06 \times 10^{-3}\ m^2$

Resistencia a la fluencia de compresión $S_{y(comp)}$ Mpa

Siendo la resistencia a la fluencia del acero A36, $\mathbf{S_y}$ = 250 MPa, se cumple que:

Se hizo además una validación por medio del estudio de elementos finitos (M.E.F), haciendo uso de un programa computarizado (Inventor 2015). Para ello se realizó primeramente un levantamiento en sólido 3D en escala real (ver figura 14) y luego se sometió a un análisis de esfuerzos (ver anexo H, pág 96) el cual arrojó los siguientes resultados (ver tabla 8).

Figura 14: Base de nuevo acondicionador

Fuente: Nieto, 2017

Tabla 8: Resultado análisis de esfuerzo de estructura del acondicionador

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	5545970 mm^3	
Masa	43,5358 kg	
Esfuerzo de Von Mises	0,0415704 MPa	42,5773 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,495875 mm
Factor de Seguridad	4,86175 ul	15 ul

Fuente: Autodesk inventor, 2017

Analizando los resultados arrojados por el programa se verificó que la estructura es capaz de soportar las cargas, puesto que el factor de seguridad en el punto más crítico de la estructura es de 4,8. Un valor del coeficiente de seguridad superior a la unidad indica seguridad ante el fallo, siendo más seguro el diseño a mayor factor de seguridad, mientras que un valor inferior a la unidad indica inseguridad o probabilidad elevada de que ocurra el fallo. Es importante destacar que la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) establece un factor de seguridad ideal de 4.

Finalmente se procedió a realizar el plano de fabricación de la nueva base (ver anexo H, pág. 95).

5.3.3 Tolvas

Para el diseño de la tolva de salida de la peletizadora se seleccionó como material láminas de acero inoxidable de 5 mm de espesor soldadas, puesto que la empresa dispone de ellas. Se realizó el levantamiento en 3D mediante el uso de un programa computarizado (ver figura 15) y posteriormente el plano de fabricación (ver anexo I, pág. 98), las medidas corresponden a las dimensiones de la salida de la peletizadora y entrada del enfriador, así como la distancia entre ellas para determinar la altura.

Figura 15: Tolva de descarga de nueva peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

Al igual que la tolva de salida de la peletizadora, para la tolva entre el alimentador y el acondicionador se seleccionó como material láminas de acero inoxidable de 5mm de espesor soldadas por la misma razón. En este caso fue necesario realizar una adaptación puesto que la entrada del nuevo acondicionador es circular, se diseñó una

tolva rectangular con una brida circular que se acoplará a dicha entrada (ver figura 16). Además se realizó el plano de fabricación (ver anexo J, pág. 99), las medidas corresponden a las dimensiones de salida del alimentador y entrada del acondicionador, así como la distancia entre ellas para determinar la altura.

Figura 16: Tolva alimentador-acondicionador
Fuente: Nieto, 2017

5.3.4 Compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora.

Entre el acondicionador y la peletizadora que se va a instalar se encuentra una tolva a la cual se le diseñó una compuerta neumática para el control del flujo del alimento a la peletizadora.

Se seleccionó una compuerta de guillotina (ver figura 17) accionada por un cilindro doble efecto, debido a que proporciona un mecanismo efectivo y simple, en donde el efecto del cilindro se aplica directamente a la placa de la compuerta cerrándola y abriéndola.

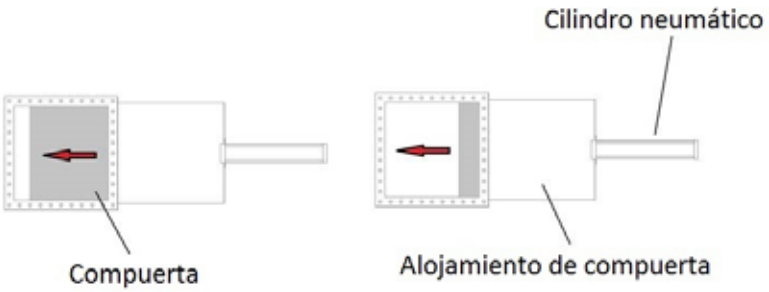


Figura 17: Compuerta de guillotina
Fuente: Nieto, 2017

El circuito neumático correspondiente se observa en la figura 18.

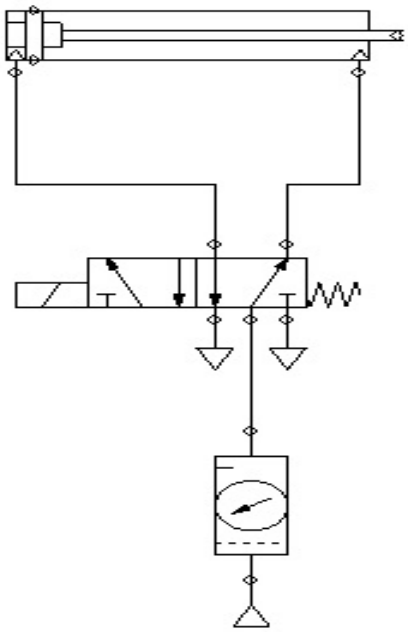


Figura 18: Circuito de compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

Como se observa en el circuito neumático de compuertas accionadas por cilindro doble efecto, son necesarios los siguientes componentes:

Cilindro de doble efecto

Electroválvula 5/2

Unidad de mantenimiento (filtro, manómetro y lubricante)

La selección de los componentes se realizó inspeccionando distintos catálogos de empresas reconocidas en el país, basándose en las características y necesidades del sistema, tales como: presión, tipo de conexión y su función.

El sistema de compuertas de tolva es relativamente sencillo, pues la carga que tiene que mover el cilindro no es muy alta, debido a que este se limita solo al peso de la placa de acero.

Se seleccionó un cilindro DSBC-40-P marca FESTO normalizado según ISO 15552 (ver tabla 9) que se puede observar en la figura 19.

Figura 19: Cilindro de compuerta neumática tolva acondicionador-peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

Tabla 9: Características cilindro DSBC-40-P

Diámetro del embolo	40 mm
Diámetro del vástago	16 mm
Carrera	10 – 2800 mm
Presión de trabajo	3,5 – 10 bar
Conexión neumática	
Movimiento estándar	
Vástago simple	
Amortiguación P. Por topes elásticos/placa a ambos lados.	

Fuente: FESTO C.A, 2017

Se calcularon las fuerzas de avance y retorno del cilindro, tanto las teóricas como las reales considerando la presión de trabajo que será de 6 bar y las pérdidas por rozamiento.

Presión de aire, P_{aire} = 6 bar

Diámetro del embolo, D = 40 mm

Diámetro del vástago, d = 16 mm

Fuerza de avance y retorno (N)

Para calcular las fuerzas reales calculamos la fuerza de rozamiento de cada una de ellas, las cuales equivalen a un valor aproximado del 10 % de las fuerzas calculadas para presiones entre 4 y 8 bar como se observó en el capítulo III.

Fuerza de rozamiento de avance= 75,39 N

Fuerza de rozamiento de retroceso= 20,16 N

La longitud básica del vástago se calcula mediante la expresión:

Carrera del cilindro (mm)

Factor de pandeo, según el tipo de conexión (ver tabla 4)

Debido a las dimensiones de la compuerta se tomará una carrera de 450 mm para garantizar el cierre completo de la válvula.

El cilindro seleccionado corresponde al tipo de conexión del extremo del vástago pivote y guiado rígido por lo que se tiene un factor de pandeo de 0,7.

Se procedió a calcular el consumo de aire, el cual es función de la relación de compresión, del volumen y el tiempo.

Las compuertas de una peletizadora para alimentar la matriz trabajan aproximadamente 4 ciclos/minuto.

Es necesario además conocer la cantidad de aire atmosférico consumido, para esto se parte del consumo de aire a la presión de trabajo y se aplica la ley de Boyle-Mariotte.

Presión atmosférica, P_{atm} = 1,01325 bar

Presión de trabajo, P_{trab} = 6 bar

Consumo de aire Q_{atm}

Se seleccionó una electroválvula 5/2 marca MICRO serie SB 1 con conexión G¼. Puesto que cumple todas con todos los requerimientos del cilindro (conexión neumática, caudal) y del sistema en general (presión de trabajo, tipo de válvula, condiciones del aire), (ver figura 20) (ver tabla 10).

Figura 20: Electroválvula 5/2 marca MICRO

Fuente: Micro C.A., 2017

Tabla 10: Datos de válvula 5/2 marca MICRO

Tipo	**H-5-1/4-B**
Caudal nominal (l/min)	**1000**
Función de válvula	**Válvula de 5/2 vías**
Conexión neumática	**G1/4**
Fluido	**Aire comprimido filtrado**
Margen de presión de funcionamiento (bar)	**2,5 ... 10**
Temperatura del fluido (°C)	**-10 … +60**
Temperatura ambiente (°C)	**-5 … +50**

Fuente: Micro C.A., 2017

se seleccionó una unidad de mantenimiento marca FESTO (ver tabla 11), constituida por un filtro de aire, manómetro y lubricante (ver figura 21) con el fin de garantizar la durabilidad y seguridad del funcionamiento del sistema.

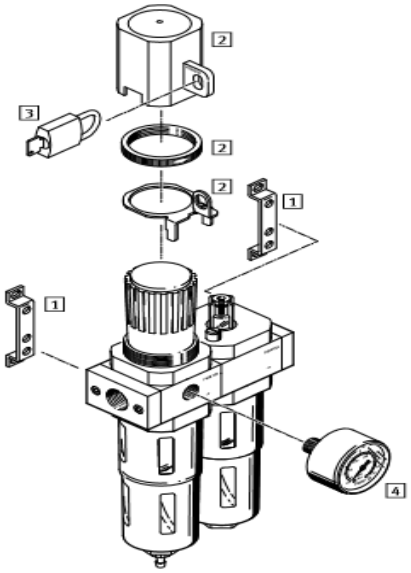


Figura 21: Unidad de mantenimiento marca FESTO
Fuente: FESTO C.A., 2017

Tabla 11: Datos de unidad de mantenimiento marca FESTO

Código	**FRC-1/4-D-7-5M-MINI**
Modelo	**FRC**
Serie	**D**
Conexión neumática	**G1/4**
Margen de regulación de presión	**0,5 … 7 bar**
Grado de filtración	**5M**

Fuente: Micro C.A., 2017

5.3.5 Sistema neumático

Para el diseño del nuevo circuito neumático se tomó en cuenta los elementos básicos necesarios para el buen funcionamiento de un sistema neumático (actuador, válvula direccional y sistema de mantenimiento). De esta forma se consideró la presión de trabajo de cada una de las válvulas de vapor y de la compuerta neumática, así como el tipo de conexión que utilizan.

Considerando que los actuadores tienen conexión de ¼”, que el cilindro de la compuerta neumática trabajará a una presión de 6 bar, que las válvulas de vapor

trabajarán a una presión de 4 bar, que se seleccionó para todo el circuito el mismo tipo de válvula direccional y los mismos sistemas de mantenimiento, se procedió a diseñar el circuito neumático (ver anexo K, pág. 100).

Finalmente una vez diseñadas cada una de las piezas se procedió a realizar un ensamble de las mismas en 3D con el fin de proporcionar a la empresa una idea más clara del conjunto armado en su totalidad (ver figura 22).

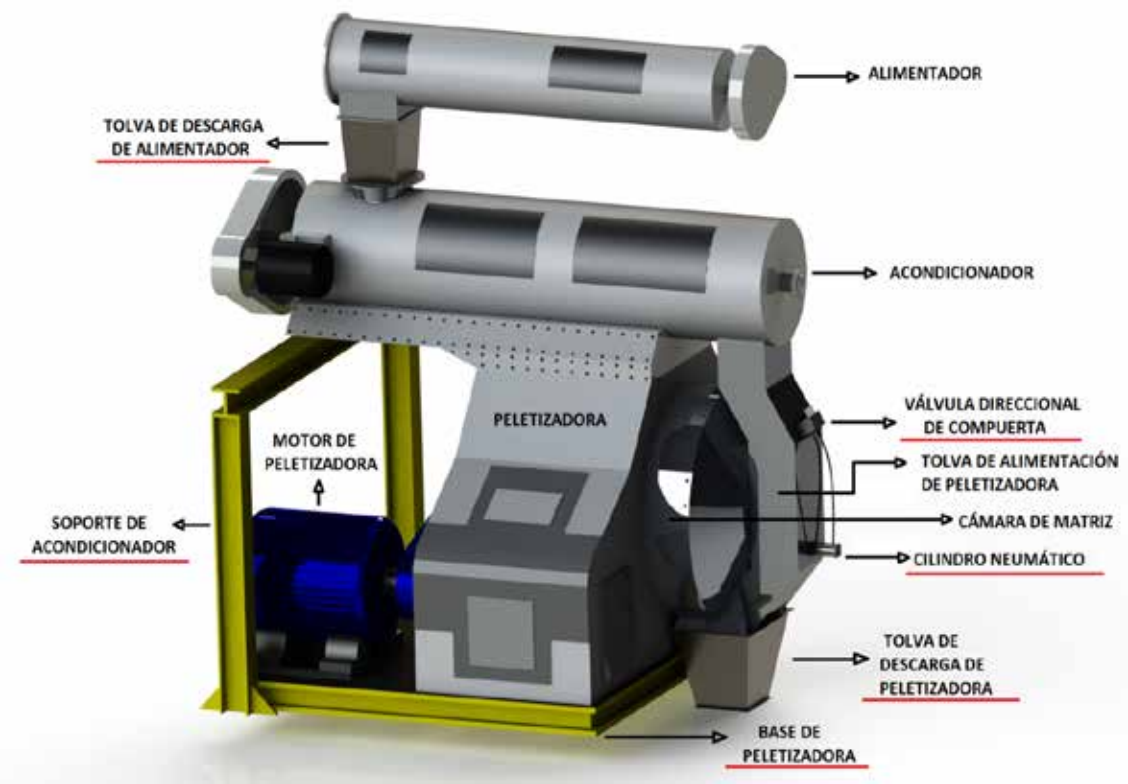


Figura 22: Nueva peletizadora

Fuente: Nieto., 2017

5.3.6 Desinstalación de la peletizadora actual

Una vez culminada la etapa del diseño de la propuesta se preparó un plan de desinstalación de la peletizadora y acondicionador actual, es importante conocer que el desmontaje se efectúa en el orden contrario al del montaje.

Para la desinstalación de un equipo se requiere apoyar los componentes de forma segura antes de aflojar los pernos, así mismo, las piezas a desechar que sean peligrosas para el ambiente deben ser aisladas, tales como:

El aceite de la caja de engranajes y de los motores reductores.

La grasa de los dispositivos de lubricación y de los rodillos.

Goma de acoplamientos, sellados, etc.

Correas.

Los pasos a seguir para la desinstalación del equipo actual son los siguientes:

1. Para evitar la contaminación ambiental y de personas que entren en contacto con la máquina el primer paso debe ser limpiar a fondo todo el equipo.
2. Desconectar el sistema de vapor, esto contempla: cierre de válvulas, purgado del sistema, desconexión de tuberías y desmontaje de la estructura de anclaje.
3. Desconectar y desinstalar el sistema neumático.
4. Desconectar los motores y equipos eléctricos del sistema.
5. Desmontar correa del acondicionador.
6. Desajustar la unión bridada entre el acondicionador y la peletizadora.
7. Quitar todas las piezas del acondicionador que no estén fijas.
8. Montar las guindas de elevación al acondicionador (ver figura 23).

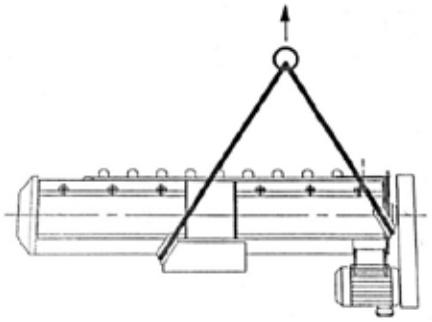


Figura 23: Elevación de acondicionador

Fuente: Nieto, 2017

9. Ubicar un montacargas en la parte lateral del acondicionador y ajustar las guindas a este.
10. Elevar el acondicionador totalmente vertical para evitar daños debido al balanceo.
11. Desmontar la matriz y los rodillos para evitar que por el peso la elevación de la peletizadora sea inestable con una carretilla elevadora.

12. Desmontar correa de la peletizadora.
13. Fijar las guindas de elevación a la peletizadora.
14. Elevar totalmente vertical la peletizadora con el montacargas (ver figura 24).

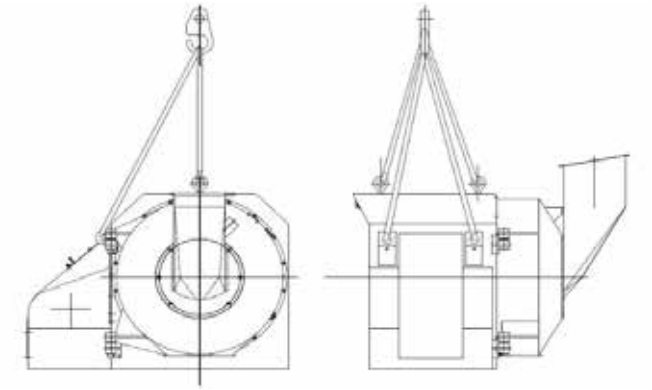


Figura 24: Elevación de peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

15. Extraer peletizadora (ver figura 25).
16. Desmontar, elevar y extraer el motor con el montacargas (ver figura 25).

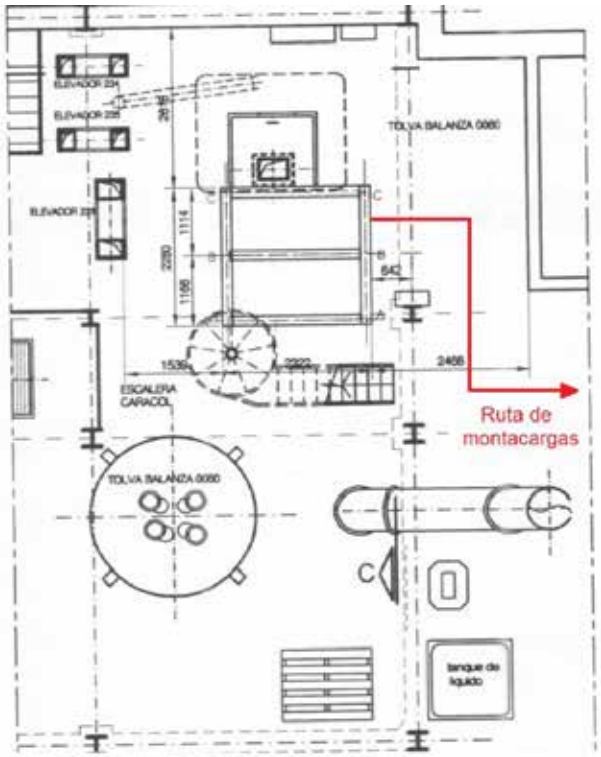


Figura 25: Ruta de montacargas para desinstalación
Fuente: Nieto, 2017

17. Remover base de la peletizadora.

5.3.7 Instalación de la peletizadora nueva

Se realizó un plan de instalación para la nueva peletizadora, en donde se enumera el paso a paso que se debe seguir para la puesta en marcha.

1. Fabricar la base de la peletizadora y del acondicionador.
2. Instalar las bases de los nuevos equipos.
3. Quitar cualquier objeto de la peletizadora que puede caer al suelo antes de comenzar la elevación de la máquina. . Verifique además que la estabilidad es suficiente.
4. Llevar la nueva peletizadora con un montacargas hasta la ubicación de la base (ver figura 26).

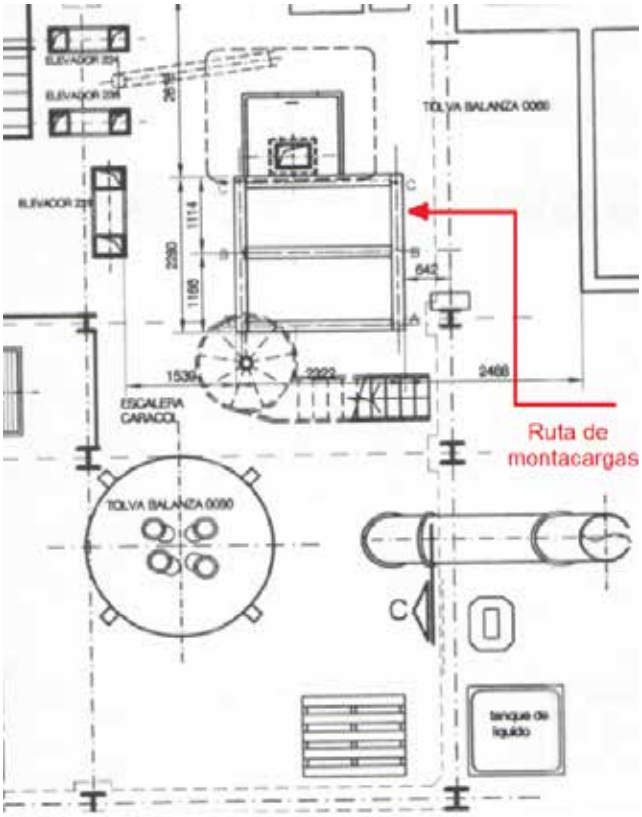


Figura 26: Ruta de montacargas para instalación

Fuente: Nieto, 2017

5. Ajustar todos los puntos de apoyo de la peletizadora a la base.

6. Instalar la matriz de la peletizadora.
7. Instalar y regular los rodillos. La regulación de los rodillos se efectuará siempre girando en el sentido contrario al giro de la matriz, de esta forma, en el caso de entrar un cuerpo metálico entre rodillo y matriz, se evita la rotura de la misma (ver figura 27).

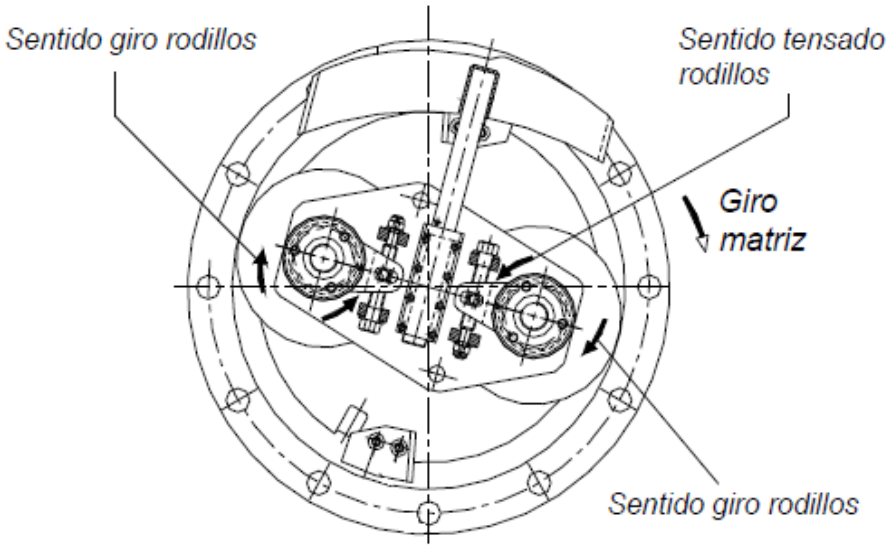


Figura 27: Regulación de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

8. Instalar el motor en la nueva base.
9. Instalar correas de la peletizadora verificando que el tensado sea adecuado. Una tensión de montaje insuficiente puede ser la causa de deslizamiento, provocando un calentamiento excesivo y como resultado una rotura prematura de la transmisión. Por el contrario un exceso de tensión en el montaje origina en la correa tensiones superiores a los valores admitidos por el cálculo, lo que como consecuencia reduce la duración de la vida práctica de la transmisión, además de producir una carga suplementaria sobre los rodamientos. Para que el tensado sea adecuado la fuerza de deflexión debe estar en un rango de 5,9 a 8,7 kg (ver figura 28).

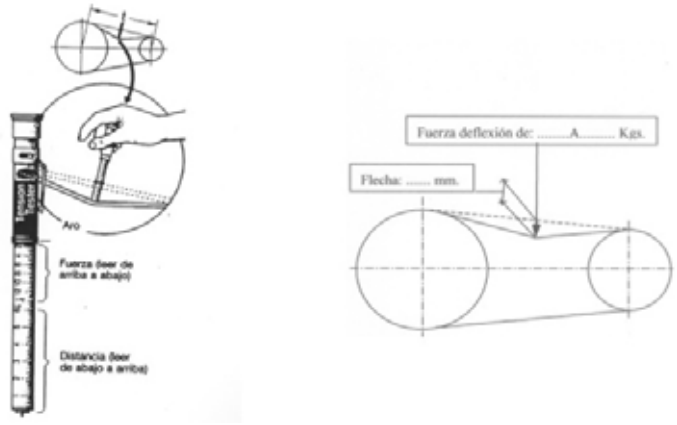


Figura 28: Ajuste de correas
Fuente: Mabrik

10. Instalar la tolva de descarga de la peletizadora diseñada.
11. Elevar el acondicionador con el montacargas y colocarlo sobre la peletizadora.
12. Ajustar el acondicionador a la base diseñada y a la peletizadora.
13. Ajustar la tolva de descarga del acondicionador con la tolva de carga de la peletizadora.
14. Instalar las palas del acondicionador, agrupándolas y montando cada conjunto en sentido longitudinal. Es necesario que cada grupo posea aproximadamente el mismo peso, grupo de palas (A-A) y (B-B) (ver figura 29).

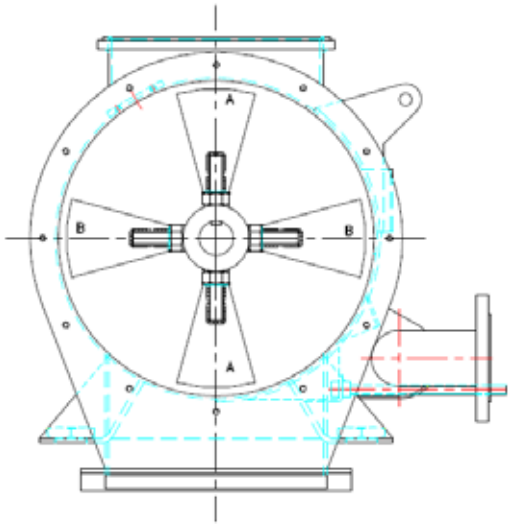


Figura 29: Palas del acondicionador
Fuente: Nieto, 2017

15. Instalar el motor del acondicionador.
16. Ajustar las correas del acondicionador, tomando en cuenta las mismas recomendaciones indicadas en el punto 9.
17. Instalar la tolva diseñada entre el alimentador y el acondicionador.
18. Conectar el sistema de tuberías de vapor diseñado.
19. Conectar el sistema de regulación de vapor del acondicionador.
20. Conectar la válvula de vapor, la válvula on/off y la compuerta de la tolva de carga de la peletizadora al sistema neumático diseñado.
21. Conectar el sistema eléctrico.
22. Realizar la puesta en marcha según las especificaciones ya expuestas.

5.3.8 Primera puesta en marcha

Se establecieron recomendaciones para la primera puesta en marcha del nuevo equipo, extraídas del manual del mismo.

1. Verificar el sentido de giro del motor principal.
2. Verificar final de carrera del cilindro neumático de la compuerta de la peletizadora. (No se puede poner en marcha con la puerta abierta, no se pude abrir la puerta con la granuladora en marcha, no se puede abrir la puerta después del paro hasta transcurrido un tiempo).
3. Revisar tensado de correas y apriete del grupo motriz (peletizadora y acondicionador).
4. Verificar apriete de los tornillos de fijación de la brida y del sombrero.
5. Ajustar y asegurar los rodillos.
6. Verificar el nivel de aceite en caja de engranes.
7. Verificar contenido de grasa en depósito de engrase.
8. Verificar el sentido de giro del motor del acondicionador.
9. Verificar la válvula de vapor on-off (se debe de cerrar al parar el acondicionador).
10. Verificar la válvula de vapor reguladora de caudal (se debe de cerrar al parar el acondicionador).

11. Verificar el sentido de giro del motor del alimentador.
12. Regular la velocidad del alimentador.
13. Comprobar circuito de vapor y purgar.
14. Regular presión de vapor según el producto a granular.
15. Cumplir con la secuencia de encendido del sistema:

    Alimentación del silo.

    Motores.

    Bombas de aceite.

    Peletizadora.

    Acondicionador.

    Resto de la línea de producción.

5.4 Acciones básicas de mantenimiento para la nueva peletizadora

Todas las tareas de mantenimiento y reparación serán llevadas a cabo únicamente por personal autorizado y cualificado. Además de las siguientes instrucciones de mantenimiento se tendrá en cuenta las instrucciones especiales de mantenimiento e inspección para los accesorios de otros fabricantes.

Consideraciones antes de cualquier mantenimiento:

1. Sigue las prescripciones de seguridad para los productos en cuestión al manejar el aceite, la grasa, y otros productos químicos, tales como detergentes.
2. Cierre todos los separadores de suministro con llave.
3. Desconecte la prensa granuladora durante los trabajos de mantenimiento.
4. Sigue las instrucciones de desmontaje para evitar lesiones corporales.
5. La cavidad de matriz se calentará mucho. Utilice protectores de manos, de ojos, y de cuerpo.

Existen piezas internas que se deben comprender puesto que son primordiales en el mantenimiento de una peletizadora (ver imagen 30), como el conjunto de matriz y rodillos que son los encargados de prensar y dar forma al alimento.

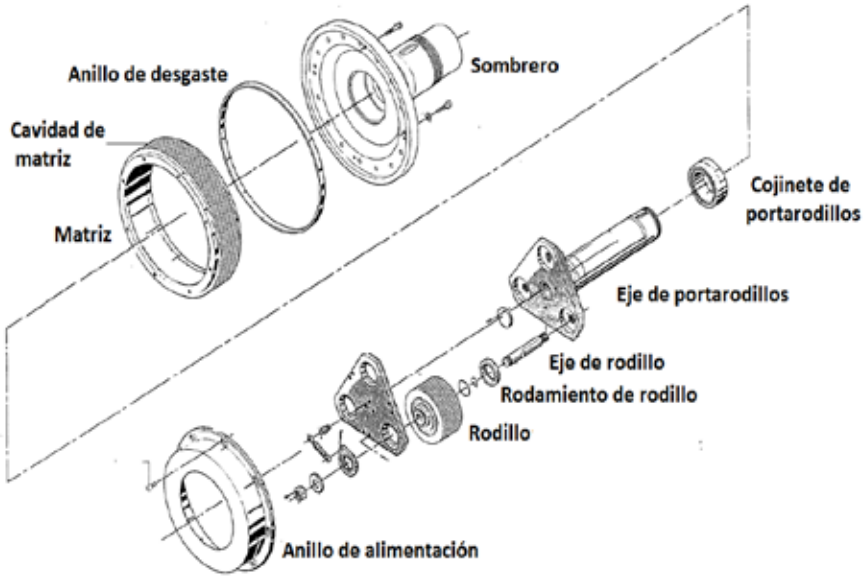


Figura 30: Piezas internas de peletizadora
Fuente: Nieto, 2017

5.4.1 Limpieza

Es muy importante limpiar la máquina con intervalos regulares para evitar mal funcionamiento, corrosión galvánica, y la aparición de bacterias y microorganismos. La limpieza es recomendable para las partes en contacto con el alimento.

Hay que quitar todo alimento pegado cuidadosamente, ya que la falta de limpieza podrá resultar en mezclas durante el cambio de receta o un atasco de la prensa granuladora a consecuencia de grandes masas mojadas que caen a los rodillos. Las masas de materiales no granulados podrán ser reexpedidas a la instalación (enfriador y tamiz) y acabar en los silos. Además, se debe limpiar los orificios y las puertas para evitar permeabilidades.

Consideraciones generales para toda limpieza:

1. Pare la máquina y desconecte y cierra el separador de suministro con llave antes de realizar trabajos de limpieza o de mantenimiento.
2. Limpie la máquina con un detergente seco aprobado en los puntos necesarios.
3. Nunca utilice productos clóricos, acidíferos, mojados, o abrasivos para la limpieza.

4. Nunca utilice cepillos metálicos.

Se recomienda que la máquina sea limpiada en seco por orden consecutivo:

1. Limpieza gruesa: quite grandes masas de alimento del interior de la prensa lo más pronto posible después de una parada de la producción, ya que éstas se endurecerán y complicarán la limpieza.
2. Limpieza fina: quite los pequeños restos de alimento con una espátula. Aspire la máquina después de esto.
3. Inspección: repita fase 1 y fase 2, en caso de necesidad.

Todo uso de vapor o de agua se desaconseja, ya que esto causará una aglutinación de los restos de alimento y dificultará así el proceso de limpieza.

Durante el procesamiento, el alimento alcanzará una temperatura entre 70 y 80 grados, por lo que no existe un riesgo bacteriano. Sin embargo, se recomienda que se realice un autocontrol de toda la línea de producción para evitar salmonella y colibacilos. En los puntos expuestos en la línea de producción se debe utilizar un desinfectante apropiado con intervalos regulares.

5.4.2 Lubricantes

Para asegurar una larga vida útil de los cojinetes y engranajes, se debe utilizar un aceite de primera calidad, que cumpla las siguientes especificaciones:

1. Alta estabilidad a la oxidación.
2. Alto índice de viscosidad.
3. Alto contenido alcalino (anticorrosivo).
4. Alto control del efecto catalítico de cobre y bronce.
5. Incluyendo: inhibidor de espuma y aditivo con efecto resistente al desgaste.

La caja de engranajes está equipada con un sistema de lubricación por aceite integral, consistente en un sistema completo para la lubricación del eje de transmisión, de la rueda dentada principal, de los cojinetes del eje principal, y de los cojinetes del eje de transmisión. El sistema está dimensionado a base de una temperatura de aceite de 10°C como mínimo y 70°C como máximo. Una temperatura de aceite inferior a

10°C requiere el montaje de un calentador en la caja para que la temperatura pueda alcanzar 10 a 15°C antes del arranque de la prensa granuladora. Asimismo, es necesario utilizar un refrigerador de aceite para temperaturas de aceite superiores a 70°C.

Los lubricantes recomendados se observan en la tabla 12.

Tabla 12: Lubricantes recomendados

Lubricantes para rodillos de presión y cojinetes		Aceite de reductor para caja de presión	
Fabricante	Grasa para rodillos de presión	Mineral	Sintético
MOBIL	MOBILGREASE XHP 222	MOBIL GEAR 630	GLYGOYLE HE220
SHELL	ALBIDA EP 2	OMALA OLI 220	OMALA OLI HE220

Fuente: Mabrik, S.A

5.4.3 Lubricación automática

Tabla 13: Lubricación de elementos

Elemento	Cantidad	Mantenimiento
Reductor	90 litros	El aceite del reductor es cambiado después del primer mes de uso, posteriormente es cambiado cada 8000 horas de funcionamiento.
Filtro de aceite	NA	Aproximadamente cada 12 meses.
Acoplamiento	NA	Cambio de la grasa cada 3 años.

Fuente: Mabrik, S.A

El aceite es succionado del depósito en la caja de engranajes a través de la bomba (1) hacia el filtro (2). Desde el filtro el aceite es dirigido hacia la caja de distribución (3), donde es dirigido hacia el engranaje (4) y los cojinetes (5) (ver imagen 31).

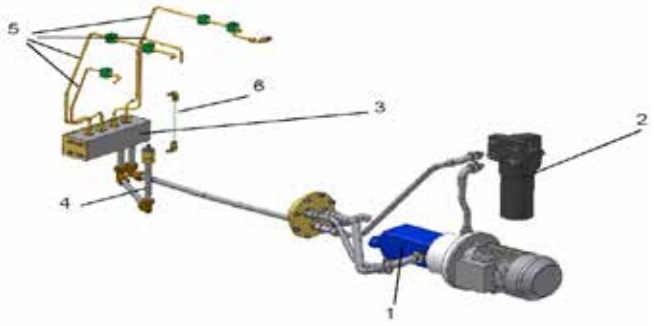


Figura 31: Sistema de lubricación

Fuente: Nieto, 2017

El sistema de filtros en el sistema de lubricación por aceite consta de una caja fija con derivación y elemento filtrante cambiable. El filtro está provisto de un control diferencial de presión. Los operadores reciben un aviso de cambiar el filtro de aceite cuando está a una diferencia de 5 bar de la presión de trabajo (30 bar). En caso de que el aviso de cambiar el filtro no sea observado y el filtro sea cegado, es posible utilizar la función de derivación, hasta que un nuevo filtro esté disponible.

Un presostato registra la presión de aceite tras el filtro. Caso que la presión de aceite vaya debajo de 2 bar, el presostato desconectará el motor principal, y la prensa granuladora será interrumpida.

Cambio de filtro:

1. Desconecte la bomba de aceite lubricante
2. Desmonte el filtro de aceite lubricante
3. Cambie el filtro (coloque el filtro en su sitio correcto)
4. Monte el filtro de nuevo
5. Active el interruptor para la bomba de aceite lubricante

5.4.4 Lubricación manual

La peletizadora está construida para la lubricación manual manejado a distancia, permitiendo una lubricación de todos los cojinetes y piezas (excepto el acoplamiento) durante el funcionamiento de la peletizadora.

Manualmente se lubrican los rodillos y el eje de portarodillos (ver figura 32).

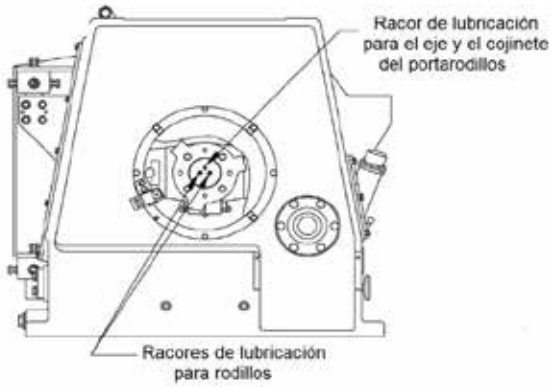


Figura 32: Lubricación manual (1)
Fuente: Nieto, 2017

El eje y el cojinete del portarodillos deben ser lubricados cada 24 horas utilizando 50 g de grasa. Los rodillos deben ser lubricados cada 4 horas suministrando 300 g de grasa.

5.4.5 Control del nivel de aceite

Se debe controlar el nivel de aceite cada día antes de la puesta en marcha y después de una reparación. La varilla de nivel de aceite (A) muestra el nivel máximo y el nivel mínimo de aceite. El nivel de aceite baja durante el funcionamiento, ya que el aceite se mueve del depósito de aceite a los cojinetes y engranajes.

Indicador (B) para la inspección visual de la lubricación de las ruedas dentadas.

Indicador visual (C) para la inspección visual del aceite y de la lubricación de los cojinetes posteriores.

La caja de reductor está provista de un imán (D) para la recogida de virutas metálicas. Se debe limpiar el imán una vez por semana (ver figura 33).

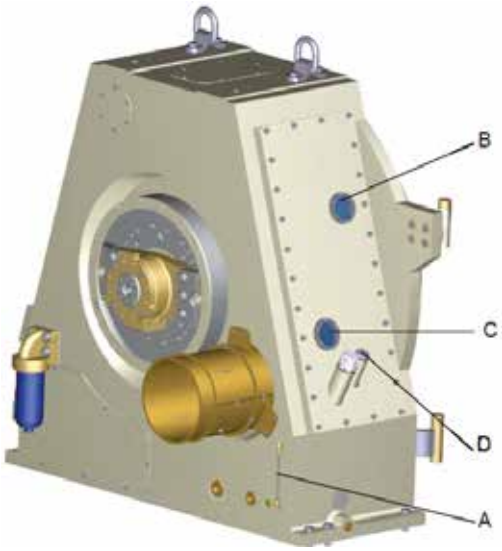


Figura 33: Lubricación manual (2)
Fuente: Nieto, 2017

5.4.6 Matriz

Un buen mantenimiento de la matriz vale mucho para su durabilidad. Es muy importante que la matriz sea desgastada de manera uniforme y regular sobre toda la superficie interior. Caso que objetos extraños entren en la matriz, ésta será desgastada irregularmente. Los objetos extraños formarán un “punto muerto” e impiden así a la

matriz que sea desgastado de manera regular. Esto resultará en definitiva en una elevación en la matriz, imposibilitando el ajuste correcto de los rodillos según la superficie de trabajo de la matriz. Si es posible, los objetos extraños metálicos deben ser quitados cada 24 horas mediante un clavija de taladrar o un perno motor, haciendo golpes de afuera hacia el centro. Para obtener un desgaste uniforme, es importante ajustar los rodillos de manera que se cierran hacia la parte delantera de la matriz. Si la matriz es desgastada irregularmente, se recomienda que la superficie interior sea rectificada.

Cambio de la matriz:

1. Afloje los tornillos B1 y quite el cilindro de alimentación F.
2. Agite los rodillos afuera de la matriz.
3. Desatornille los tornillos cilíndricos C y ponga el gancho elevador N1 en el anillo de refuerzo con un tornillo cilíndrico B2.
4. Ponga dos de los tornillos C desmontados en los orificios ventiladores y ténselos hasta que el anillo de refuerzo B se afloje y pueda quitarse.
5. Ponga el gancho elevador N1 en la matriz mediante un tornillo cilíndrico B2.
6. Afloje y quite los tornillos B3 y los discos.
7. Utilice los tornillos B3 para quitar la matriz, atornillándolos desde el lado posterior del eje principal. Saque la matriz horizontalmente.

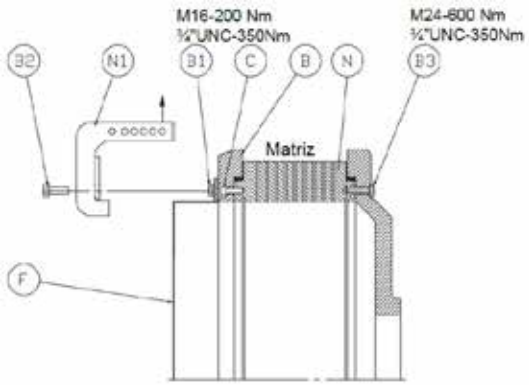


Figura 34: Desmontaje de matriz
Fuente: Nieto, 2017

Consideraciones:

Tenga cuidado de quitar los tornillos B3 antes de remontar la matriz.

Utilice nuevos pernos para la matriz al cambiarla.

Siempre utilice arandelas de ajuste templadas bajo los pernos.

1. Verifique que las superficies de contacto, el anillo de sujeción, el anillo de desgaste, y el eje principal estén limpios y desgrasados antes del montaje.
2. Controle con una herramienta especial el estado del anillo de desgaste.
3. Coloque la matriz en el eje principal y atorníllela con los tornillos B3 y los discos de acuerdo con la sección anterior.
4. Monte el anillo de sujeción B en la matriz. Tenga cuidado de que las superficies de contacto estén limpias y desgrasadas antes del montaje. Coloque los tornillos C y apriételos.
5. Coloque y ajuste los rodillos.

5.4.7 Cambio del anillo del desgaste de la matriz

1. Levante el anillo de desgaste en la cavidad con un destornillador.
2. Introduzca una cuña y continúe aflojando el anillo de desgaste con el desatornillador, hasta que pueda ser desmontado.
3. Verifique que las superficies de contacto estén limpias y secas.
4. Reúnan los extremos del nuevo anillo de desgaste y póngalo con cuidado en su sitio, de manera que el nicho entre en la ranura de la matriz.

5.4.8 Ajuste del distribuidor de materiales

El distribuidor de materiales (ver figura 35) tiene por fin de hacer un repartición uniforme de las materias primas sobre la matriz delante de ambos rodillos de presión. Eso es muy importante para obtener un desgaste regular de la matriz. Los dos distribuidores están montados en un soporte ajustable,. El distribuidor de materiales es ajustado al aflojar los pernos y dar vueltas a la matriz en uno u otro de los sentidos abajo descritos, golpeando el soporte del distribuidor de materiales:

• Si la parte delantera de la matriz está desgastada se debe girar el distribuidor hacia los rodillos de presión (dextrorso) para repartir el alimento hacia la matriz.

• Si la parte trasera de la matriz está desgastada se debe girar el distribuidor afuera de los rodillos de presión (sinistrorso) para repartir el alimento hacia atrás.

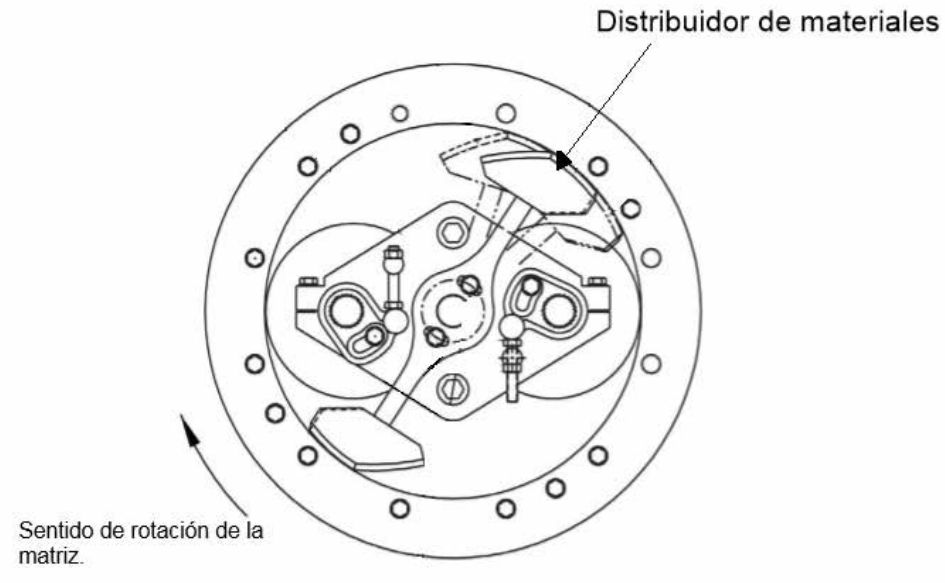


Figura 35: Distribuidor de materiales

Fuente: Nieto, 2017

El ajuste correcto del distribuidor de materiales depende de la densidad de las materias primas y de la velocidad de granulación. Si un control del espacio entre el borde exterior del distribuidor de materiales y la matriz y el cilindro de alimentación muestra un espacio de más de 10 mm, la materia prima no es repartida correctamente sobre la matriz, y es necesario montar un distribuidor de materiales nuevo o renovado.

5.4.9 Control del juego en el cojinete del eje de portarodillos

Como los cojinetes de la prensa serán desgastados, es necesario cambiarlos. El control y la identificación del cojinete o de los cojinetes que necesitan un cambio pueden realizarse como descrito a continuación. Si las siguientes tareas son efectuadas de rutina, es posible planear los cambios necesarios de los cojinetes de antemano.

1. Desconecte y cierre con llave el suministro de corriente al motor de la prensa granuladora y abra la cámara de gránulos.

2. Dirija los rodillos afuera de la parte delantera de la matriz.
3. Limpie la superficie de la matriz para quitar eventuales impedimientos entre el cuerpo de rodillo y la parte delantera de la matriz.
4. Monte un cronómetro en la prensa granuladora. Fije un portaimán al eje principal y fije el indicador encima del eje de portarodillos (en posición de las 12 horas).
5. Eleve el eje de portarodillos verticalmente con una palanca ubicada entre los dos bloques de madera colocados en el suelo y el borde inferior del eje de portarodillos (principio de palanca).
6. Al oprimir la palanca, el juego de los cojinetes se reflejan en el indicador que dan unos saltos repentinos. Si el indicador se mueve lentamente, los componentes de la prensa granuladora se reflejan, y no es posible realizar una lectura exacta del juego del cojinete.

Normalmente un nuevo cojinete tiene un juego de hasta 0,127 mm (0,005”). A medida que el cojinete es desgastado, el juego se aumentará. Se debe cambiar el cojinete, cuando el juego tiene 0,508 mm (0,020”) o más.

5.4.10 Control del juego en el cojinete posterior del eje motor

1. Desconecte y cierre con llave el suministro de corriente al motor de la prensa granuladora y quite la pantalla del acoplamiento.
2. Desmonte el acoplamiento hasta que se pueda quitar la reja. Después de haber desmontado el acoplamiento hasta aquí, libere las dos mitades de acoplamiento.
3. Mida la holgura del extremo de eje motor al montar un instrumento indicador con el fondo magnético en una superficie estacionario y la flecha en el extremo del eje motor.
4. Empuje el eje hacia adelante (hacia la parte delantera de la prensa granuladora) y ponga el instrumento indicador a cero.
5. Retire el eje (hacia el motor) y anote la lectura.

1. En un nuevo eje, la lectura debe encontrarse entre 0,279 mm y 0,584 mm (0,011” – 0,023”). Si la holgura del extremo de eje se aumenta a 2,032 mm (0,080”), se debe cambiar el cojinete.
6. Monte la aguja del instrumento indicador encima del eje principal (en posición de las 12 horas) y levante el eje motor en alto para controlar el juego radial.
2. En un nuevo eje, la lectura debe encontrarse entre 0,051mm y 0,127 mm (0,002” y 0,005”). Si el juego radial se aumenta a 0,508 mm (0,020”), se debe cambiar los cojinetes.

5.4.11 Acoplamiento de engranajes y motores

Al conectar los engranajes y el motor, los ejes deben correr paralelamente al mismo nivel. Las mitades de acoplamiento precisamente centradas y alineadas protegerán los cojinetes y el motor contra cargas dañosas.

1-2.Coloque las mitades de acoplamiento de manera suelta en la prensa y el motor. Caliente el cubo a 110 C° para facilitar el ajuste. Fije el motor a la fundación. Utilice una pieza intermedia entre la fundación y la base de motor para ajustar la altura y realizar la alineación vertical. La alineación horizontal se realiza al desplazar el motor/la fundación.

3. Controle la alineación con una regla de nivelar y galgas de espesores de acuerdo con los valores abajo indicados. Haga girar el eje de motor un paso de 90° al mismo tiempo para asegurar una correcta rotación.

Valores de alineación:

Paralelismo 0,33 mm

Rechazo angular 0,33 mm

Distancia J 3 +/-1 mm

4. Monte el anillo de estanquidad después de haber realizado una alineación correcta.

5. Llene el hueco entre dientes con grasa y monte el resorte.
6. Llene con grasa alrededor del resorte y lubrique el cubo.

7. Empuje las mitades de caja en su lugar y reúnelas.

Una vez alineado el motor correctamente, monte las piezas intermedias adaptadas debajo de la fundación y sóldelas, tanto a la base de motor como a la fundación de la prensa granuladora.

5.4.12 Ajuste de los rodillos

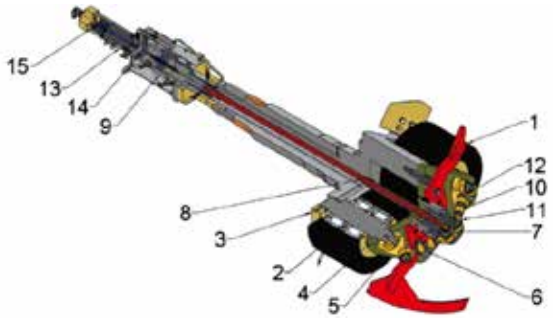


Figura 36: Ajuste de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

Durante marcha es posible ajustar la distancia entre rodillos y matrices con un tirante de reglaje por la granuladora. El movimiento se hace por un cilindro hidráulico puesto detrás de la granuladora.

1-4 Ajuste de la distancia entre rodillos (1) y matriz se hace a fuerza de girar de eje de rodillos excéntricos (2). Cuando el eje de rodillos (2) es girado en proporción a las perforaciones en el eje porta-rodillos (3) y la placa frontal (4) el centro de cojinete de asiento en el rodillo se acciona y igualmente el rodillo (1) en proporción a la matriz.

5-7 Este movimiento rotativo del eje de rodillos se hace por un brazo del momento (5) que por un sistema de árbol (6) está acoplado con un pistón (7) que se desplaza en la dirección axial del rodillo. Este cambio implica que el eje de rodillos se gira a causa del ángulo cambiado entre sistema de árbol (6) y brazo del momento (5).

7-9 El cambio de la horquilla (7) se hace por un tirante de reglaje (8) que se desplaza en dirección axial por el cilindro hidráulico (9).

6-12 El largo del sistema de árbol (6) se cambia para ajuste del punto cero el sistema así la distancia entre rodillos (1) y matriz es igual y correcto para todos los rodillos. Esto se hace a fuerza de girar el tornillo de ajustar (10) con tornillo normal y izquierdo

así los pernos de ojo (11) y (12) se desplaza en proporción a los unos y con eso el lago del sistema de árbol (6) se cambia y con eso el eje de rodillos se gira.

12-15 El cilindro hidráulico está acoplado a la estación hidráulica por un eslabón giratorio (13) que permite el cilindro hidráulico girar con el eje porta rodillos (2) cuando el embraque de seguridad se desembraga. Este eslabón giratorio hidráulico se usa también para lubricación con grasa de la granuladora. El cilindro hidráulico está dotado de un sensor de distancia (14) que indica la posición del cilindro hidráulico. Por esto es posible leer la distancia entre rodillos y matriz. El sensor de distancia está acoplado por un cilindro eléctrico (15) instalado tras el cilindro hidráulico.

El ajuste del espacio libre entre los rodillos y la matriz es el ajuste más importante en la prensa granuladora, teniendo que ser regulado todos los días.

Un ajuste correcto de los rodillos dará el siguiente resultado:

• Capacidad máxima.

• Desgaste mínimo de los rodillos y de la matriz.

• Calidad óptima de los gránulos.

• Carga reducida de los cojinetes y de los otros componentes.

Un ajuste incorrecto de los rodillos causará:

• Deslizamiento del rodillo o bloqueo de la prensa – ajuste demasiado suelto.

• Matrices cilindradas (el metal cierre las perforaciones de prensa a causa del contacto entre la matriz y el rodillo) – ajuste demasiado pegado a la matriz.

Es de la mayor importancia que la superficie de la matriz sea mantenida en estado limpiado para conseguir un buen ajuste de los rodillos. Caso que la superficie no esté limpia, no es posible ajustar el espacio libre entre los rodillos correctamente y así producir un producto aceptable.

5.4.13 Mantenimiento de los rodillos

Para poder realizar el mantenimiento requerido de los rodillos de manera segura y económica en cuanto a los cojinetes, las juntas herméticas, y los cuerpos de rodillo, es indispensable utilizar el equipo apropiado, tal como:

- Prensa hidráulica (capacidad de 18.000 kg (20 toneladas) como mínimo).
- Barra de anillo de retención.
- Tubos de prensa - uno que cuadra con el eje de tornillo, y otro que cuadra con el cuerpo de rodillo.
- Instrumento de aguja con base magnética.

Cambio de rodillos:

DESMONTAJE

1. Se usa el cilindro hidráulico para girar los rodillos fuera de matriz (hasta posición final) así el pistón en la placa frontal está completamente a la vista.
2. Se desmontan los dos tornillos puntiagudos (1) al final de la horquilla (2). Se empujan los dos pernos (3). Se tiran los dos pernos de ojo (4) de guía de horquilla.
3. Se aflojan las dos tuercas M24 (5). Se tiran los dos pernos de ojo (6) libre.
4. Se desmonta el deflector (7).

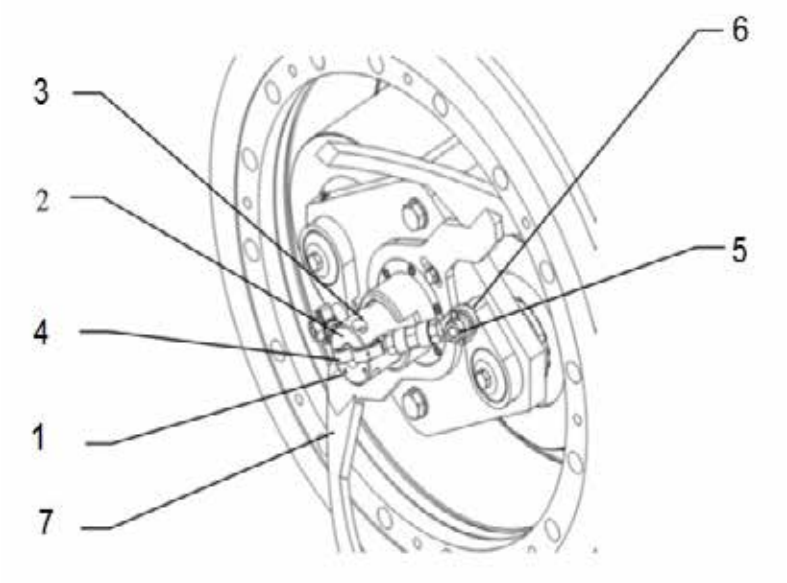


Figura 37: Esquema (1) de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

5. Se aflojan los dos pernos M20 (8) y se tiran las dos arandelas de empuje y estrellas de regulación (9).

6. Se desmonta la tuerca (10). Se tiran libre la horquilla (2) y la pequeña arandela de empuje en el tirante de reglaje detrás la horquilla.

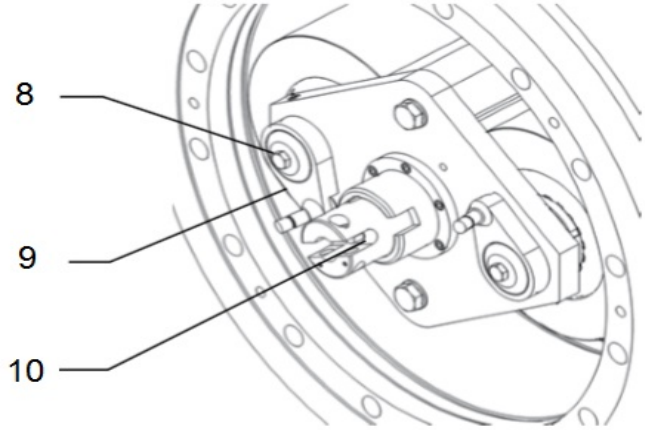


Figura 38: Esquema (2) de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

7. Se desmontan los dos pernos M30 (11).
8. Se tira libre la placa frontal (12) atornillando los pernos de desconexión por tracción en los agujeros de rosca para el deflector y empujando hacia las camisas de rodillo. Esto previene que los rodillos caen al suelo cuando se saca la placa frontal. Se giran por turno los pernos de desconexión por tracción una vuelta de modo que la placa frontal no vuelca y se cierre.
9. Se monta herramientas de elevación para rodillos en el extremo del eje de los rodillos y se tensa el perno de enclavamiento. Se tensa el cable metálico de grúa así que el rodillo no cae cuando se tira libre del rodamiento del eje de porta rodillos. Se baja el rodillo en el suelo o paleta.
10. Se limpian los casquillos en el rodamiento del eje de porta rodillos. Se controla que no hay daños y se lubrifica con grasa.
11. Se limpian los casquillos en la placa frontal. Se controla que no hay daños y se lubrifica con grasa.
12. Conducción de horquilla en la placa frontal se limpia y se controla que no hay daños.

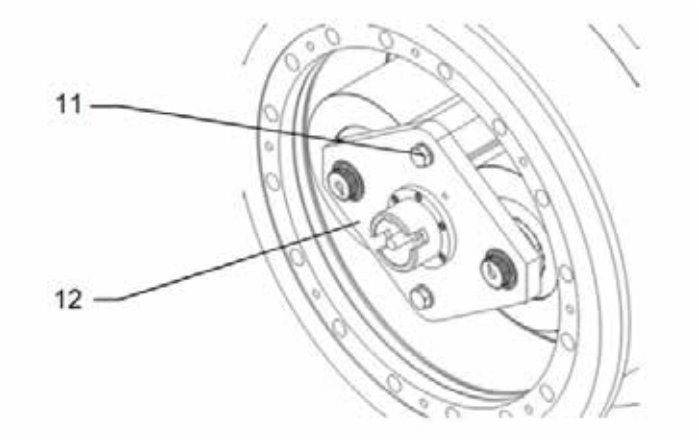


Figura 39: Esquema (3) de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

MONTAJE

1. Se elevan los nuevos rodillos y se empujan dentro del eje de porta-rodillos.
2. Se monta la arandela de presión en la barra de tracción.
3. Se monta la placa frontal (12) y se tensan los dos pernos M30 (11) con 1000 Nm. Se controla que los rodillos pueden girar libremente.
4. Se empuja la horquilla (2) en posición en la guía. (Nota: Muesca)
5. Se monta la tuerca (10) en el centro de la horquilla y se tensa con 800 Nm.

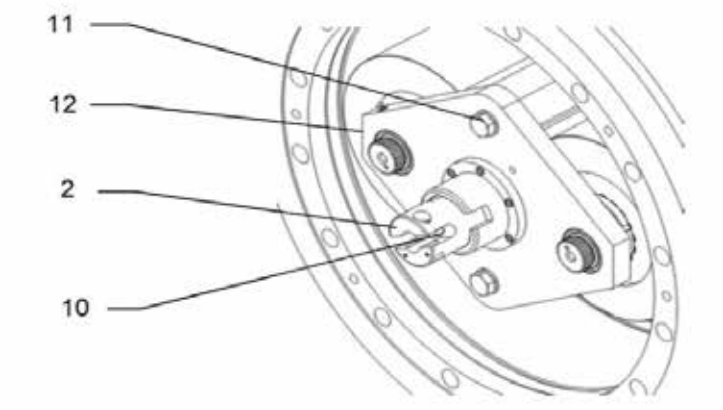


Figura 40: Esquema (4) de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

6. Se monta el deflector (7).
7. Se montan los dos pernos de ojo (4) en la horquilla y se tensan los tornillos puntiagudos (1).

8. Con el cilindro hidráulico se tira la horquilla completamente dentro de la placa frontal (hasta posición final). Estén atentos que los pernos de ojo no se enganchen.
9. Se limpian los dos pernos de ojo (13) y los dos tornillos de ajustar (14). Se controla que no hay daños y se lubrifica con grasa. Se atornillan los pernos de ojo y los tornillos de ajustar tan fijo como posible en absoluto.
10. Se gira el rodillo en el sentido de las agujas del reloj todo hacia la matriz (cerca).
11. Se montan las estrellas de regulación (9) en los ejes de rodillos en la posición más corto posible donde los pernos de ojo (13) pueden ser montados. Se vuelven los pernos de ojo de modo que el tornillo de seguridad para rodamiento de junta vuelve hacia fuera.
12. Se montan las arandelas de presión para las estrellas de regulación y se tensan los dos pernos M20 (8) con 350 Nm.
13. Se giran los tornillos de ajustar (14) entre los pernos de ojo (4) y (13) de modo que se ajustan los rodillos hacia la matriz. Cuando se sienta resistencia se gira aprox. ¼ vuelta atrás y se tensa contra con ambas tuercas.
14. Con el cilindro hidráulico se tiran los rodillos fuera de la matriz (a posición final) de modo que la horquilla en la placa frontera esté a la vista.
15. Se arranca la granuladora y se ajusten los rodillos hacia la matriz. Se controla que los rodillos no pueden tocar la matriz cuando el pistón sea retractado.

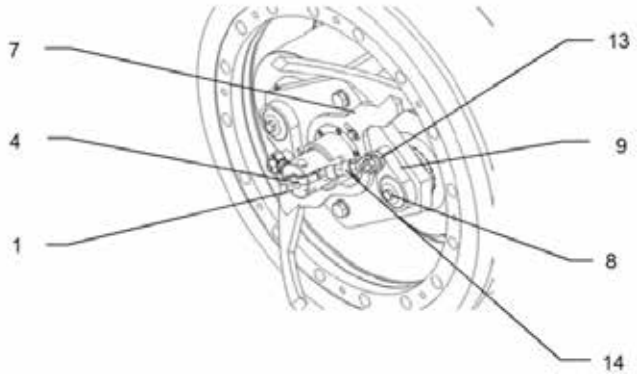


Figura 41: Esquema (5) de rodillos
Fuente: Nieto, 2017

CONCLUSIONES

El diagnóstico permitió determinar que la mejor opción para la solución del problema planteado es sustituir el equipo actual por uno nuevo.

Se determinó que el área de peletizado de la empresa no es completamente efectiva, puesto que poseen una peletizadora que presenta fallas mecánicas que reducen la eficiencia del proceso, viéndose afectada la producción. De 20 t/h que es la capacidad de dicha peletizadora, ésta se encuentra produciendo 12 t/h.

La peletizadora que presenta las fallas mecánicas además genera altos niveles de ruidos y vibraciones que inciden en contra de la seguridad laboral de los trabajadores. El límite de ruido establecido por la ley de gestión ambiental para una zona industrial no debe exceder de 70 decibelios, y la máquina está generando 100 decibelios.

Mediante la comparación entre los equipos se determinaron los cambios que deben realizarse en bases, soportes y tolvas, tuberías y en el sistema neumático, que se deben realizar para la instalación adecuada de la nueva peletizadora, considerando que ésta será instalada en la posición de la máquina actual.

Se diseñó la base de la nueva peletizadora que tiene como función darle altura a la máquina para respetar la ubicación actual del alimentador y el enfriador y una estructura que soporta una tercera parte del peso del acondicionador.

Para el diseño de la estructura del acondicionador se realizaron los cálculos pertinentes que garantizan que soportará la carga a la cual será sometida, así mismo, se verificaron dichos cálculos mediante un programa computarizado

.

El nuevo sistema de vapor está incluido en la nueva peletizadora, por lo cual se debe realizar una sustitución total del sistema actual. Para ello, se instalaron las nuevas tuberías que cumplen con el diámetro de los elementos del sistema de vapor a instalar, así mismo, se definió el recorrido de las mismas.

Los cambios en el sistema neumático se debieron al cambio de las válvulas del sistema de vapor que son accionadas mediante aire comprimido, así como también por la compuerta que se debe instalar en la nueva tolva entre el acondicionador y la peletizadora, que de igual manera es accionada por dicho fluido. Para el diseño de este sistema se tomó en cuenta la selección de los componentes según las necesidades requeridas (conexión, presión, función), con el fin de desarrollar el circuito y proporcionar el funcionamiento de sus elementos, garantizando una correcta instalación, mantenimiento y desempeño.

Las nuevas tolvas diseñadas por los cambios de los equipos permiten optimizar el paso del alimento primero a su acondicionamiento y posteriormente a la fase de peletización. De igual forma, garantizan que no se debe realizar ninguna modificación en la posición del alimentador y enfriador actual, puesto que encajan con las dimensiones de los mismos.

Las acciones de mantenimiento establecidas permiten a la empresa conocer los procedimientos básicos que se requieren para mantener en óptimas condiciones los principales componentes de la peletizadora.

Estas acciones proporcionan información importante a la empresa y contribuyen con el plan de mantenimiento que ellos deben generar posterior a la instalación de la nueva máquina, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y vida útil del mismo.

RECOMENDACIONES

El personal en contacto con la máquina debe poseer conocimientos básicos sobre ella, en cuanto a funcionamiento, operación y medidas de seguridad a adoptar en cada caso. Por otro lado quienes trabajan directamente con la peletizadora, tanto en la instalación, mantención y operación, deben ser personas especialmente calificadas.

Se recomienda a los operarios y personal de mantenimiento por su bienestar cumplir a cabalidad con las normas de seguridad industrial establecidas por la empresa.

Es de gran importancia implementar un programa de inspecciones y un plan de mantenimiento rígido para la peletizadora. Esto va a permitir que el sistema se conserve en óptimas condiciones de operación y seguridad.

Se invita a la empresa a continuar con la iniciativa del crecimiento y mejorar la eficiencia del resto del proceso con un alimentador y enfriador nuevo.

Por último se hace especial énfasis en que al ser realizada la propuesta presentada se vele por la precisión en los detalles, la elección de buenos materiales y se asigne el proyecto a personas que garanticen el fiel seguimiento para obtener los resultados esperados en la hipótesis.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS.

Arias, F. (1999). **El Proyecto de Investigación, guía para su elaboración (3ª. Ed.)**. Caracas: Editorial Espiteme.

Arias, F. (2012). **El proyecto de Investigación: Introducción a la investigación científica (6ª. Ed.)**.Caracas: Editorial Espiteme.

Ávila, H. (2006). **Introducción a la metodología de la investigación**. México: Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc.

Bizquera, R. (1990). **Métodos de Investigación Educativa**. España: Editorial CEAC.

Hernández, R. (2003). **Metodología de la Investigación (3ª. Ed.)**. México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana editores S. A.

Tamayo y Tamayo, M. (1999). **El Proceso de la Investigación Científica**. México: Editorial Limusa.

ELECTRÓNICAS.

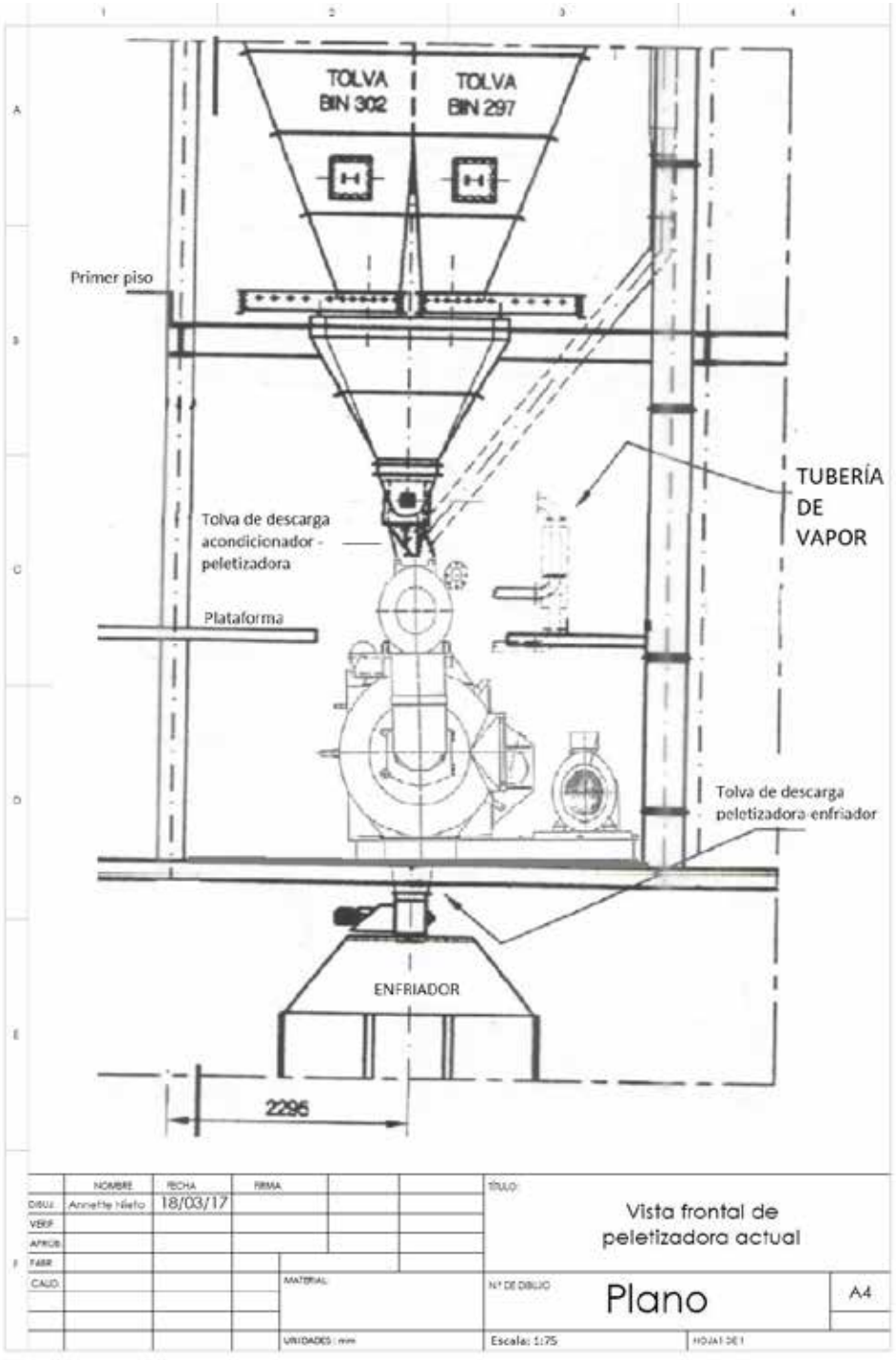
Escobar, J. (2010) **Diseño conceptual de una máquina peletizadora de alimento para aves de corral para una producción de 1 tonelada diaria.** Extraído de http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/diseno-conceptual-máquina-peletizadora-t3077/124-p0.htm#_=_

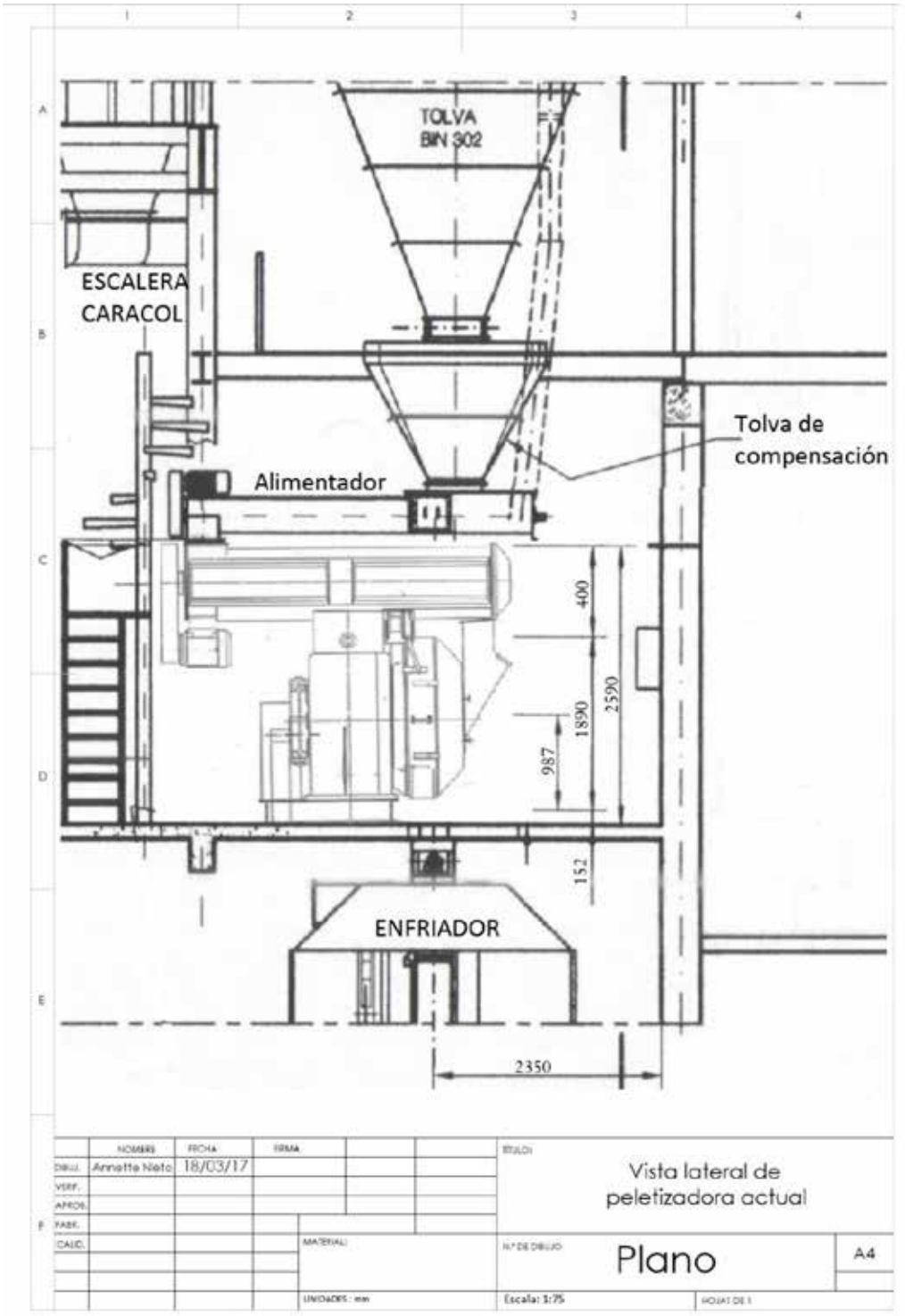
Fuentes, P. (2016) **Peletizadora final.** Extraído de https://www.scribd.com/presentation/332077762/Peletizadora-Final

Bortone, E. (2017) **Diseño de plantas de alimentos balanceados especializadas para peces y crustáceos.** Extraído de http://www.engormix.com/MA-balanceados/fabricacion/foros/articulo-diseno-plantas-alimentos-t12419/801-p0.htm´

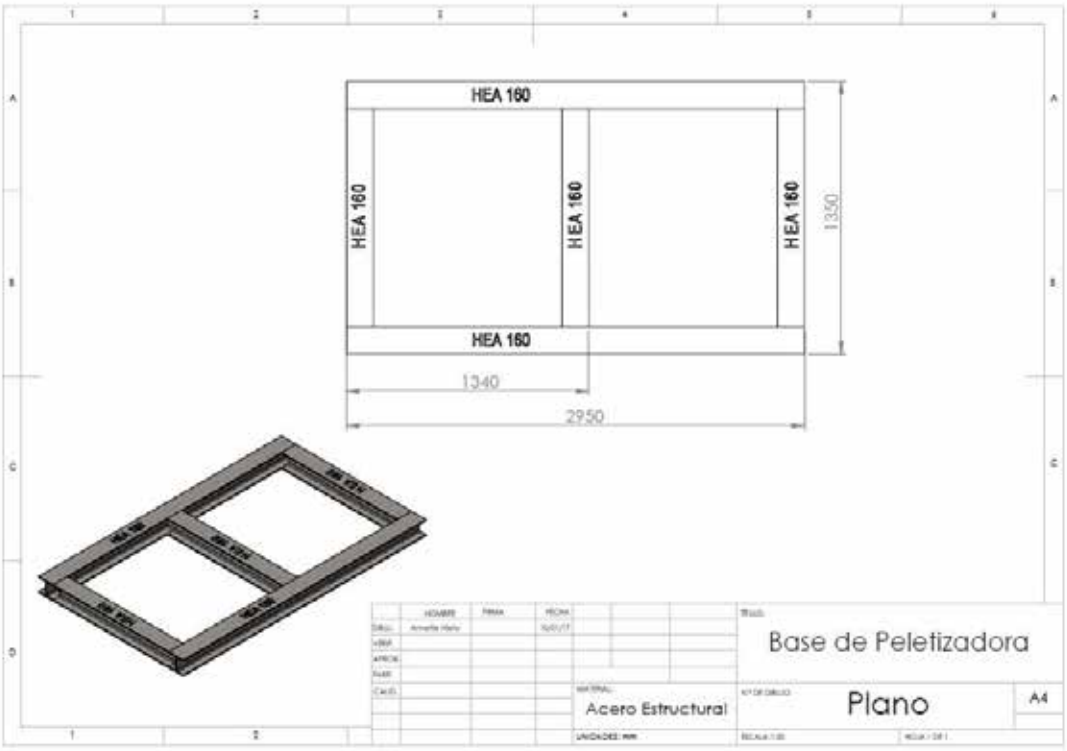
ANEXOS

ANEXO A: Planos de peletizadora actual

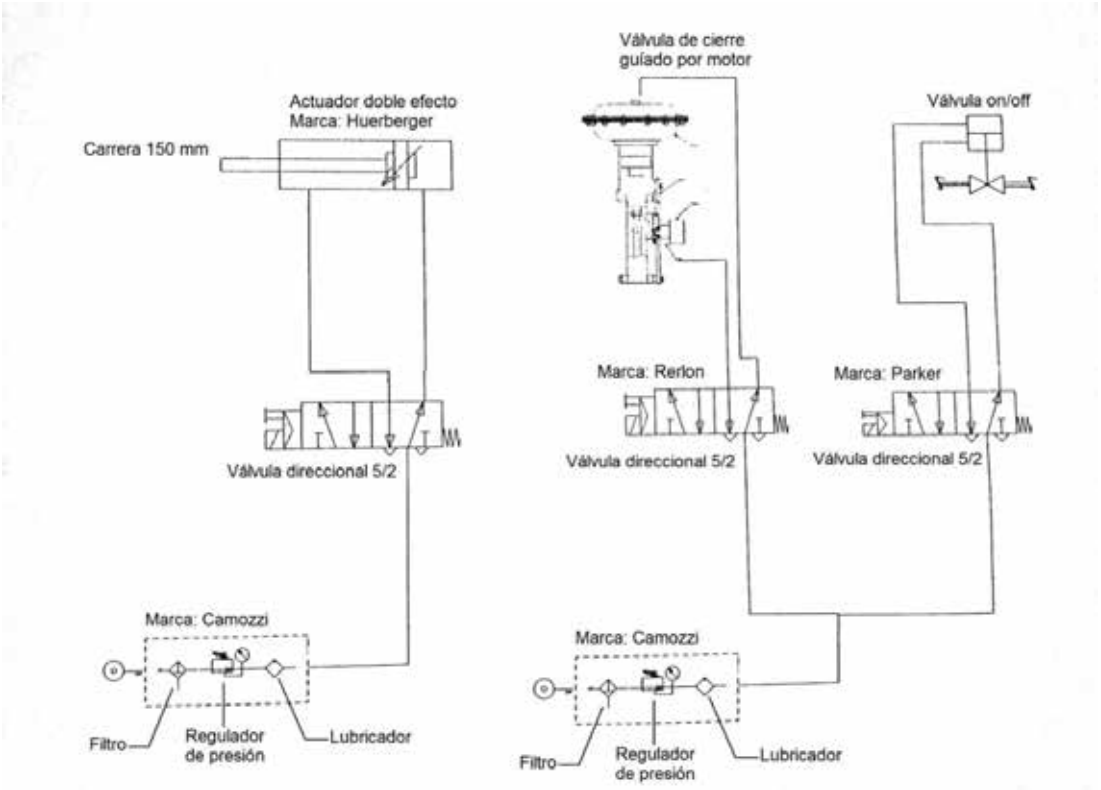



TOLVA
BIN 302
ESCALERA
CARACOL
Tolva de
compensación
Alimentador
400
2590
1890
987
152
ENFRIADOR
2350
NOMBRE
FECHA
FIRMA
DIBU.
Annette Nieto
18/03/17
VERF.
APROB.
FABR.
CALID.
MATERIAL:
UNIDADES : mm
TÍTULO:
Vista lateral de
peletizadora actual
Nº DE DIBUJO
Plano
A4
Escala: 1:75
HOJA 1 DE 1

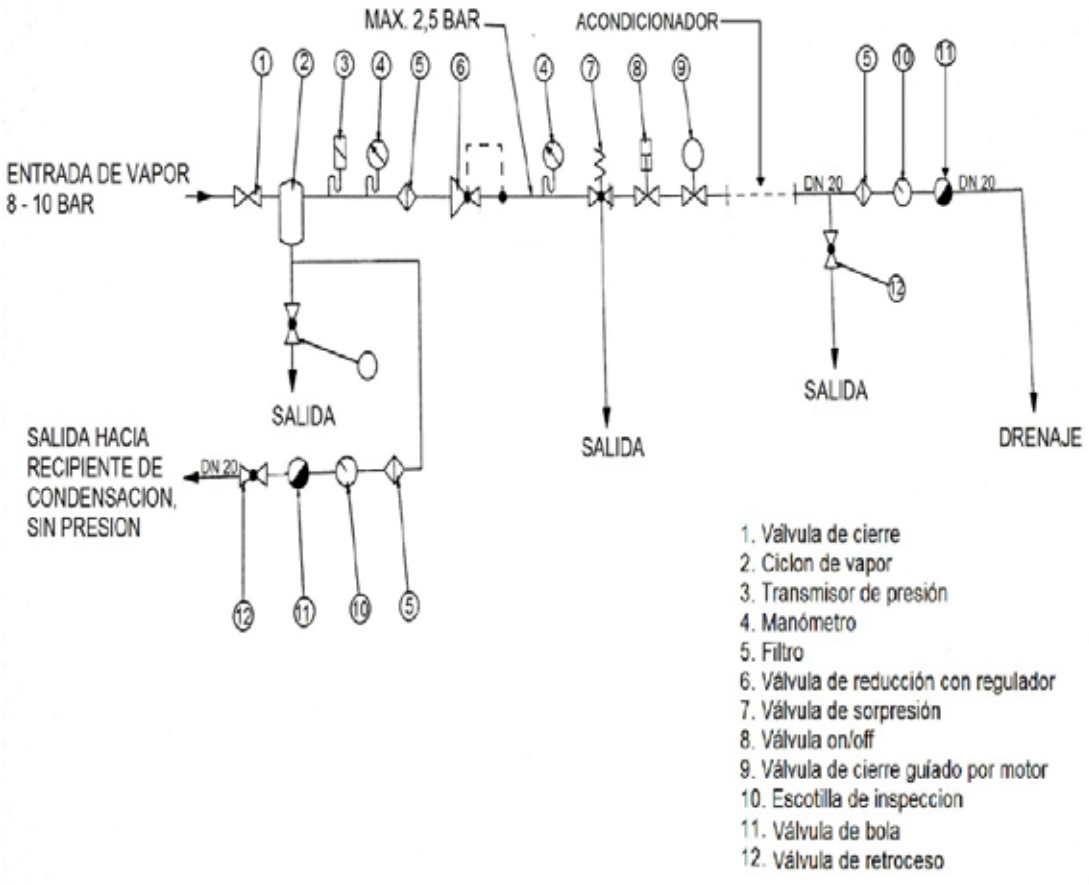
ANEXO B: Plano de base de peletizadora actual



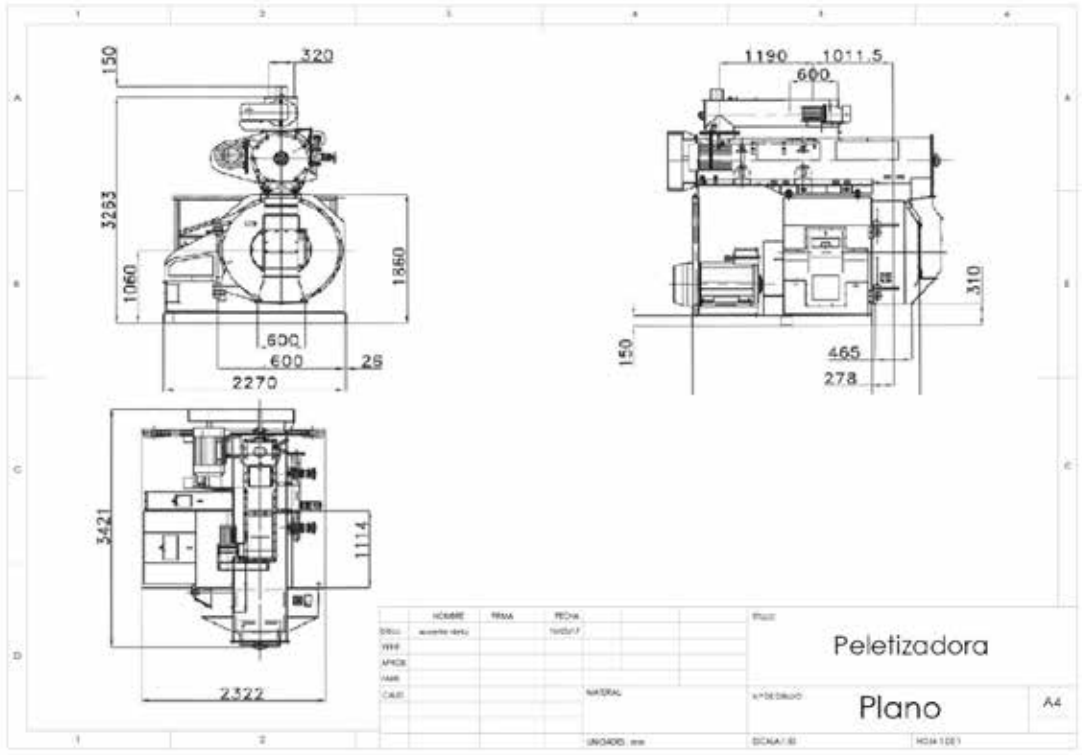
ANEXO C: Esquemas de circuito neumático y de vapor

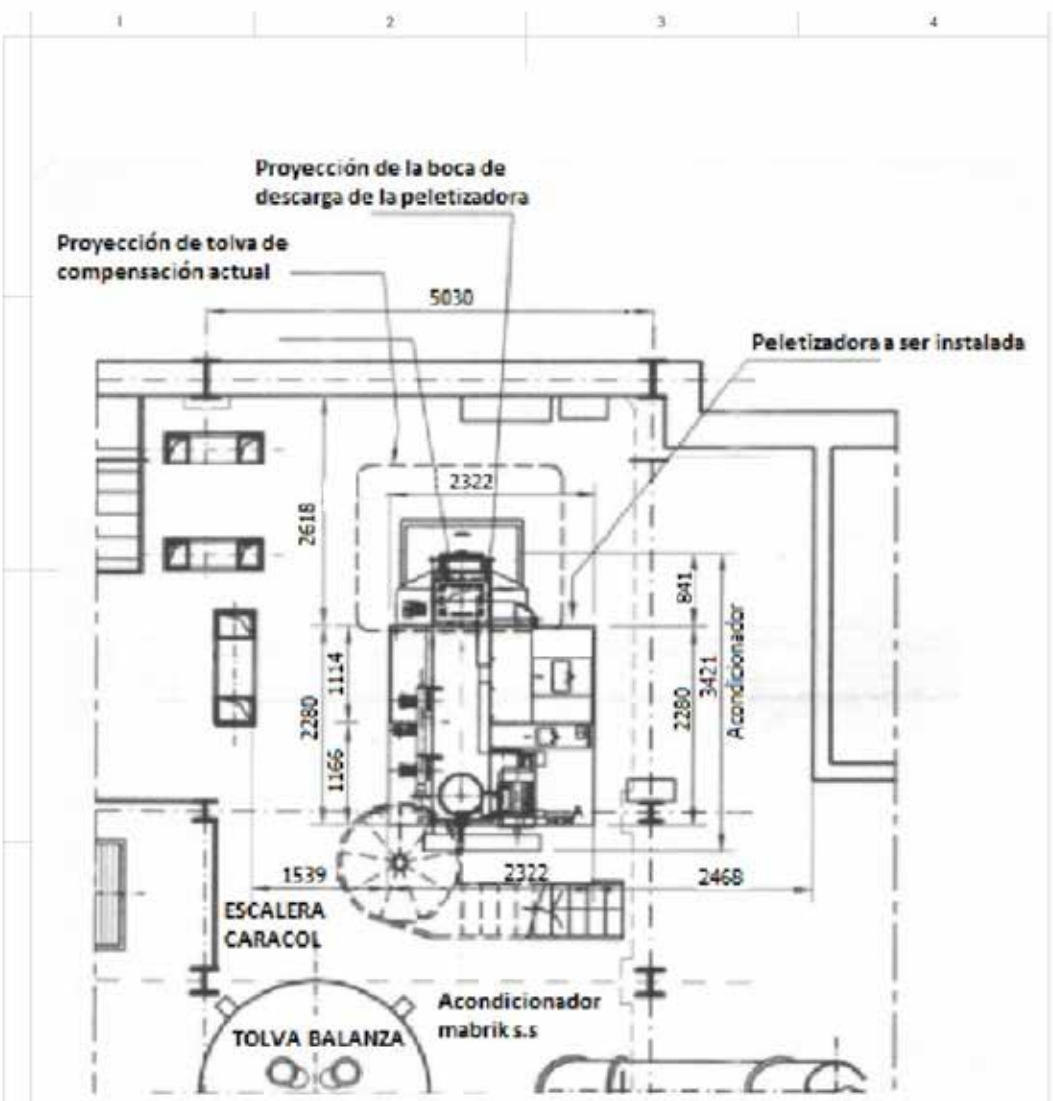


ANEXO D: Esquemas de vapor de peletizadora actual



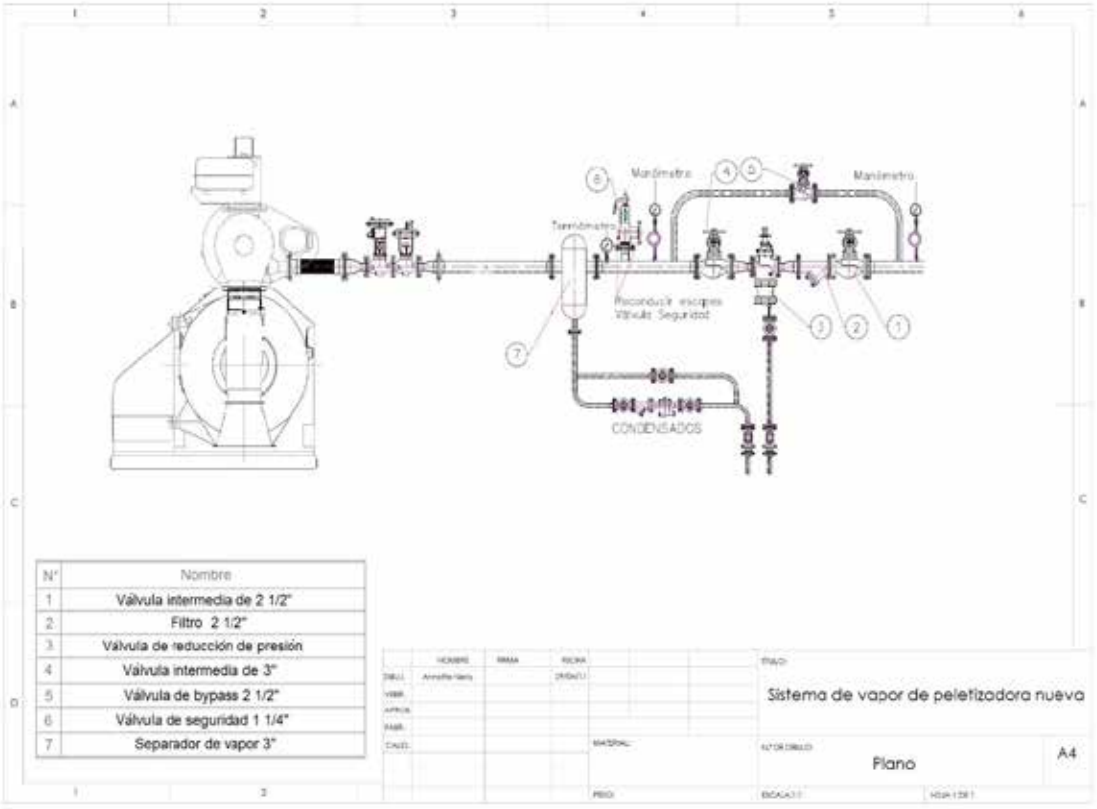
ANEXO E: Medidas de peletizadora nueva





	NOMBRE	FECHA	FIRMA			TÍTULO:
DIBUJ.	Annette Nieto	18/03/17				Vista de planta de nueva peletizadora
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.			MATERIAL:			Nº DE DIBUJO: Plano
						A4
			UNIDADES : mm			Escala: 1:75 HOJA 1 DE 1

ANEXO F: Sistema de vapor de nueva peletizadora

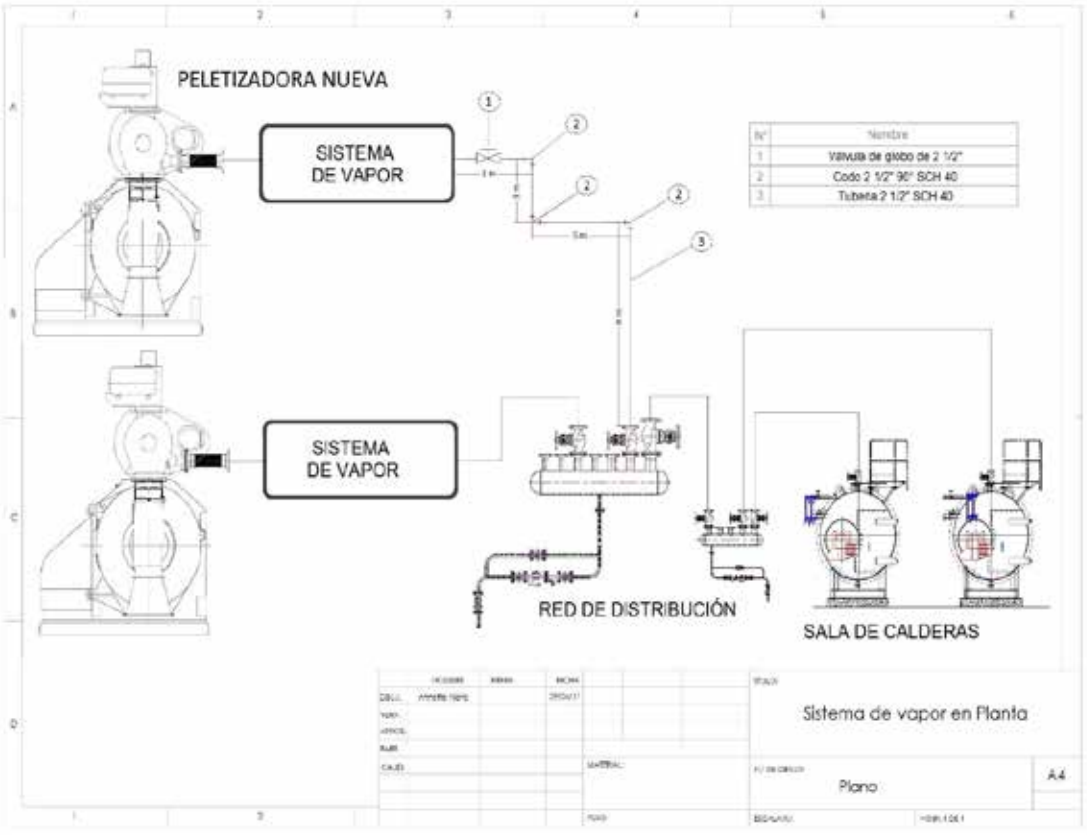


N°	Nombre
1	Válvula intermedia de 2 1/2"
2	Filtro 2 1/2"
3	Válvula de reducción de presión
4	Válvula intermedia de 3"
5	Válvula de bypass 2 1/2"
6	Válvula de seguridad 1 1/4"
7	Separador de vapor 3"

Sistema de vapor de peletizadora nueva

Plano

A4


PELETIZADORA NUEVA
SISTEMA DE VAPOR
SISTEMA DE VAPOR
RED DE DISTRIBUCIÓN
SALA DE CALDERAS
Nº
Nombre
1
Válvula de globo de 2 1/2"
2
Codo 2 1/2" 90° SCH 40
3
Tubería 2 1/2" SCH 40
Sistema de vapor en Planta
Plano
A4

ANEXO G: Catálogos de válvulas de vapor

Válvula de control con accionamiento neumático o eléctrico
Serie 240

Válvula de paso recto · Tipo 3241

Aplicación
Válvula de control para procesos industriales, suministrable según normas DIN, ANSI y JIS
Diámetro nominal DN 15 a 300 · ½" a 12"
Presión nominal PN 10 a 40 · ANSI Class 125 a 300
Temperaturas de –196 a +450 °C · de –320 a +800 °F

Características
- Válvula de paso recto con accionamiento neumático o eléctrico
- Cuerpo de la válvula a elegir entre fundición gris o esferoidal, acero fundido o forjado, aceros de alta aleación y para aplicaciones criogénicas u otros materiales especiales
- Obturador con junta blanda, cierre metálico o cierre metálico lapeado.

Ejecuciones
– **Tipo 3241-7** · DN 15 a 150 con accionamiento neumático Tipo 3277
– **Tipo 3241-7** · ejecución en acero al carbono forjado DN 15 a 80
– **Tipo 3241-1** · DN 15 a 300 con accionamiento neumático Tipo 3271

Datos técnicos Tipo 3241

Diámetro nominal		DN 15 ... 300 · ½" ... 12"			
Material del cuerpo	DIN	fundición gris EN-JL1040	fundición esferoidal EN-JS1049	acero al carbono WN 1.0619 WN 1.0460*	acero inoxidable WN 1.4581 WN 1.4571*
	ANSI	A 126 B	–	A 216 WCC A 105*	A 351 CF8M A 182 F316*
Presión nominal	PN	10, 16	16, 25	10 ... 40	
	Class	125/250	–	150/300	
Conexiones	DIN ANSI	bridas · extremos para soldar según EN 12627 ANSI B16.25/ bridas FF, RF · rosca NPT			
Cierre asiento-obturador y clase de fuga según DIN EN 1349		cierre metálico: IV cierre junta blanda: VI cierre metálico lapeado: IV-S2; a partir DN 100: IV-S1			
Característica		isoporcentual · lineal			
Relación de regulación		50:1 hasta DN 50 (2") · 30:1 a partir de DN 65 (2½")			
Margen de temperatura		–10 ... 220 °C · 14 ... 430 °F			
con p. aislamiento, max		–196 ... 450 °C · –325 ... 800 °F			
Hojas técnicas		DIN/ANSI: T 8015/8012 · accionamiento: T 8310, 8311			

* Ejecución en acero forjado hasta DN 80 (3") en PN 40 (ANSI Class 300)

Accesorios · Posicionadores, finales de carrera, electroválvulas

Válvula de paso recto Tipo 3241-7, DN 15 a 150

Tipo 3241-7 en acero forjado hasta DN 80 (3"), con accionamiento neumático Tipo 3277

Válvula de paso recto Tipo 3241-1
DN 15 hasta 300

Válvula con accionamiento neumático

Válvula de membrana · Tipo 3345

Válvula todo-nada · Tipo 3351

Válvula de membrana Tipo 3345

Válvula de control para fluidos con partículas en suspensión, viscosos o corrosivos, suministrable según normas:

- DIN, BS o ANSI
- conforme FDA, ejecución hasta DN 80

Datos técnicos del Tipo 3345

Ejecución	DIN	ANSI
Diámetro nominal	DN 15 ... 150	½" ... 6"
Material del cuerpo	EN-JL1040 EN-JS1049 WN 1.4408 WN 1.4404	A 126 B A 395 A 351 CF8M A 351 CF3M
Presión nominal	PN 10	Class125
Conexiones	rosca · unión damp · extremos para soldar	
Cierre por membrana/ clase de fuga según DIN EN 1349	butil · viton · etilenpropilen VI	
Característica	lineal	
Relación de regulación	30 : 1	
Margen de temperatura	–10 ... 100 °C	14 ... 212 °F
Hoja técnica	T 8031	

Válvula todo-nada Tipo 3351

Válvula con accionamiento de cierre hermético para

- líquidos, gases no inflamables y vapor, suministrable según
- normas DIN y ANSI

Datos técnicos del Tipo 3351

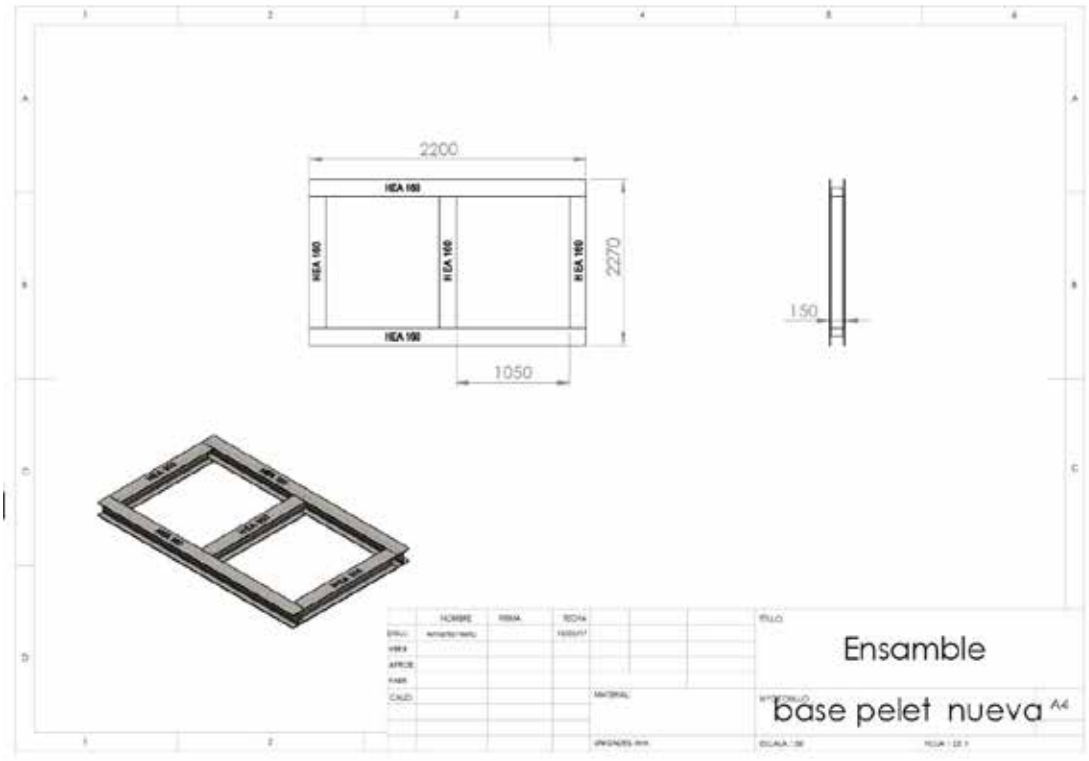
Diámetro nominal		DN 15 ... 100 · ½" ... 4"		
Material del cuerpo	DIN	fundición gris EN-JL1040	acero al carbono fundido WN 1.0619	acero inoxidable fundido WN 1.4581
	ANSI	–	A 216 WCC	A 351 CF8M
Presión nominal	PN	16	16 · 40	
	Class	–	150 · 300	
Conexiones	DIN ANSI	bridas Form C bridas RF		
Cierre asiento-obturador/ clase de fuga según DIN EN 1349		cierre metálico y con junta blanda a la vez VI		
Margen de temperatura		–10 ... 220 °C · 14 ... 430 °F		
Hoja técnica		DIN/ANSI: T 8039		

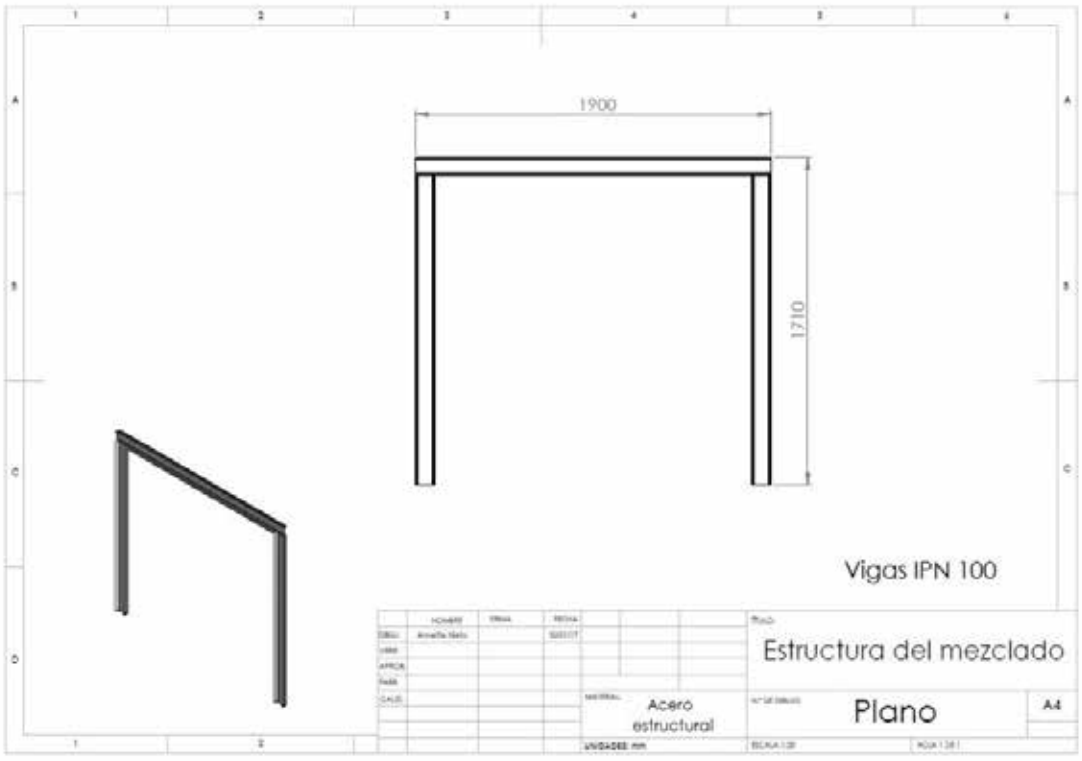
Válvula de membrana Tipo 3345-1

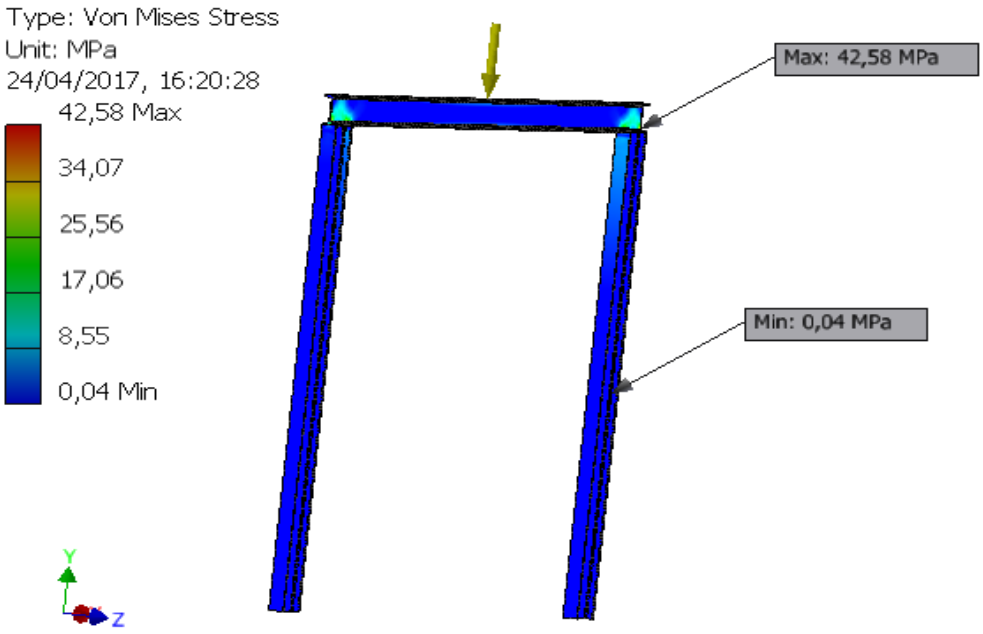
Válvula de membrana Tipo 3345-7, ejecución en acero inoxidable para aplicaciones higiénicas

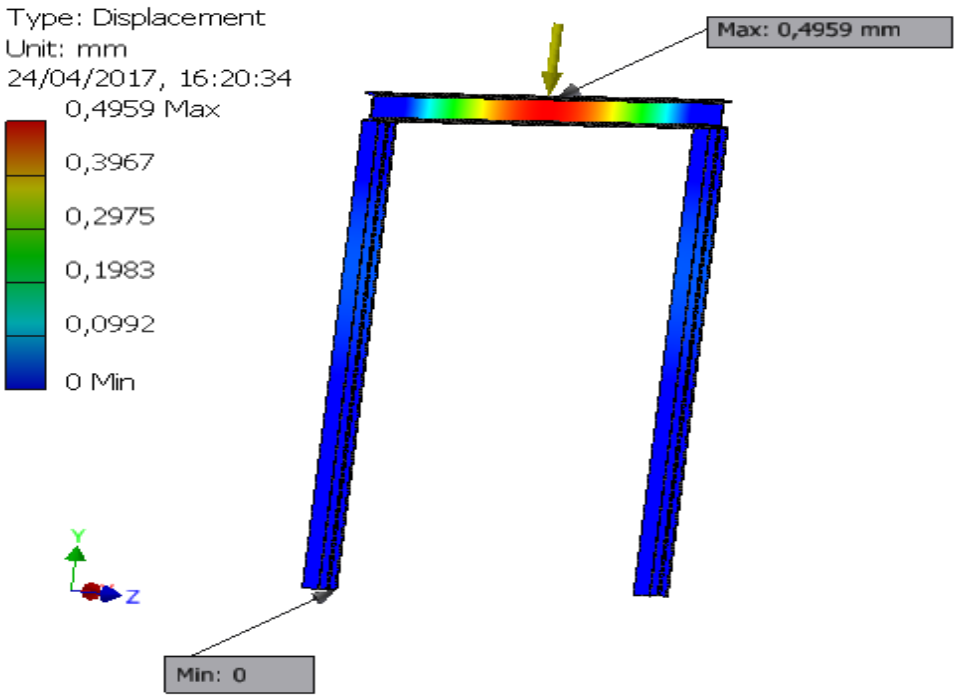
Válvula todo-nada Tipo 3351con accionamiento neumático

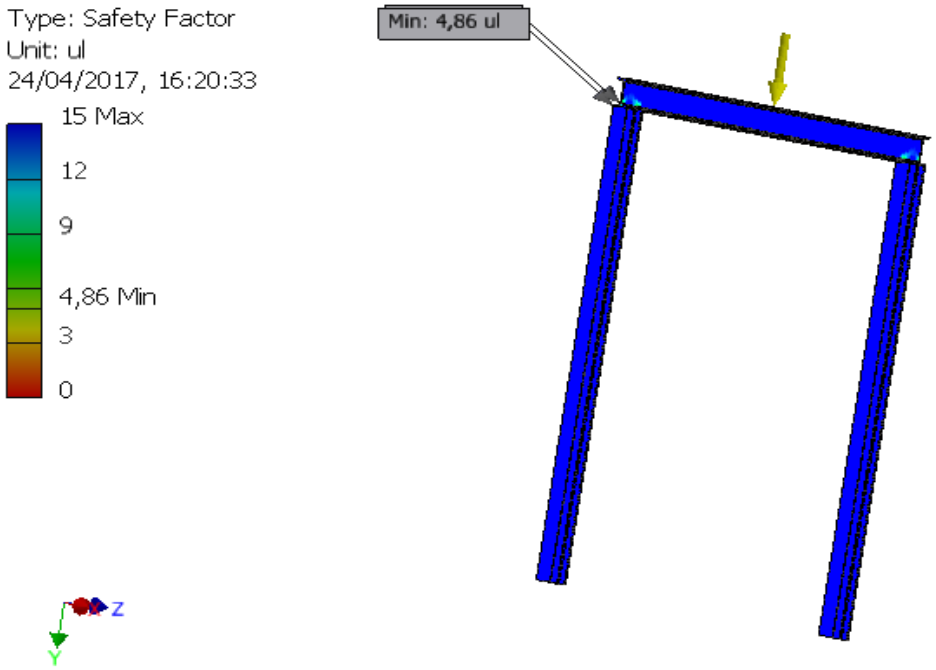
ANEXO H: Estructuras

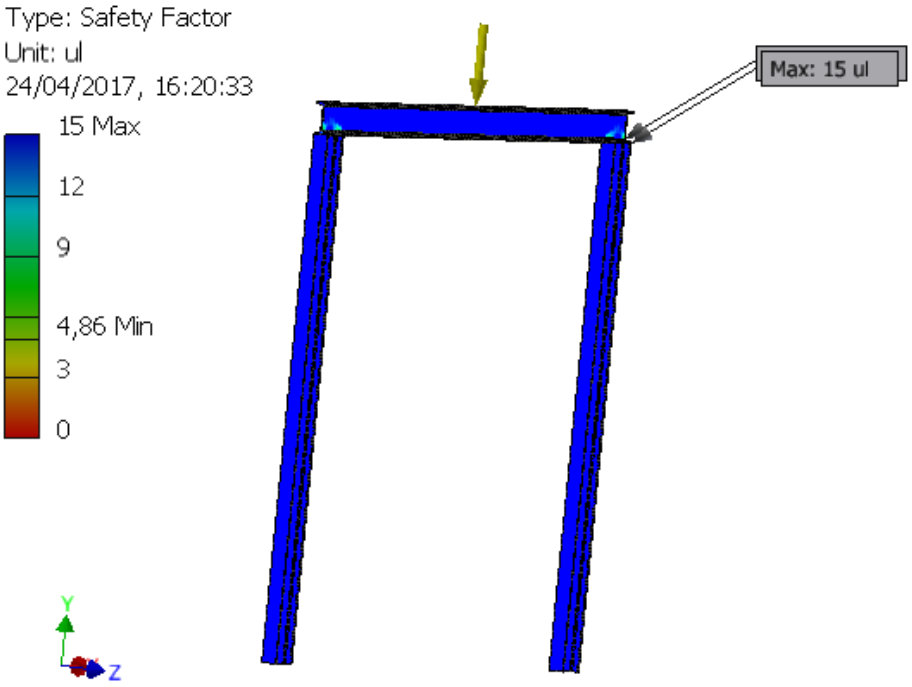



1900
1710
Vigas IPN 100
Estructura del mezclado
Acero estructural
Plano
A4

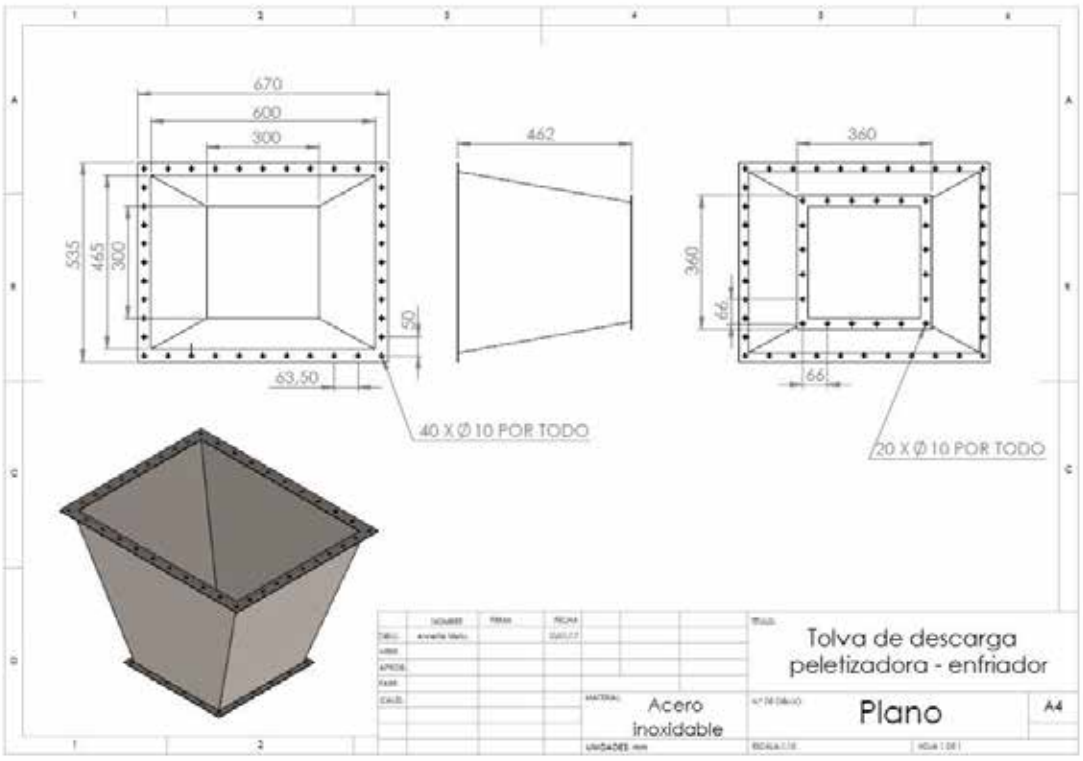

Type: Von Mises Stress
Unit: MPa
24/04/2017, 16:20:28
42,58 Max
34,07
25,56
17,06
8,55
0,04 Min
Max: 42,58 MPa
Min: 0,04 MPa
Y
Z


Type: Displacement
Unit: mm
24/04/2017, 16:20:34
0,4959 Max
0,3967
0,2975
0,1983
0,0992
0 Min
Max: 0,4959 mm
Min: 0
Y
Z

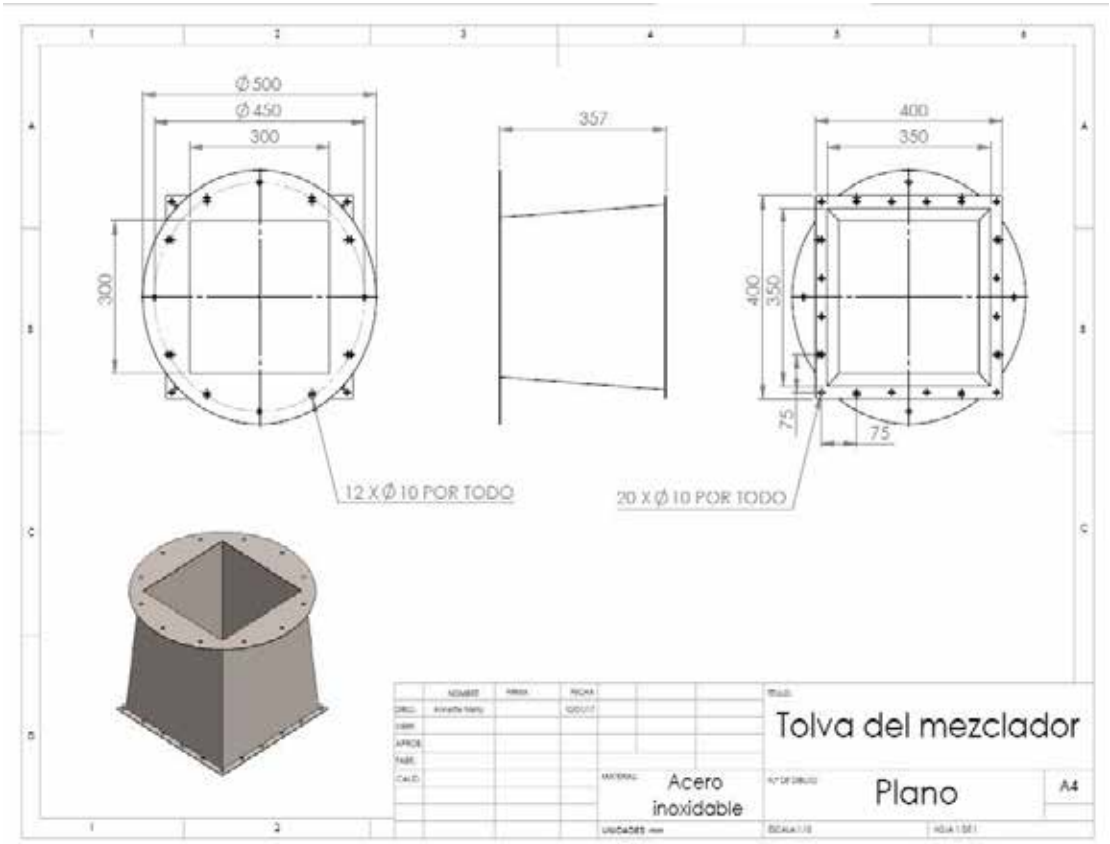

Type: Safety Factor
Unit: ul
24/04/2017, 16:20:33
15 Max
12
9
4,86 Min
3
0
Min: 4,86 ul
Z
Y


Type: Safety Factor
Unit: ul
24/04/2017, 16:20:33
15 Max
12
9
4,86 Min
3
0
Max: 15 ul
Y
Z

ANEXO I: Plano de tolva de descarga de peletizadora



ANEXO J: Plano de tolva alimentador-acondicionador



ANEXO K: Circuito neumático de peletizadora nueva