



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons  
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**“MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA DE  
ALIMENTO BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 3 tn. / h.”**

**TÉSIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTADA POR:**

**JORGE LUIS SALAZAR CASTRO**

**LIMA - PERÚ**

**2008**

## RESUMEN DE TESIS

### “MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA DE ALIMENTO

#### **BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 3 tn. / h.”**

La finalidad del presente trabajo permitirá conocer el proceso para realizar el montaje y la puesta en marcha de planta de alimento balanceado, se evalúa criterios teórico prácticos para la realización del diseño de planta, el grado de conocimiento y experiencia en fundamental para llevará correctamente la ejecución de un proyecto.

Se debe considerar durante las etapas de montaje criterios de orden técnico económicos como la disponibilidad para alquilar maquinaria y/o herramientas que simplifiquen el trabajo de las personas pero sin que esto afecte el presupuesto ya elaborado, debemos evaluar alternativas de solución y finalmente establecer procedimientos de trabajo para poder conocer al detalle que actividades desempeñara cada persona durante una etapa de montaje de equipos para disminuir el riesgo y trabajar de forma mas segura.

Se mencionan actividades básicas donde el montajista mecánico deberá estar presente para ajustar las tolerancias que ocurren durante las obras civiles como la colocación de los anclaje tipo “U” o tipo “J” que trae como consecuencia dificultades durante la etapa de montaje por falla de tolerancias entre los anclajes y las placas o bases de montaje metálicos de las maquinas o estructuras.

Finalmente durante la etapa de arranque y puesta en marcha verificaremos la capacidad real de los equipos, no siempre obtendremos valores iguales a los teóricos por lo cual durante esta etapa iremos incrementando progresivamente la carga hacia la maquinaria e iremos verificando los amperaje en los motores para evitar sobrecargarlos, se realizarán pruebas de calidad en el alimento que es el objetivo principal de la planta.

No se quiere analizar detalladamente cada proceso que de por si ya es complejo como adición de vapor seco al acondicionador, sistema de secado, sistema de molienda, sistema de mezclado sino ver la instalación de maquinaria en la planta de forma general, ver el proceso como un todo y hacer mención a los puntos mas relevantes como estudio de suelos para las obras civiles, algunas formas de montar maquinaria y tolvas, procedimientos para arranque y puesta en marcha con la posterior calibración de la maquinaria.





## PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

#### TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO MECANICO

Titulo	:	Montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado con capacidad de 3 tn/h.
Area	:	Mecánica Aplicada . # 9
Propuesto por	:	Dr. Luis Cotaquispe Zevallos
Asesor	:	Dr. Luis Cotaquispe Zevallos
Alumno	:	Jorge Luis Salazar Castro
Código	:	19921277.8.12
Fecha	:	03 de noviembre del 2004



#### DESCRIPCION Y OBJETIVOS

El sector agroindustrial es uno de los que más desarrollo ha tenido en los últimos años como consecuencia del crecimiento del mercado (población). El diseño de las nuevas instalaciones industriales para el procesamiento de alimento balanceado para animales, debe considerar parámetros básicos como la selección del equipo para que produzca la más alta eficiencia operativa, versatilidad al costo más bajo, evaluación del impacto ambiental, entre otros. Las actividades del proyectista y/o constructor de estas instalaciones se basan en criterios teóricos-prácticos, ya que es un campo especializado.

Se requiere la participación activa del cliente durante la etapa del diseño, estableciéndose una relación interactiva donde se va puliendo el diseño a consideración del cliente.

El objetivo del presente trabajo es montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado con capacidad de 3 tn/h. para lo cual se necesita tener los siguientes estudios y/o análisis: el estudio de suelos, el estudio de impacto ambiental, procedimientos para el montaje de maquinaria, problemas típicos en el arranque de una planta incluyendo propuestas de solución.





# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

**TITULO : MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 3 tn/h**

### INTRODUCCIÓN

1. PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO.
2. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL PROYECTO.
3. MONTAJE DE LA PLANTA.
4. ARRANQUE DE LA PLANTA, PUESTA A PUNTO DE MAQUINARIA.
5. PLANOS.

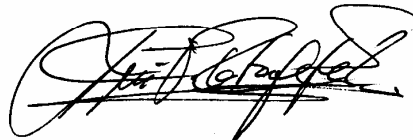
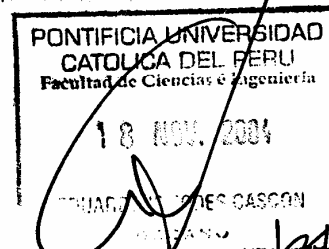
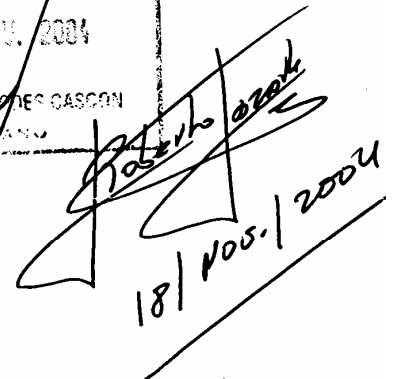
### CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

*Máximo 100 páginas*

ASESOR: Dr. Luis Orlando Cotaquispe Zevallos.




 18/Nov./2004



**INDICE DETALLADO**

Introducción	4
<b>CAPITULO 1: PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO</b>	<b>6</b>
1.1.- CONCEPTOS	6
1.1.1.- Alimento Balanceado (AABB)	6
1.1.2.- Gelatinización de los Almidones	7
1.1.3.- Plastificación de las Proteínas	8
1.1.4.- Acondicionamiento	8
1.1.5.- Peletizado	9
1.1.6.- Extrusión	11
1.2.- PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO	13
1.3.- PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO	16
1.3.1.- Parámetros	16
1.3.2.- Partes de una planta de alimento balanceado	17
1.3.3.- Tipos de procesos constructivos.	23
1.3.4.- Diagrama de flujo de un sistema de prensa de pelets típico	24
1.3.5.- Diagrama de flujo de un sistema de extrusión típico	25
1.3.6.- Proyectos constructivos de plantas de AABB	26
<b>CAPITULO 2: EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DEL PROYECTO</b>	<b>29</b>
2.1.- ALCANCES DEL PROYECTO	29
2.2.- PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA MASCOTAS, DISPOSICIÓN TÍPICA DE PLANTA	30
2.3.- PRODUCCIÓN ACTUAL, FLUJO DEL PROCESO	33
2.4.- PRODUCCIÓN FUTURA, FLUJO DEL PROCESO	36
2.5.- DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	38
2.5.1.- Consideraciones	38
2.5.2.- Alternativas de solución	38
2.6.- PROPUESTA ECONÓMICA / PRESUPUESTOS	42
2.6.1.- Alcances de las obras mecánicas.	42
2.6.2.- Alcance de las obras civiles.	44
2.6.3.- Alcance de las obras eléctricas.	46
<b>CAPITULO 3: MONTAJE DE LA PLANTA</b>	<b>48</b>
3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	48



3.1.1.- Instalación de los Pernos de Anclaje	53
3.1.2.- Instalación de los Pernos de la Estructura	53
3.1.3.- Tolerancia de Montaje	53
3.1.4- Colocación de lanas, instalación de grouting y nivelación de maquinaria	54
3.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZAPATAS - OBRAS CIVILES	55
3.3.- ELEMENTOS DE ANCLAJE	56
3.3.1.- Anclaje de Expansión	56
3.3.2.- Anclaje Tipo "J"	60
3.3.3.- OTROS ANCLAJES	61
3.4.- PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE SILOS	61
3.4.1.- Clasificación de Silos	61
3.4.2.- Herramientas Básicas utilizadas para montar Silos	62
3.4.3.- Secuencia de Montaje de Silos	62
3.5.- PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE TOLVAS Y MAQUINARIA	63
3.5.1.- Consideraciones para el montaje de Tolvas y Maquinaria	64
3.5.2.- Herramientas para el Montaje de Tolvas y Maquinaria	65
3.5.3.- Procedimiento para el montaje de Tolvas	65
3.5.4.- Montaje de Maquinaria	67
3.5.4.1.- Montaje de Caldero	68
3.5.4.2.- Montaje del Secador	70
3.5.5.- Elevadores de Cangilones	72
3.5.6.- Montaje de los molinos de Martillos	73
3.5.7.- Montaje del Extrusor	75
3.6.- SECUENCIA DEL MONTAJE DE LA PLANTA	76
3.6.1.- Definición de Etapas del Proceso Constructivo.	76
3.6.2.- Montaje de acuerdo a la secuencia	77
<b>CAPITULO 4: ARRANQUE DE LA PLANTA, PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINARIA</b>	<b>79</b>
4.1.- SISTEMAS DE PROTECCION	79
4.1.1.- Protección de Personas y Sistemas Electrónicos	80
4.1.2.- Protección de los Equipos de Cómputo	80
4.1.3.- Protección de los Motores Eléctricos	81
4.2.- ARRANQUE DE PLANTA	84
4.2.1.- Consideraciones Mecánicas y Eléctricas	84
4.2.2.- Pruebas en Vacío	84
4.2.3.- Procedimiento de Operación	85
4.3.- CALIBRACION Y PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINARIA	86



4.3.1.- Parámetros para la Calibración	86
4.3.2.- Calibración de la Maquinaria	86
4.3.3.- Ajustes posteriores al arranque y puesta en marcha	90
<b>CAPITULO 5: PLANOS</b>	<b>91</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>96</b>



## INTRODUCCION

La finalidad del siguiente documento es la de mostrar al futuro profesional la secuencia para poder realizar un montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado de forma general, para lo cual debe considerarse ciertos parámetros básicos en el diseño de una instalación de este tipo para obtener la mayor eficiencia productiva, al tener una instalación versátil para poder producir varios tipos de alimento, podemos cubrir alternativas de producción con un mismo tipo de maquinaria reduciendo significativamente costos de producción.

Hay una secuencia lógica que se sigue para realizar correctamente el trabajo, se deberá contar con personal capacitado para realizar un correcto diseño de la planta, se deberá realizar estudios de suelos para realizar un correcto dimensionamiento de las zapatas y estructuras civiles de la planta, se considerará el tema ambiental como prioritario ahora la legislación es mas estricta respecto a este tema, inclusive podemos mencionar que este fue el motivo que obligo a la empresa a montar su planta en esta zona industrial donde el efecto contaminante tiene menor impacto sobre el entorno y le permite operar bajo esas condiciones, que serian inviabiles dentro de la ciudad.

En el capitulo 1, se realizará una descripción del proceso productivo del alimento balanceado, se mostrará las ventajas de producir un alimento procesado (peletizado o extruido) comparado con un alimento en harina, se mencionará las ventajas de mejorar la conversión a carne, se hará mención sobre la principales zonas de producción como recepción, molienda, dosificación y mezclado, peletizado, extrusión, producto terminado. Indicaremos los tipos de proyectos constructivos que se realizan como planta nueva, repotenciación de planta, reubicación de planta, cambio de proceso. Finalmente haremos mención de algunos proyectos realizados en el Perú sobre esta área.

En el capitulo 2, se indican los detalles del presente del proyecto que es el de una reubicación de planta y cambio de algunos equipos para mejorar la eficiencia productiva, se mostrara una disposición típica de una planta para producir alimentos para mascotas, así como la nueva disposición de la maquinaria a instalarse en la nueva planta. Se realizará una distribución de la maquinaria de acuerdo a la información proporcionada por el Cliente y mostraremos tres alternativas de solución de las cuales seleccionaremos la mejor haciendo la valoración respectiva. A esta parte podríamos llamarla el desarrollo de la ingeniería del proyecto siendo esta fase

fundamental para tener una planta correctamente dimensionada y operando en condiciones apropiadas según la necesidad del Cliente.

En el capítulo 3, se realizara la descripción del proceso de montaje de la maquinaria y estructuras, siendo en algunos casos maquinaria nueva por los cambios indicados o por no haber existido antes. Se hará mención de forma muy breve sobre los elementos de fijación y anclaje como pernos de expansión, tipo “J”, tacos de anclaje, inyecciones epóxicas, luego describiremos la secuencia de montaje de los elementos principales como los silos de maíz, las tolvas de insumos molidos, caldero, secador, elevadores de cangilones, molino de martillos, extrusor. Luego se establecerá la secuencia de montaje de la planta. Esta etapa es el montaje propiamente.

En el capítulo 4 se refiere al arranque o puesta en marcha, se realizará la calibración de la maquinaria viendo todo como un conjunto, y obtener el producto de acuerdo a los estándares de calidad requeridos, además se deben establecer los parámetros para la regulación de la maquinaria. Se hará mención sobre algunos problemas típicos del arranque de maquinaria, esta etapa es conocida como el comisionamiento.

No es finalidad del presente documento hacer mención detallada de las actividades de montaje ya que son tareas muy amplias que involucran muchos detalles pero lo que se quiere mostrar es una visión general de la etapa de construcción de un proyecto de montaje y puesta en marcha de una planta de alimento balanceado.

## CAPITULO 1

### PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO

Se realizará una descripción del proceso de producción del alimento balanceado, explicando las ventajas y/o desventajas de producir un alimento en distintas formas, partes de la planta, distribución típica, se señalarán algunos de los últimos proyectos desarrollados con respecto al tema.

#### **1.1.- CONCEPTOS**

A continuación se presentan definiciones que permitirán entender lo que se explicará posteriormente.

##### **1.1.1.- Alimento Balanceado (AABB)**

Alimento formulado específicamente de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los animales criados para:

- Producción de carne (pollos parrilleros “broilers”, cerdos, ganado vacuno, peces, conejos, cuyes, langostinos y otros). Lo importante es la conversión a carne produciendo alimentos altamente nutritivos y fácilmente digeribles, a lo que debe orientarse el proceso productivo, siendo los insumos principales la harina de pescado, la soya, el maíz, el trigo, las vitaminas, el aceite de pescado, la melaza y otros.
- Alimento para mascotas (perros, gatos y otros). Se orienta en proporcionar el equilibrio de nutrientes que necesita el animal durante las diferentes etapas de su desarrollo, debiendo considerarse como factores importantes como la palatabilidad (sabor en la boca del animal), que está influenciada por

Para la producción de carne, los productores de AABB formulan y preparan su propio alimento en la mayoría de empresas, basados en su conocimiento y experiencia sobre el proceso, van haciendo pruebas en granjas experimentales de las cuales se obtiene la información para posteriormente ir mejorando las fórmulas para la alimentación de los animales en las granjas de producción.

Los productores de AABB para mascotas, son empresas que en su mayoría se dedican a la comercialización, siendo un reto producir un producto de alta calidad y bajo costo debido a la competitividad que existe por acaparar el mercado, objetivo de estas empresas.

Hay otros sectores de producción de AABB como producción de huevos, ganadería de leche, animales reproductores en los criaderos, donde lo que interesa es mantener al animal con los nutrientes básicos.

### 1.1.2.- Gelatinización de los Almidones

Los almidones de los granos están compuestos de tres estructuras constituidas por unidades de glucosa: amilasa, amilopectina y amilosa ramificada. Los gránulos de almidón son cristales que tienen áreas organizadas (cristalinas) y áreas relativamente desorganizadas (amorfas). La gelatinización se lleva a cabo cuando se aplica suficiente energía para romper los enlaces de hidrógeno intermoleculares que se encuentran en el área cristalina, compuesta principalmente por amilopectina. Durante este proceso los gránulos de almidón absorben agua, se expanden linealmente y exudan parte de su fase de gel (amilosa), por lo que se hacen más susceptibles a la degradación enzimática y umentan su digestibilidad (ver figura 1.1). Al ocurrir el rompimiento completo de la molécula de almidón, estos almidones simples se convierten en azúcares y cuando los pelets se enfrían el azúcar sirve como adhesivo. Los factores que intervienen durante el proceso son: tiempo, temperatura y humedad; además, la adición de presión y corte mecánico aceleran el proceso de gelatinización.

El corte hace que un producto se estire, acelera la gelatinización de los almidones y entre otras reacciones, alinea las moléculas en cadenas largas y pueden depolimerizarlas causando fragmentación por esfuerzo (ver figura 1.1).

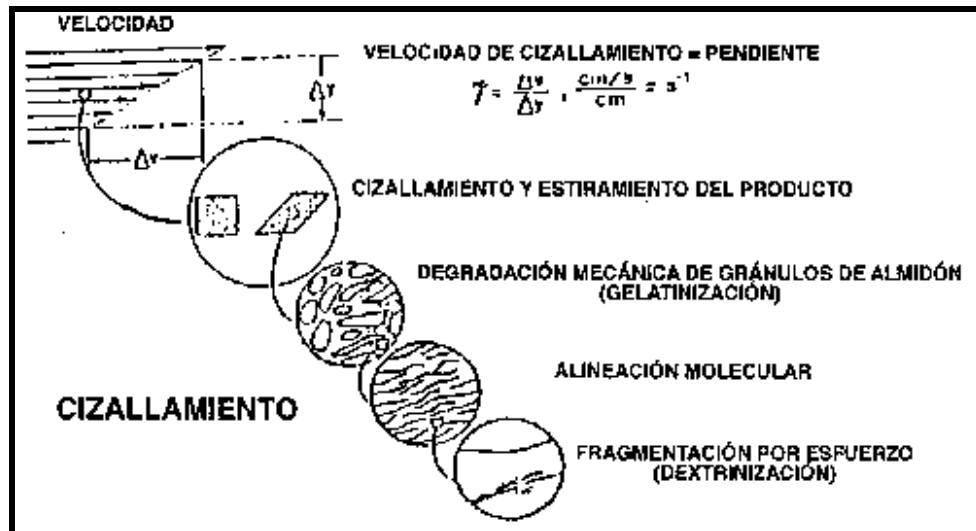


Figura 1.1: Efecto del cizallamiento en el barril del extrusor sobre los almidones.

### 1.1.3.- Plastificación de las Proteínas

La plastificación es una propiedad de algunos cuerpos, al adquirir determinada forma por efecto de alguna fuerza. En el caso de las proteínas, al aplicarse calor, se desnaturalizan y las moléculas que resultan de la polimerización forman cadenas de aminoácidos paralelas unidas por enlaces transversales poco numerosos, los cuales son fáciles de romper aumentando su digestibilidad y absorción en el tracto digestivo.

### 1.1.4.- Acondicionamiento

Proceso por el cual se aplica vapor (humedad y calor) y/o presión a la mezcla de alimento balanceado por un periodo específico de tiempo. Es importante aplicar vapor “seco”, pues la humedad del vapor que ingresa y se mezcla con el producto debe ser mínima para tener mayor eficiencia en la transferencia de calor, mejorando así el proceso de acondicionamiento. La temperatura de acondicionamiento tiene efecto sobre las vitaminas, logrando una degradación de ellas, (esto debe considerarse cuando se preparen las fórmulas alimenticias).



### 1.1.5.- Peletizado

El peletizado es una operación de moldeo termoplástico en el que partículas de una ración, finamente divididas, se integran en un pelet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión. Una vez que el alimento ha sido acondicionado con humedad y temperatura, es forzado a pasar, mediante un rodillo, por un dado de diámetro específico, después del cual sale el alimento en forma de “tallarín” para ser cortado al tamaño adecuado. Finalmente, el pelet debe ser secado para evitar que la humedad afecte al producto final. Al realizar el peletizado, se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar, facilitando así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de éste por parte del animal.

Las principales ventajas de tener un alimento peletizado son:

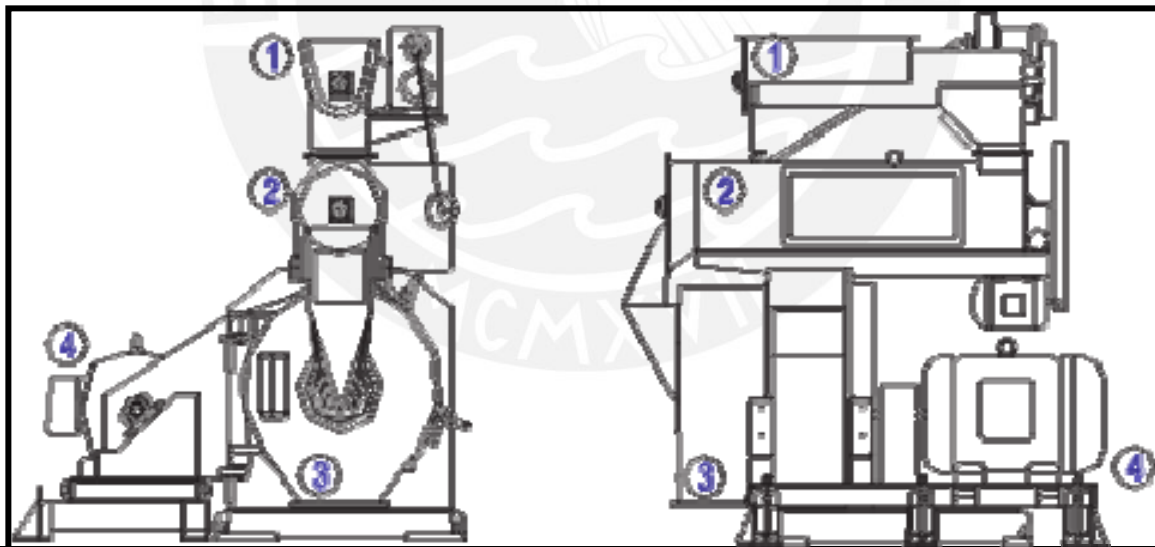
- Se produce un grado de gelatinización de los almidones, mejorando la conversión del alimento, esta ventaja es particularmente evidente en la industria avícola.
- Se evita la selección de alimentos o ingredientes favoritos en formulaciones.
- Evita la segregación de ingredientes en el manejo y/o la transportación (hay que evitar las concentraciones excesivas de micro-ingredientes).
- Se aumenta la densidad del producto, esto es útil para el almacenaje y el transporte.
- Pelets cilíndricos y densificados permiten un fácil manejo a granel.
- Se reducen las pérdidas naturales como las pérdidas debido al viento, siendo esto más evidente en la alimentación del ganado vacuno.

A continuación se muestran detalles sobre la maquinaria utilizada en el proceso de peletizado. (Ver figuras 1.2, 1.3 y 1.4).



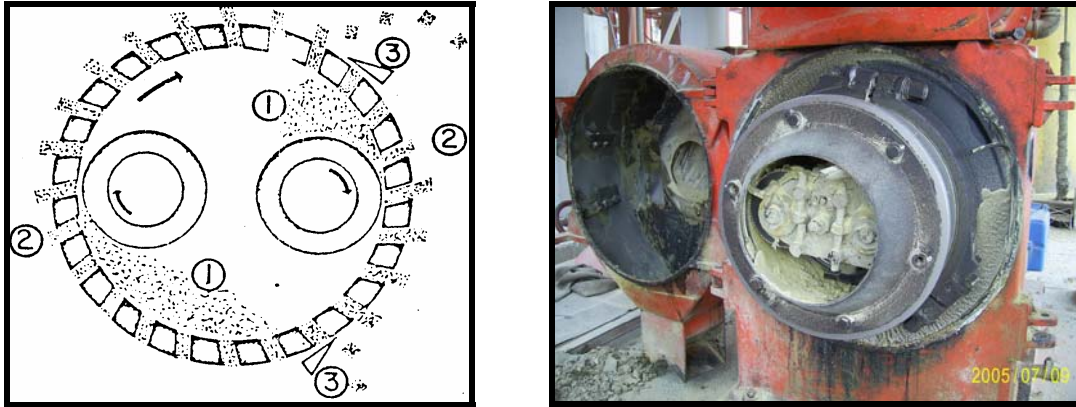


**Figura 1.2:** Prensa peletizadora con acondicionador simple de un solo paso, Marca California Pellet Mill (CPM).



- 1.- Alimentador: Es un transportador helicoidal de paso variable con velocidad variable.
- 2.- Cámara de acondicionamiento: Donde se inyecta el vapor y la melaza.
- 3.- Dispositivo peletizador: Dado y cuchillas.
- 4.- Unidad motriz: Motor que acciona y hace girar el dado, va acoplado a una caja reductora de velocidad.

**Figura 1.3:** Piezas componentes de una prensa de pelets convencional.



**Figura 1.4:** Conjunto típico de matriz y rodillo, utilizado para la producción de pelets.

### 1.1.6.- Extrusión

En este proceso, los ingredientes son obligados a pasar a través de tornillos cónicos con presión y calor para que salga por un orificio de diferentes formas (matriz). Los procesos en el extrusor son: cocción, formación, texturización y deshidratación de materiales alimenticios, particularmente aquellos como granos, leguminosas y semillas. Estas operaciones están contenidas en una pieza de equipo compacto, la que desperdicia poca energía y necesita únicamente una pequeña cantidad de espacio.

El proceso fundamental de extrusión consiste en un aparato generador de presión, el cual causa que el producto se mueva como un líquido en un flujo laminar a través de una resistencia. Estos dos componentes, flujo y resistencia, determinan el proceso de extrusión y el tipo de producto a producirse.

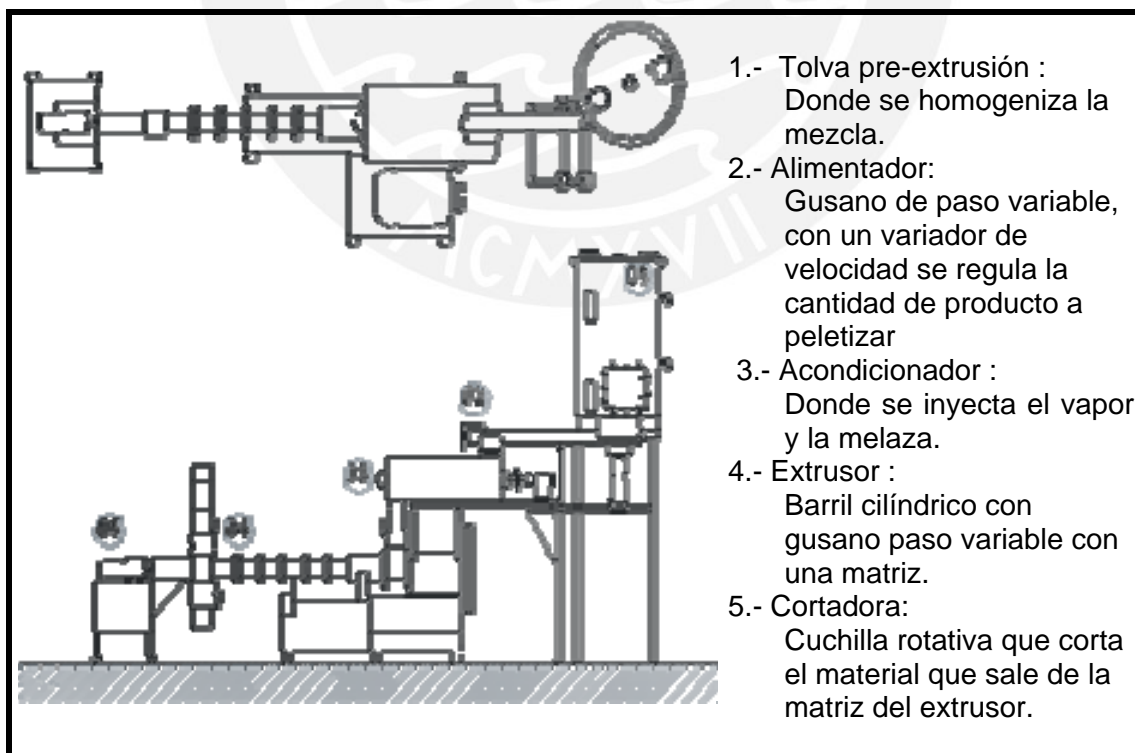
La presión y el flujo pueden ser causados por un número de mecanismos, incluyendo pistones y rodillos. Aunque éstos son utilizados en muchos casos, el uso de tornillos es más importante. Los tornillos no sólo movilizan el producto hacia adelante generando presión, sino que también mezclan el producto, ayudando a la generación y transferencia de calor, así como a la texturización y homogeneización.

Las principales razones para producir un alimento extruido son:

- Se puede dar forma a un producto de acuerdo a la matriz que se use, esto es muy importante en la producción de AAB para mascotas, donde la palatabilidad, que es el sabor en la boca del animal, es influenciado por la forma del alimento.

- Expansión controlada del producto, regulando el volumen del mismo. Esto es muy importante cuando se produce alimento para peces o camarones, pues se puede regular la velocidad de hundimiento permitiendo que un alimento sea flotable, lentamente hundible o hundible.
- No se produce finos, lo cual es muy importante en la producción para minimizar los costos por reproceso.
- Se produce una gelatinización de las proteínas provenientes de los granos, el maíz y el arroz, que son parte de la formulación.
- En el caso de extrusión de soya, permite la texturización de las proteínas y la inactivación de los inhibidores de crecimiento.
- Posibilidad de revestir el producto con grasa hasta 30%, con una considerable mejora del valor nutricional de los alimentos para salmónidos, lo que puede observarse en crecimientos rápidos y mejor conversión alimenticia.
- El producto no se disuelve en agua.

A continuación se muestran detalles sobre la maquinaria utilizada en el proceso de peletizado. (Ver figuras 1.5 y 1.6).



**Figura 1.5:** Piezas componentes de una prensa peletizadora convencional.





**Figura 1.6:** Extrusor completo de tornillo simple con alimentador, acondicionador y cortadora.

## **1.2.- PRODUCCION DE ALIMENTO BALANCEADO**

El objetivo de los productores de AABB es el de preparar alimento para abastecer los estándares nutricionales al menor costo posible. La producción de alimento se basa en fórmulas que son elaboradas por profesionales capacitados como nutricionistas, veterinarios, zootecnistas y otros profesionales con experiencia.

El AABB puede producirse en harina, peletizado o extruido. Existen parámetros según los cuales se decide la forma de preparación del alimento, éstos pueden ser nutricionales, económicos o técnicos. La diferencia más importante entre peletizar o extruir son los costos de inversión y operación, si con el peletizado se garantiza la producción de un alimento de calidad, no sería necesario extruir.

En el caso de AABB para mascotas, se conoce que la forma del producto tiene incidencia sobre el sabor en la boca del animal, razón por la cual se tiene preferencia por los productos extruidos.

Para los productores de AABB para pollos parrilleros, las alternativas manejadas son la producción en harina o pelet. Lo usual es iniciar el proceso con alimento

preparado en harina con una inversión mínima; posteriormente, de acuerdo al nivel de ventas, se peletiza (este es el camino que siguen la mayoría de empresas en la actualidad).

A continuación se presentan algunos casos donde se indica cual es el criterio utilizado por los productores:

- En la producción de AABB para mascotas (perros, gatos) se debe evaluar la aceptación del animal al alimento, siendo fundamental el sabor en la boca (palatabilidad) porque el animal debe comer el producto que además deberá tener la cantidad adecuada de nutrientes. El sabor del alimento recibe influencias por la fórmula, la calidad de los ingredientes y como se sienten las partículas en la boca. Los perros por lo general prefieren alimentos de alto contenido graso, los gatos prefieren alimentos con niveles moderados de grasa. La sensación en la boca es una de las razones por las que los alimentos para mascotas vienen en variedad de formas, lo cual solo se consigue con la extrusión.
- En el caso de la alimentación de porcinos, las pruebas demuestran que los cerdos deben consumir 3.27 kg. de alimento en harina para incrementar 1 kg. de peso propio; en comparación consumirá 2.87 kg. de pelets para incrementar 1 kg. Se mejora la conversión a carne y se hace en menos tiempo; se recomienda preparar AABB peletizado.
- En el caso de alimentación de los pollos parrilleros, un animal come aproximadamente 4.9 kg. de alimento peletizado durante toda su vida llegando a pesar 2.75 kg. al momento de su venta. Si el animal se alimentara con harina, comería 10% más de alimento y demoraría más tiempo en desarrollar (debe considerarse también el costo del proceso de peletizado). Cuando la demanda de alimento en las granjas es muy grande y la fábrica no abastece la capacidad de producción, al animal se le da alimento en harina.
- En la acuicultura se tiene dos factores primordiales que son: el alimento para los peces, que es un costo importante de la producción, y la calidad del agua, que está muy ligada a la evolución de la primera. De acuerdo a la selección del alimento correcto, los problemas de polución, enfermedades, alta tasa de mortalidad, pueden ser reducidos o eliminados. Se debe contar con el mejor alimento al mejor precio, para lo cual se requiere de tecnología y procesos combinados con el adecuado conocimiento de cada especie. El salmón por ejemplo, tiende a consumir el alimento que se hunde lentamente ante sus ojos;

la trucha es más dinámica y busca su alimento en la superficie; el turbot o rodaballo toma su alimento desde el fondo. Si se quieren producir alimentos que tengan velocidad de hundimiento regulada, textura dentro del agua, valores nutricionales exactos, alta digestibilidad por cocción, se debe considerar la extrusión como solución; pero si el requerimiento es preparar alimentos que son alimento hundibles, se puede peletizar.

Entre la preparación de alimento en harina, peletizado o extrusión, el producto de mayor calidad es el extruido; pero debe tenerse la justificación económica o técnica que permita emplearlo; por ejemplo en el caso, del alimento para peces, mascotas, existen parámetros necesarios como: la regulación de la expansión o la necesidad de tener diversas formas, los cuales, no pueden obtener mediante el proceso convencional en una prensa peletizadora. En el caso de pollos parrilleros o cerdos, cuestiones de índole técnicas-económicas no justifican la extrusión, siendo lo usual escoger entre alimento preparado en harina o pelet. El AABB para aves donde no se prioriza la conversión, como es el caso de las reproductoras, debe ser en harina o peletizado, pero remolido; para lo cual, podría utilizarse un molino o un crumbler o desmoronador, que es similar a un molino de rodillos; para que las aves no consuman muy rápido el alimento. En la tabla 1.1 se presenta la diferencia entre harinas, peletizar o extruir AABB.

Ítem	Descripción	HARINA	PELETIZADO	EXTRUSION
1	Procesamiento	En seco	En húmedo	En húmedo o seco
2	Temperatura (° C)	Ambiente	60 – 90° C	70 – 160° C
3	% Humedad	En seco	15.5 – 17%	Hasta 30%
4	% Adición grasa	En seco	20%	30%
5	Maquina	Manual	Peletizadora	Extrusores
6	Costos adquisición	Bajos	Normales	Costosos
7	Esterilidad	Nula	Buena	Excelente
8	Hundimiento		Hundibles	Hundibles o Flotantes
9	Forma del producto	Harina	Cilíndrica	Forma de la matriz
10	Aglutinantes	No	Si	No
11	Digestibilidad	Normal	Buena	Excelente

**Tabla 1.1:** Diferencias entre alimentos de acuerdo al tipo de preparación.

### **1.3.- PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO**

Una vez definida la forma como se producirá el AABB, se procede a la etapa de construcción de la planta; para lo cual, se siguen las recomendaciones de los fabricantes de AABB y otras fuentes, tales como manuales especializados; además, se analizará la disposición adecuada para las maquinas y tolvas, de acuerdo al espacio físico disponible. A continuación, se muestran algunos parámetros que permiten organizarnos para la etapa constructiva.

#### **1.3.1.- Parámetros**

Se definen las actividades previas que se desarrollarán antes de construir la planta.

- a) Se consideraran las preferencias personales de cliente; ya que, este tiene una idea más o menos clara de lo que desea, basado en sus necesidades de producción y la experiencia de sus operadores (si la tuvieran).
- b) Ubicación de la persona y/o empresa que brindará los servicios de diseño, tales como: los vendedores de equipos, ingenieros consultores o personas con amplia experiencia en la fabricación de alimento balanceado. Cada diseñador tiene un punto de vista distinto (mecánico, inventivo o evaluativo), como resultado de su experiencia, educación, percepción del mercado y de acuerdo a los servicios que este ofrece.
- c) Se establecerá un plan de acción, para lograr el objetivo que podría tener como base los siguientes pasos:
  - I. Identificación del problema o necesidad.  
Esta información, será proporcionada por el cliente.
  - II. Análisis de datos, desarrollo de soluciones factibles.  
Es el estudio de factibilidad que se desarrolla conjuntamente entre el cliente y la persona que desarrollará la pre-ingeniería.
  - III. Diseño e ingeniería detallada.  
La empresa seleccionada por el cliente desarrollará la ingeniería de detalle; incluyen los estudios necesarios, como puede ser el estudio de suelos, para el análisis de obra civil, el estudio de impacto ambiental, preparación de los planos y especificaciones necesarias.
  - IV. Concesión de la licitación y contrato.  
El cliente puede recibir una opinión de la persona que desarrolló la ingeniería, pero es él quien toma la decisión final.



V. Fase de construcción.

Esta fase es el desarrollo del proyecto, involucra las obras civiles, mecánicas y eléctricas. Se debe tener en cuenta que el proyecto, no siempre se asigna a un solo contratista (proyecto “llave en mano”), sino que involucra la participación de varias empresas y profesionales, los cuales aportan al proyecto de acuerdo a su especialidad; siendo responsabilidad del supervisor o empresa supervisora, establecer las coordinaciones necesarias entre contratistas, para llevar el proyecto bajo los costos y el cronograma de trabajo establecido.

**1.3.2.- Partes de una planta de alimento balanceado**

A continuación, se indican las partes de una planta de alimento balanceado (peletizado / extrusión)

I. Zona de almacenamiento de materias primas

Se utilizan silos cerrados conformados con planchas corrugadas galvanizadas, para evitar la entrada de aves, roedores y otros animales no deseables. Los silos pueden ser de fondo plano o de fondo cónico elevado (ver figura 1.7); para almacenar grandes cantidades de producto, se usan los silos de fondo plano. La inversión requerida para el almacenaje en silos es alta, comparada con el almacenaje a granel, que es la manera como inicialmente empiezan las operaciones la mayoría de productores de AAB. Se utilizan almacenes mecanizados para almacenaje de soya, la cual no puede ser almacenada en silos, dado que se compacta. La carga se realiza por la parte superior, a través de un transportador de cadena y la descarga por medio de una faja que va por un túnel, construido en la parte central baja del almacén; por donde, a través de unas compuertas se regula la descarga; cuando el producto ya no fluye, en el piso del almacén hay la necesidad de utilizar un cargador chico para apilar el producto en la zona de la faja; Otra forma de almacenar los ingredientes es en bodegas, sobre todo cuando estos se encuentra en sacos o costales.



**Figura 1.7:** Silos para almacenaje de granos de fondo cónico y elevados.

Cuando el cliente importa sus insumos como son la soya o el maíz, es imprescindible contar con un adecuado sistema de almacenaje, ya que se compra en lotes grandes, el diseño de las áreas de almacenamiento deben permitir que las materias primas y productos terminados se mantengan a la temperatura y humedad adecuadas, para conservar la integridad de los productos.

## II. Zona de molienda

El área de molienda es donde los ingredientes serán fraccionados al tamaño adecuado, dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer,

de las materias primas y del tipo de molino; el cual podría ser de martillos ( ver figura 1.8 ), los cuales requieren de una baja inversión inicial, son fáciles de operar y no requiere de mucho mantenimiento o de rodillos, en los que la principal desventaja es su alto costo, sin embargo el rendimiento de energía eléctrica es mayor que el del molino de martillos, aunque requiere de mayor mantenimiento, pero la calidad del producto molido es mayor, además produce menos ruido, polvo y no requiere de sistema de aspiración, el cual es utilizado para la limpieza de las mallas, enfriamiento y mayor duración de los martillos.



**Figura 1.8:** Molino de martillos con alimentador rotativo y placa magnética.

### III. Zona de dosificación y mezclado

Una vez que los ingredientes han sido molidos, el siguiente paso es mezclarlos adecuadamente, para que el alimento quede perfectamente homogéneo; primero, se adicionan los ingredientes sólidos: maíz y soya, luego las premezclas de minerales y vitaminas y finalmente se adicionan los ingredientes líquidos.

Existen mezcladoras verticales, horizontales y de flujo continuo. Las mezcladoras horizontales constan de una o dos cintas que llevan el producto de un extremo a otro, mezclándolo uniformemente (ver figura 1.9 y

1.10). Algunas mezcladoras, están equipadas con paletas en lugar de cintas; la descarga generalmente es inferior, por lo que el tiempo de descarga es muy corto y el vaciado es completo; además, requieren de menor tiempo de mezclado (3-5 min.) que las de tipo vertical y aceptan del 10 al 15% de líquidos; las desventajas de este tipo de mezcladoras es su alto costo, requieren de mayor mantenimiento, además de espacio y no se pueden mezclar pequeñas cantidades de producto.

Las mezcladoras de flujo continuo, constan de una o dos flechas con paletas integradas; las cuales, incorporan los ingredientes y los transportan hacia la salida, con movimientos rápidos; La principal ventaja de estas mezcladoras es que aceptan una gran cantidad de líquidos (hasta el 45%); sin embargo, no se recomienda adicionar mas del 25% a un alimento, de lo contrario la consistencia del producto final no será la adecuada. Este tipo de mezcladoras generalmente se utilizan para acondicionar el alimento que va a ser peletizado, agregando melaza y haciendo las funciones de una enmelazadora, para el caso del alimento para ganado, el cual requiere grandes cantidades de melaza.

Las cantidades indicadas son referenciales y varían de acuerdo al proceso que sigue cada fabricante y son extraídas del manual de tecnología para la fabricación de alimento balanceado de la AFIA (American Feed Industry Association).

#### IV. Zona de peletizado / Zona de extrusión

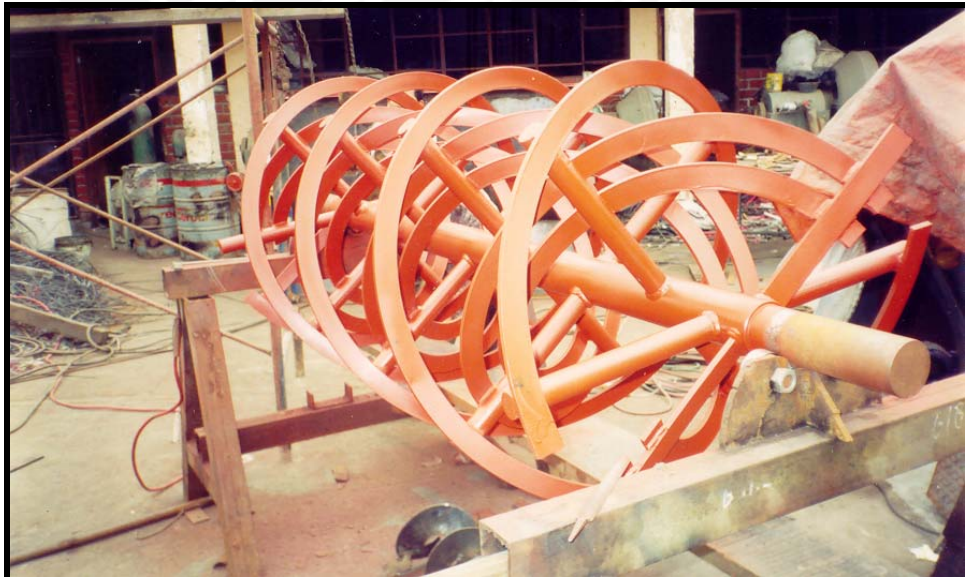
El alimento de trabajo fluye dentro del alimentador y es ingresado uniformemente al acondicionador, para la adición controlada de vapor y/o melaza, ingresando luego a la prensa de peletizado / extrusor saliendo los pelets al enfriador (vertical, horizontal, contra flujo), se zarandea el producto, aplicándose posteriormente grasa en un aplicador y finalmente el producto terminado va a las tolvas.

Es la parte central de las operaciones, en una planta de producción de AABB (mas adelante detallaremos las distribuciones típicas para la planta de peletizado o extrusión), es importante indicar que parte primordial para desarrollar un alimento formulado, es garantizar un mezclado homogéneo, con la cantidad de elemento que se considero en la fórmula teórica.





**Figura 1.9:** Mezcladora horizontal con cintas helicoidales.



**Figura 1.10:** Cintas helicoidales de mezcladora dos interiores y una exterior.

V. Zona de producto terminado

El alimento terminado (harina, pelet, croqueta), dependiendo de cómo se distribuirá podrá pasar a ser ensacado o pasara a tolvas (ver figura 1.11) de donde se podrá ensacar o despachar a granel en unos camiones especialmente acondicionados ( ver figura 1.11) , para llevar el alimento a granja donde se recepcionará en unos silos pequeños.



**Figura 1.11:** Camión granelero para llevar alimento a granel a las granjas.



**Figura 1.12:** Tolvas de una planta de AABB, de derecha a izquierda: pre-molienda, pre-pelet, producto terminado circulares, producto terminado rectangulares.

Se ha realizado una descripción de las partes de una planta de alimento balanceado de manera general, con la finalidad de obtener una idea básica de las tareas que involucran el proceso constructivo de una planta de alimento balanceado, las cuales, involucran variar áreas que se deben desarrollar, desde el estudio de suelos, las obras civiles, las instalaciones eléctricas, la fabricación de maquinaria de proveeduría local, la instalación de los silos y/o almacenes, la compra de maquinaria importada, la fabricación e instalación de tolvas y estructuras, el montaje de toda la maquinaria nacional e importada, las interconexiones a través de chutes y ductos, además de las pruebas en vacío y con carga de la maquinaria.

### 1.3.3.- Tipos de procesos constructivos

De acuerdo a la necesidad del cliente, pueden darse diversos procesos constructivos, la selección del contratista adecuado es una de las claves para el éxito durante esta etapa, el flujo de caja es otro de los factores preponderantes, como se entenderá cualquier planificación queda desestimada si es que no hay dinero; originando retrasos y como consecuencia aplazamiento de la fecha de termino establecida.

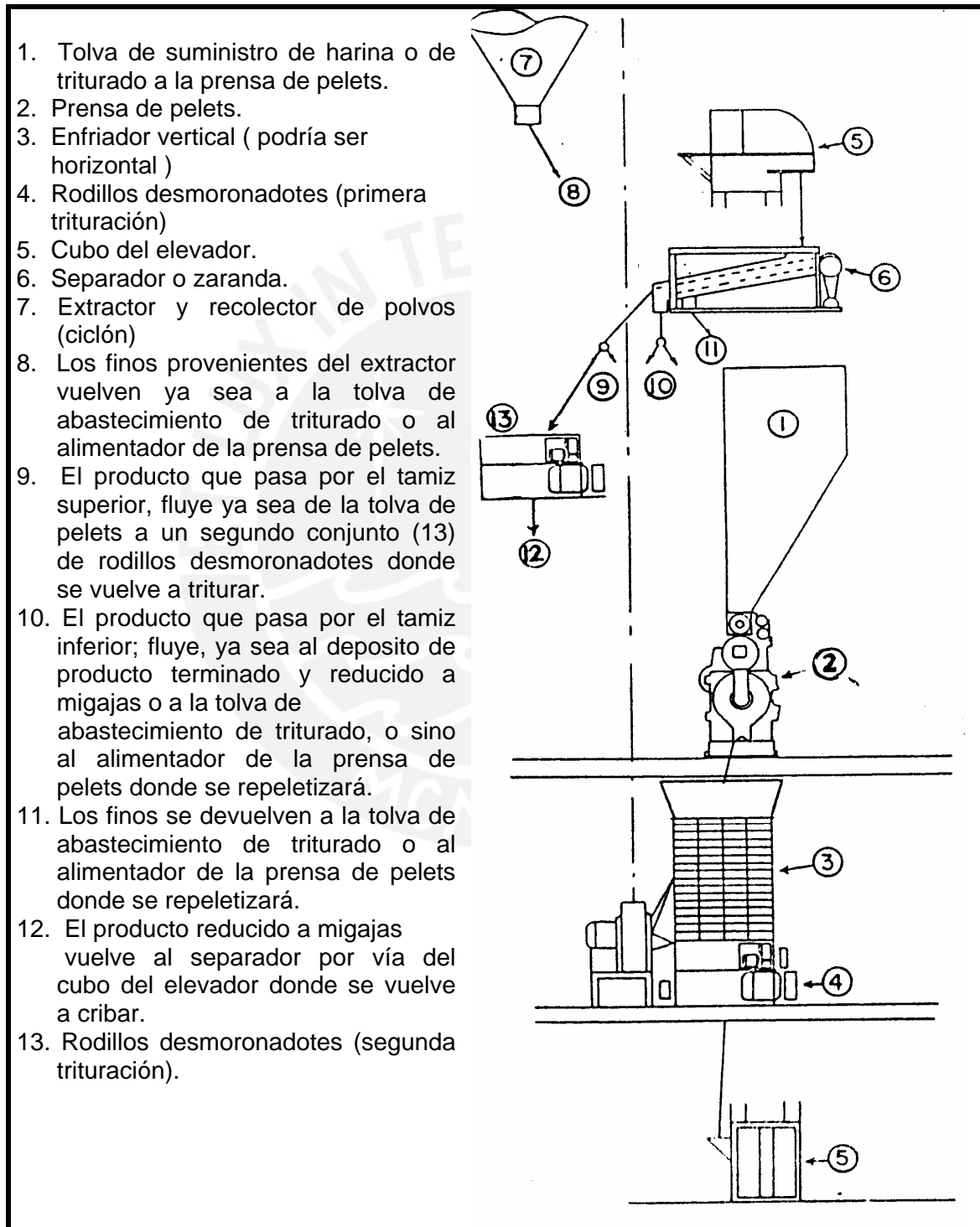
Durante la fase de construcción se tienen las siguientes posibilidades:

- 1) Planta Nueva.- Se empieza de cero, desde las obras civiles, mecánicas, eléctricas; su construcción se realiza dentro de un terreno o en una parte de la fábrica del cliente, donde se desarrolla el nuevo proyecto; en la segunda opción, tenemos mayores facilidades al contar con facilidades de agua y energía de la planta antigua para los procesos constructivos.
- 2) Repotenciación de Planta.- Se desea aumentar la capacidad de producción actual por un aumento de la demanda; ya sea del mercado, si es que se comercializa o propio, en el caso de empresas que preparan alimento para sus granjas.
- 3) Reubicación de Planta.- Se considera el desmontaje de casi la totalidad de componentes de la planta antigua, los cuales se instalarán en otro local del cliente o en otro lugar, dentro de la misma planta; esta reubicación podría ser a causa de que el cliente compre alguna maquinaria nueva y considere repotenciar su planta o mejorar el proceso.
- 4) Cambio de Proceso.- Al caso típico de preparación de harina por alimento peletizado o procesado en pelet, ahora adicionalmente a esto se extruirá,



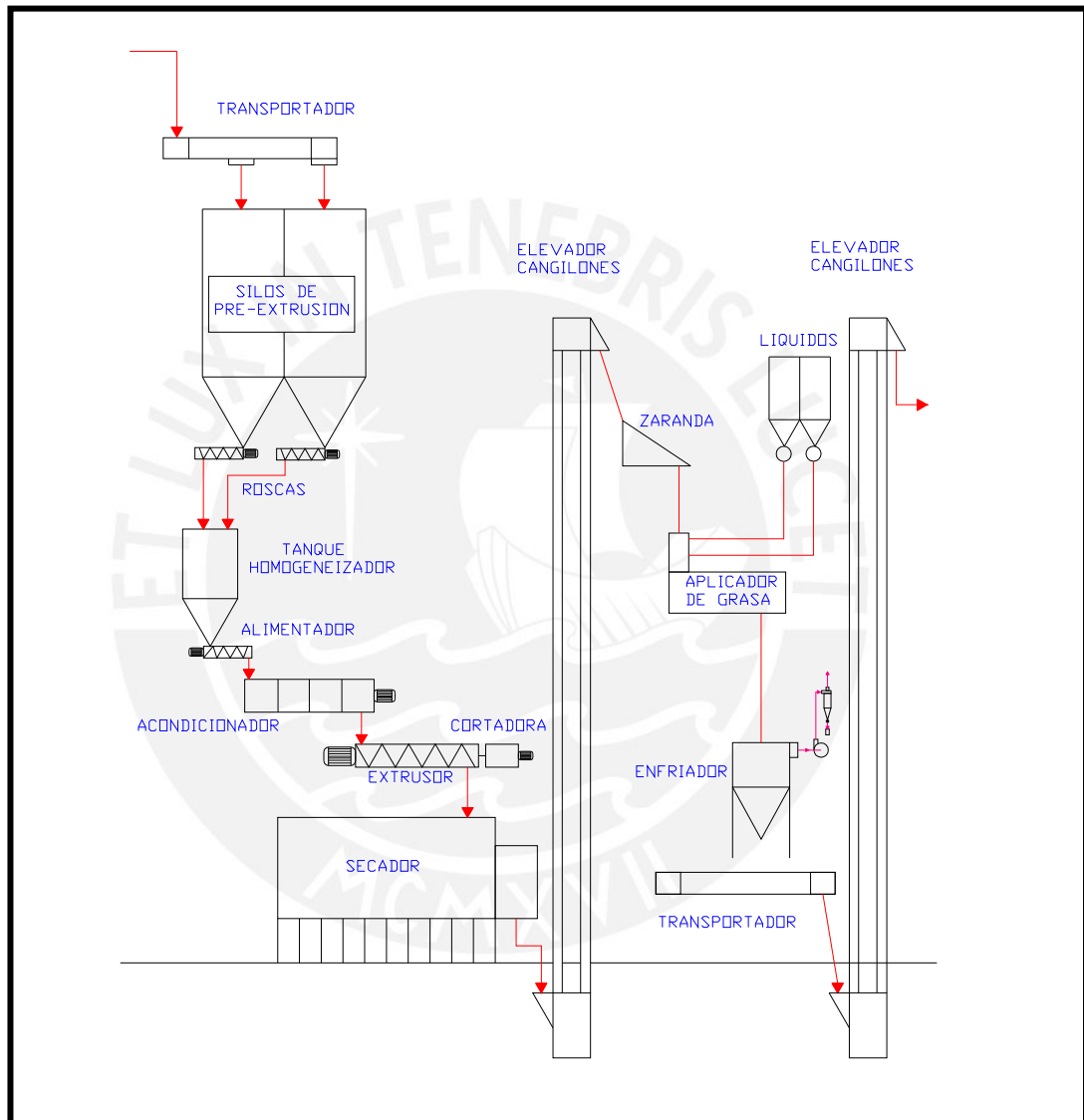
basados en la instalación actual se realizan los cambios necesarios para operación de la nueva línea que se instale.

### 1.3.4.- Diagrama de flujo de un sistema de prensa de pelets típico



A esta distribución, se le agregará el sistema de adición de grasa, después del proceso de peletizado; no se incluye las líneas de servicios y procesos como agua, aire o petróleo, estas son complementarias a la instalación.

**1.3.5.- Diagrama de flujo de un sistema de extrusión típico**



Se consideran los silos de pre-extrusión; los cuales, deberán tener vibradores, para evitar la compactación del material, roscas extractoras de paso y velocidad variable, un silo homogeneizador, un feeder o alimentador, el acondicionador, la extrusora, el secador horizontal, una zaranda, el aplicador de líquidos y por último, un enfriador contra flujo; después, de todo este proceso, va a producto terminado.

### 1.3.6.- Proyectos constructivos de plantas de AABB

En los últimos años, se han desarrollado varios proyectos de mediana a gran escala, en la tabla 1.2 se muestran algunos de los más importantes.

- El grupo San Fernando es el mayor productor de pollos parrilleros, acaparando el 30% del mercado nacional a la fecha (2007). Este grupo, cuenta con dos plantas: una de producción de alimento en harina (4 tn/h), con una pequeña planta de peletizado (2 tn/h) en Lurín y la otra planta, mas chica, donde se peletiza (4 tn/h) ubicada en Huaral. Aprovechando la coyuntura económica por la cual pasan muchas empresas, debido al endeudamiento con instituciones financieras, San Fernando adquiere la antigua planta de Molinos Takagaki que estaba en posesión del Banco Wiese; el cual, le transfirió la propiedad ubicada en la Panamericana Norte Km. 81.5, Chancay; donde San Fernando, ha iniciado sus operaciones, peletizando al 100%; teniendo así, una producción de 40 tn/ h. y contando con cinco (05) prensas peletizadoras.
- La empresa Purina fue adquirida hace aproximadamente 5 años por Carguill; una empresa trasnacional dedicada al rubro de los alimentos, logrando que Purina se desarrolle más; cuenta con tres (03) plantas: una en Lima-Independencia, la segunda en Chiclayo-Zona Industrial y en Arequipa, donde efectúa operaciones alquilando el local. Actualmente, ha construido en Chiclayo, una planta de producción de alimento extruido para tilapias, para AQUA, un cliente en Centroamérica; el cual, se dedica a la crianza de peces en el norte del país. A la salida del elevador de cangilones que transporta el producto de la mezcladora, tiene una válvula de derivación de flujo; la cual, dirige el producto hasta las tolvas de pre-extrusión y se continúa el proceso.
- El grupo Romero, inicia la producción de alimento balanceado para mascotas, con la construcción de una moderna planta para producir AABB, con el producto MIMASKOT, se ubica en las instalaciones de ALICORP, en la Av. Argentina - Callao. La estrategia utilizada ha sido de las más audaces, buscó captar nuevos consumidores mediante un intenso uso de la investigación de mercado, para encontrar las barreras reales por las que había un bajo consumo per-cápita en estas categorías. Se averiguó que la oferta existente era percibida como lejana, de ahí que se decidieran a producir un alimento para perros con su toque de camote; luego de más investigaciones para afinar el producto diseñado, lo lanzaron al mercado con

una estrategia publicitaria que destacase apropiadamente estos atributos, como “gancho” para acercarse al comprador. Sorprendentemente colocaron el precio por encima de la competencia y, a pesar de ello, pasaron a liderar en pocos meses esas categorías.

Proceso	Cliente	Producción	Capacidad Ton. / h	Ubicación
Planta Nueva Peletizado	San Fernando	Broilers/Cerdos	40	Chancay / Lima
Planta Nueva Harina	Toyama	Ponedoras	3	Puente Piedra
Planta Nueva Extrusión	Agribbrands Purina	Tilapias	8	Chiclayo
Planta Nueva Extrusión	Alicorp	Perros	6	Lima
Repotenciación Extrusión	Naltech	Soya	De 7 a 10	Huacho
Repotenciación Peletizado	Redondos	Broilers	De 24 a 32	Huacho
Reubicación Peletizado	Redondos	Broilers	24	Huacho
Reubicación Extrusión	Cinti	Perros/Gatos	3	Chorrillos hacia Ate
Cambio de proceso Harina a Peletizado	Gramobier	Broilers	24	Lima

**Tabla 1.2:** Proyectos desarrollados los últimos años.

**Empresas Líderes 2007 - Productores Líderes de Broilers**

Compañía	Ciudad	Gerente General	No. Broilers (000)	Raza(s)
----------	--------	-----------------	--------------------	---------

AÑO 2007

PERU				
Avícola Yugoslavia	Trujillo	Eduardo Nestorovic	5,000	Cobb
Avinka	Lima	Mariano Tarnaviewky	18,000	Cobb
Chimú	Trujillo	Milva Paredes	27,000	Cobb
El Rocío	Trujillo	Rafael Quevedo Flores	24,000	Ross
Grupo San Fernando	Lima	Alberto Ikeda	72,000	Cobb
Molino La Perla	Trujillo	Antonio Ganoza	9,000	Cobb
Redondos SA	Huacho	Julio Favre	24,000	Ross
Rico Pollo	Arequipa	Enrique Zapata	8,000	Ross
Santa Elena	Lima	Rafael Valdez	12,000	Cobb
Técnica Avícola	Pacasmayo	Oscar Ponce Secada	5,500	Hybro

AÑO 2006

PERU				
Avícola Yugoslavia	Trujillo	Eduardo Nestorovic	5,000	Cobb
Avinka	Lima	Mariano Tarnaviewky	18,000	Cobb
Chimú	Trujillo	Milva Paredes	27,000	Cobb
El Rocío	Trujillo	Rafael Quevedo Flores	24,000	Ross
Grupo San Fernando	Lima	Alberto Ikeda	102,000	Cobb
Molino La Perla	Trujillo	Antonio Ganoza	9,000	Cobb
Redondos SA	Huacho	Julio Favre	24,000	Ross
Rico Pollo	Arequipa	Enrique Zapata	8,000	Ross
Santa Elena	Lima	Rafael Valdez	12,000	Cobb

**Tabla 1.3:** Empresas avícolas líderes en el Perú, años 2006 y 2007.



## CAPITULO 2

### EVALUACION TÉCNICO- ECÓNOMICA DEL PROYECTO

En el presente capítulo se indicarán los alcances del proyecto, para conocer el trabajo que se realiza durante la etapa previa a la fase constructiva del proyecto.

#### 2.1.- ALCANCES DEL PROYECTO

En la actualidad la mayoría de empresas dedicadas a la producción de AABB en el país, no cuentan con un departamento de ingeniería o proyectos con dedicación a tiempo completo, teniendo la responsabilidad del desarrollo de los proyectos, el personal de planta, que pueden ser: el gerente, el jefe de planta o el jefe de mantenimiento, dado que, son personas muy involucradas en el proceso productivo y cuentan con experiencia; la cual, es muy útil al momento de tomar decisiones durante el diseño; es recomendable para desarrollar proyectos grandes, asesorarse de una persona o empresa con experiencia en este tipo de instalaciones industriales, lo cual facilitará el desarrollo del diseño de la planta.

El desarrollo de un proyecto, involucra la realización de estudios, tales como: impacto ambiental, el cual nos permitirá identificar las posibles fuentes de contaminación del proyecto e implementar los procesos de neutralización de esas fuentes; el estudio de suelos, el cual nos permitirá determinar las condiciones del subsuelo y cimentación para el proyecto de construcción de las instalaciones

industriales. Estos estudios deberán ser realizados por profesionales debidamente acreditados.

El proyecto del presente informe, es la reubicación de una planta de AABB que produce alimento para mascotas (perros y gatos), tiene dos áreas bien definidas la planta de producción de AABB y la planta de producción de harina de carne, la cual no se reubicara (será vendida); esta segunda planta tiene como insumos tripas de cerdo y pollo, las cuales se cocinan en unos digestores (cocinadores), para luego extraer el cebo o la grasa en polvo; la cual, se utiliza como insumo para la producción del AABB, esto produce un fuerte olor que es percibe en el medio ambiente. Se construyó un hospital de ESSALUD en un radio aproximado de 100 metros, llegando hasta él los fuertes olores, este hecho ha determinado que la municipalidad de Chorrillos no autorice la continuidad de operaciones de la fábrica; por lo cual, se tiene que reubicar la planta actual, desde Chorrillos hasta su nuevo local en Ate a la altura del Km. 19 de la Carretera Central. En los capítulos siguientes, se desarrollará con más profundidad el tema del montaje y la puesta en marcha de la planta de AABB.

## **2.2.-PRODUCCION DE ALIMENTO BALANCEADO PARA MASCOTAS, DISPOSICION TIPICA DE PLANTA**

La producción de alimento se realiza por el proceso de extrusión, expuesto en el capítulo 1 de este documento y se considera como referencia la disposición típica para estas plantas (ver figura 2.1); lo que diferencia este proceso de otros, es que tiene doble molienda, en la primera van los ingredientes gruesos y en la segunda el material que sale de la mezcladora junto con las vitaminas. La remolienda es necesaria porque la cantidad de aumento de humedad de los ingredientes proteínicos o farináceos, se controla por el tamaño de la partícula y por la temperatura del agua; en caso, la fórmula no tenga almidones pregelatinizados. Se observa en la disposición típica, sistemas de transporte neumático con sopladores; además el transporte también se puede realizar:

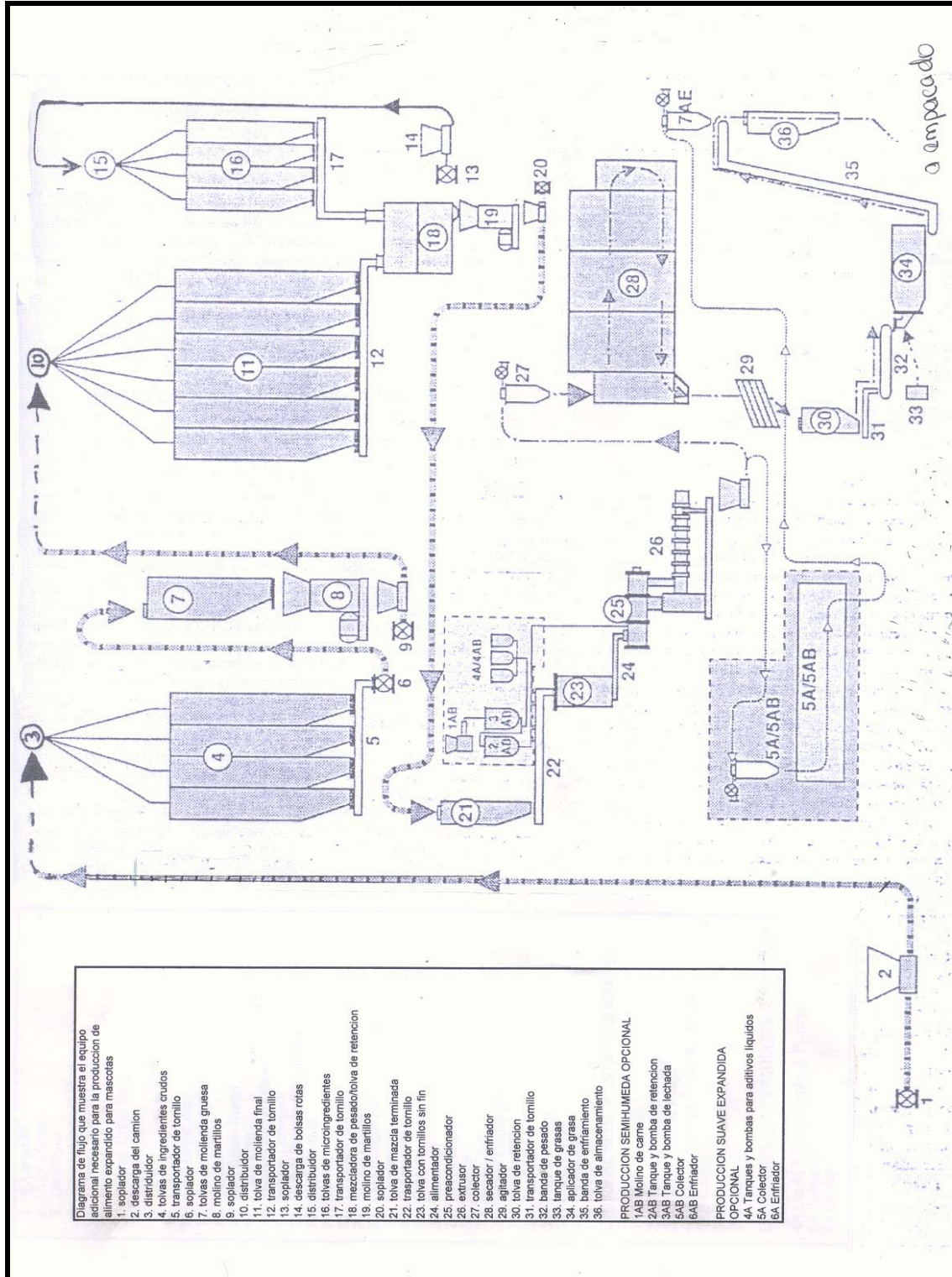
- Harinas : Elevadores de cangilones, roscas.
- Alimento Extruido : Elevadores tipo Z, fajas, transportadores vibratorios.
- Alimento Extruido : Transporte Neumático (producto que sale del extrusor).

La ventaja de utilizar sopladores es que, el sistema no requiere mucho mantenimiento, pero la desventaja es el alto consumo eléctrico, en comparación con la utilización de otros equipos.



Es importante conocer que luego que la mezcla pasa por el molde se produce la expansión súbita del producto, este tiene un elevado porcentaje de humedad y se recomienda utilizar un sistema de transporte neumático hasta la secadora o utilizar una faja sanitaria con el apoyo de un sistema de extracción de vapor. Esto evitará que el producto se pegue entre si.





**Figura 2.1:** Diagrama de flujo de una planta de alimento balanceado para mascotas que muestra el equipo adicional necesario para la preparación de alimento expandido para mascotas, producción semi húmeda opcional, producción suave expandida opcional.

### **2.3.- PRODUCCION ACTUAL, FLUJO DEL PROCESO**

Se indica la secuencia de operaciones de la planta a reubicar, complementando la información con un diagrama de flujo del proceso (ver figura 2.2).

La distribución existente, corresponde a una planta mediana, que ha ido creciendo conforme ha crecido el nivel de ventas, se tienen soluciones a la distribución de maquinaria ingeniosa, pero no hay una distribución apropiada para una planta de estas características. El área actual de la planta es de 50m. x 100m.

Las materias primas se almacenan en la loza de concreto en el caso de maíz (50 toneladas, densidad  $750 \text{ Kg/m}^3$ ) y en sacos cuando es arroz u otro insumo; se dirige el maíz hacia la tolva de carga de insumos (tolva de concreto) con operaciones manuales, luego a través de un elevador de cangilones, un transportador helicoidal dirige los insumos hacia un silo circular, que llamamos silo de maíz entero (10 tn.), se realiza la molienda en un molino de martillos (4tn./h.) que tiene un sistema de asistencia por aire (permite ayudar a la limpieza de las mallas, incrementando la eficiencia del molino y enfriamiento de los martillos, aumentando así, su duración), luego elevamos el producto fraccionado utilizando un segundo elevador y derivamos el producto hasta unas tolvas que llamamos, tolvas de maíz molido (8 toneladas, densidad  $650 \text{ Kg/m}^3$ ); la operación para la molienda de arroz, se realiza cuando se ha terminado de moler un lote de maíz, quedando vacía la tolva de maíz entero, se hace un by-pass a través de la tolva vacía y se muele el arroz siendo una operación casi continua; una rosca dirige el alimento molido desde las tolvas de maíz y arroz molido, hasta una pequeña tolva de dosificación (100 Kg.), donde se realiza una dosificación por volumen en el caso del maíz y el arroz; los otros insumos, incluyendo las vitaminas (pre-mezclas) se pesan, se almacenan en sacos y se agregan directamente a la mezcladora vertical (ver figura 2.3), el proceso de carga y mezcla demora 1 hora, la capacidad de la mezcladora es de 500 Kg. en su tolva, siendo la capacidad de mezclado de 500Kg./hora, también se puede definir que la capacidad de mezclado es de 500Kg./batch, un batch es un lote de mezcla. El producto mezclado es extraído por el primer elevador, rosca y lo derivan hasta la tolva de mezcla molida (12 toneladas, densidad  $500 \text{ Kg/m}^3$ ), pasando por el molino de martillos existente, debe indicarse que, en esta parte del proceso existe una recirculación en el flujo, porque no se cuenta con otro molino, que según la

disposición básica para estas plantas deberíamos tener, esto es otro limitante del flujo en el proceso.

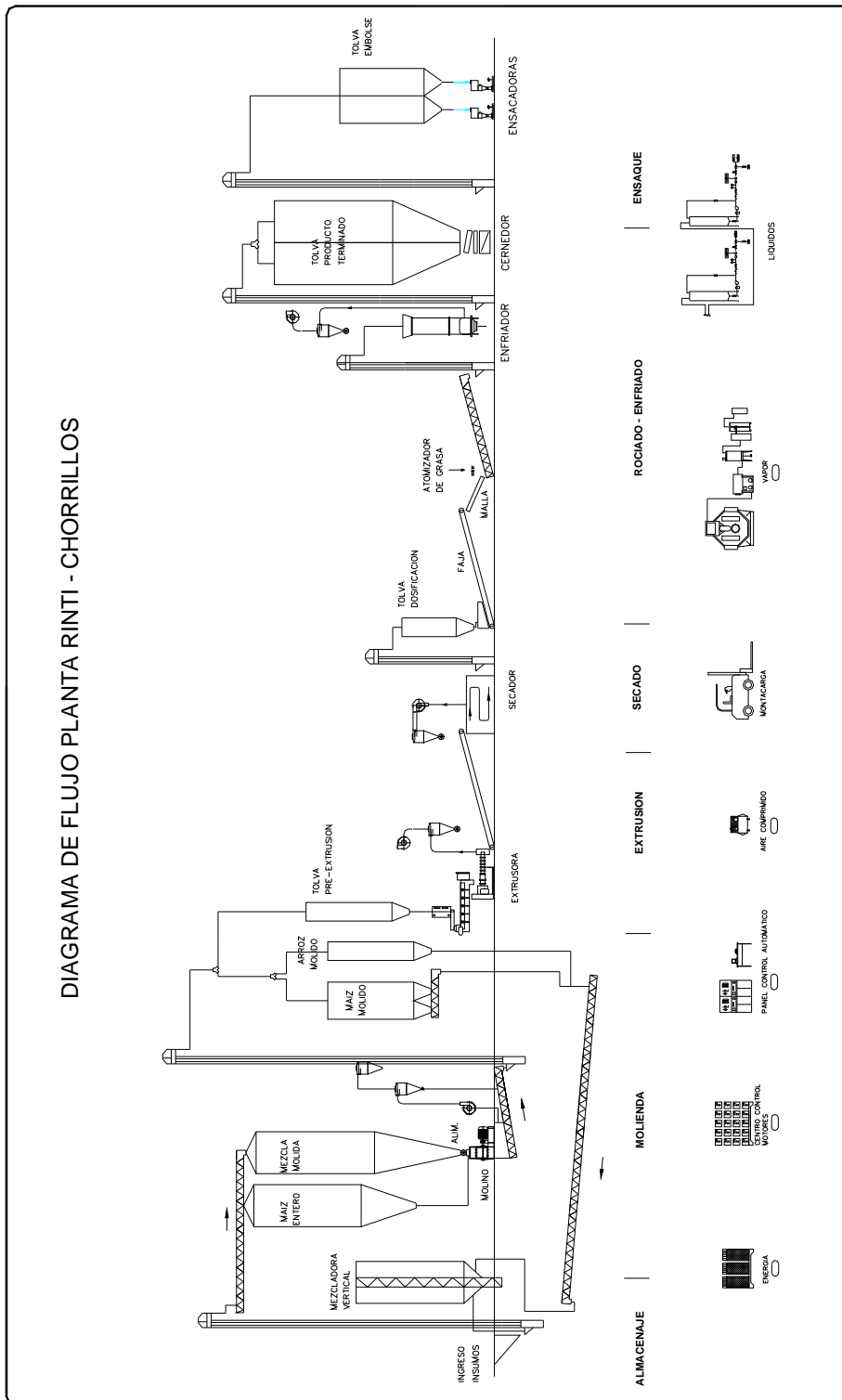


Figura 2.2: Diagrama de flujo, planta Chorrillos, es el antecedente del proyecto.



El producto remolido es extraído y derivado a través del segundo elevador hasta la tolva de pre-extrusión (2 toneladas), se extrae el producto premezclado con un feeder (alimentador de paso variable), pasa al precocinador o acondicionador donde se agrega a la mezcla vapor y agua caliente, luego pasa al extrusor (3 toneladas/hora), se tiene un sistema de extracción de vapor a la salida del extrusor, para mejorar la transportabilidad del producto, que en este punto todavía es gelatinoso; se utiliza una faja para transportar el producto hasta el secador, que es una pieza importante en el proceso; ya que en esta parte, se extrae humedad y se seca el producto. Se tiene un sistema de aplicación de grasa, que es una rosca inclinada con unas boquillas que atomizan la grasa (temperatura aproximada 60°) en el inicio de esta, luego el producto engrasado adquiere cierta temperatura y se pasa por un enfriador vertical donde se enfría y se extraen los finos del proceso. El producto pasa a unas tolvas (2 unidades) que llamaremos de producto terminado (10 toneladas c/u.). A la salida de las tolvas de producto terminado, existe un cernedor circular donde se extraen los finos antes de embolsarse, pasando previamente por las tolvas de embolsa (2 toneladas), con ayuda de un elevador de cangilones.



**Figura 2.3.:** Mezcladora vertical 500 Kg. por batch.

#### **2.4.- PRODUCCION FUTURA, FLUJO DEL PROCESO**

Se indicará el flujo del proceso productivo de la planta que se reubicará, se complementara la información grafica con un diagrama de flujo (ver figura 2.4).

En este proyecto, la mayoría de las máquinas, con las que se contaba en la planta de Chorrillos, serán reutilizadas. Se realiza una distribución lineal, siendo lo más relevante la adquisición de nueva maquinaria:

- La adquisición de 04 silos galvanizados para almacenar maíz, capacidad de almacenaje 200 toneladas.
- La construcción de una tolva de recepción, para camiones con una capacidad en maíz de 4m<sup>3</sup>.
- La compra de un nuevo molino de martillos con capacidad de 10 tn./h. para utilizarlo en la segunda molienda o molienda fina.
- La compra de una mezcladora nueva de cintas helicoidales, mejorando los tiempos de mezclado; ya que, esta mezcladora es de mayor capacidad y eficiencia; tiene la capacidad de mezclar 1 tonelada por batch, el tiempo de mezclado es mucho menor en comparación con la mezcladora horizontal que existía en la planta antigua.
- La construcción de una nueva tolva de pre-extrusión de mayor capacidad 5 toneladas aproximadamente.
- La compra de una zaranda, para mejorar la separación de finos, ubicada a la salida del enfriador.
- La instalación de válvulas rotativas, que trabajan con un variador de velocidad para regular el flujo del producto, cuando se necesita mezcla de estos en los alimentos multisabores.
- Se construyó y amplió los elevadores existentes, de acuerdo a la necesidad de la nueva distribución de maquinaria.

Hay que resaltar que el corazón de la planta es la extrusora siendo esta la que determina la capacidad de producción de la planta que en nuestro caso es de 3tn./h. para tener una idea mas clara respecto a la distribución ver el plano isométrico del proyecto (ver plano 5.2).



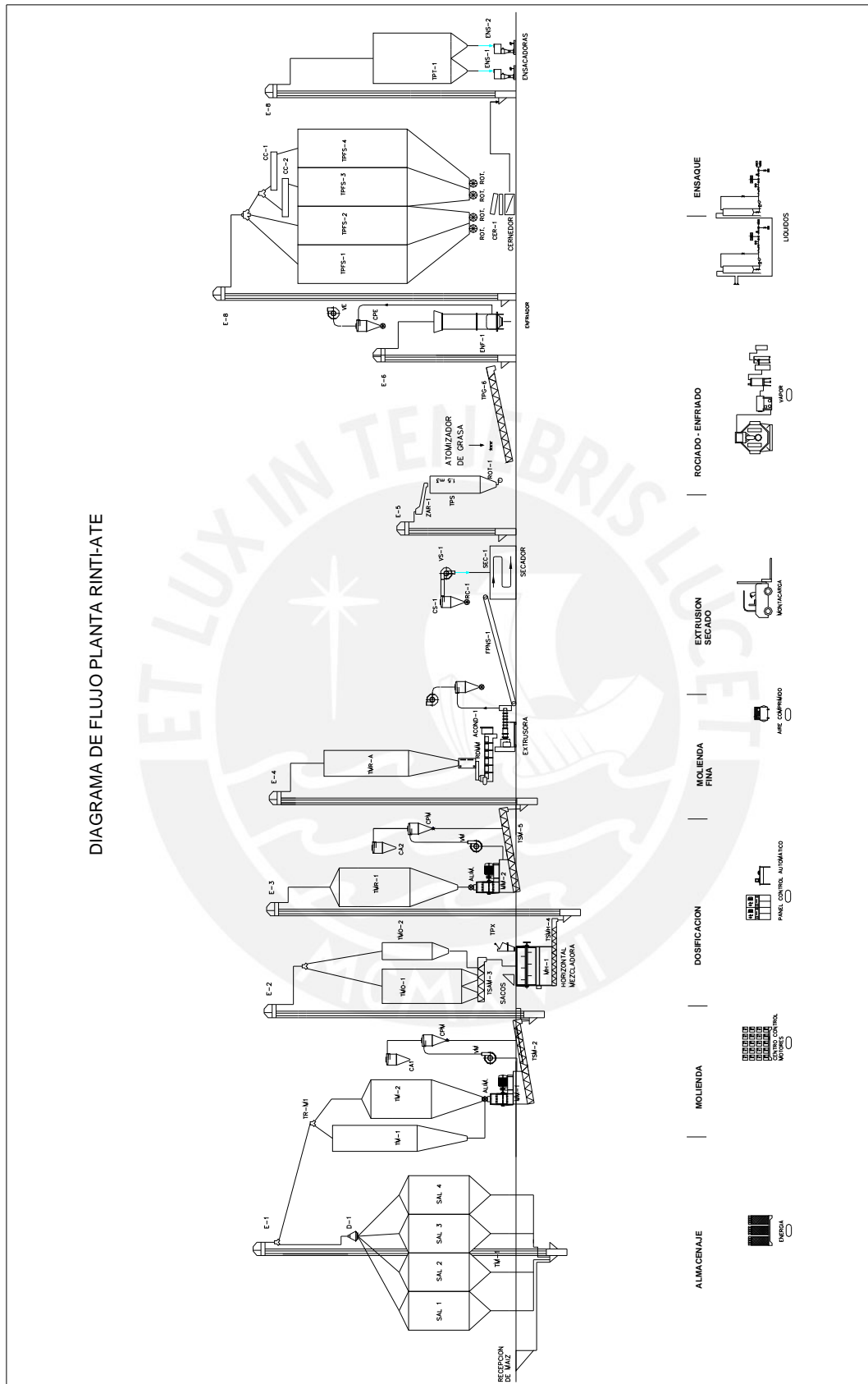


Figura 2.4: Diagrama de flujo de la planta nueva ubicada en Ate

## **2.5.- DISTRIBUCION DE MAQUINARIA / ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

Una vez definido el diagrama de flujo, se elabora el Lay - Out de la planta o la disposición de maquinaria; para lo cual, se preparan varias alternativas para presentarlas al gerente o dueño, para que las valore y pueda tomar una decisión sobre la disposición final.

### **2.5.1.- Consideraciones**

Se dispone de un terreno con un área aproximada de 100 m. x 340 m.; dentro del cual, hay un almacén techado con un área aproximada 60 m. x 30 m.(ver plano 5.1), que será utilizado para almacenar el producto. Al costado del almacén existe una losa de (60 m. x 25 m.) que deberá utilizarse para colocar la maquinaria. Se debe considerar el máximo aprovechamiento del área techada para almacenar el producto terminado.

### **2.5.2.- Alternativas de solución**

Presentamos las opciones de distribución de planta que consideramos para la presentación final del proyecto:

I. Alternativa 1:

Se distribuye la maquinaria linealmente en una disposición tipo “L”, colocando los equipos a partir del secador, sobre la losa de concreto (ver figura 2.4), se considera transportar el producto expandido por un sistema de transporte neumático, éste ingresara al almacén por la parte central, se apila en paletas; las cuales, permitirán con ayuda de un montacargas, distribuir el producto en el almacén. Al realizar la disposición de maquinaria, se debe considerar, que en la planta existen áreas sucias, como: la recepción, el mezclado, la molienda; áreas húmedas, como: la extrusión; áreas secas, como: el enfriado, engrasado y embolse; las cuales no deben estar juntas. Se deberá construir un techo para cubrir maquinaria sobre la losa, se debe cubrir principalmente el embolse.

II. Alternativa 2:

Similar a la alternativa 1, pero toda la maquinaria esta en una misma línea, ingresando al almacén techado. No considera transporte neumático entre extrusor-secadora, el transporte en esta parte se realiza mediante una faja transportadora, complementando con un sistema de extracción de vapor (ambos sistemas existen en la planta antigua y trabajan satisfactoriamente); deberá considerarse adicionalmente un sistema de extracción de gases y

vapores. Se debe considerar que la capacidad de almacenamiento bajo techo se reduce.

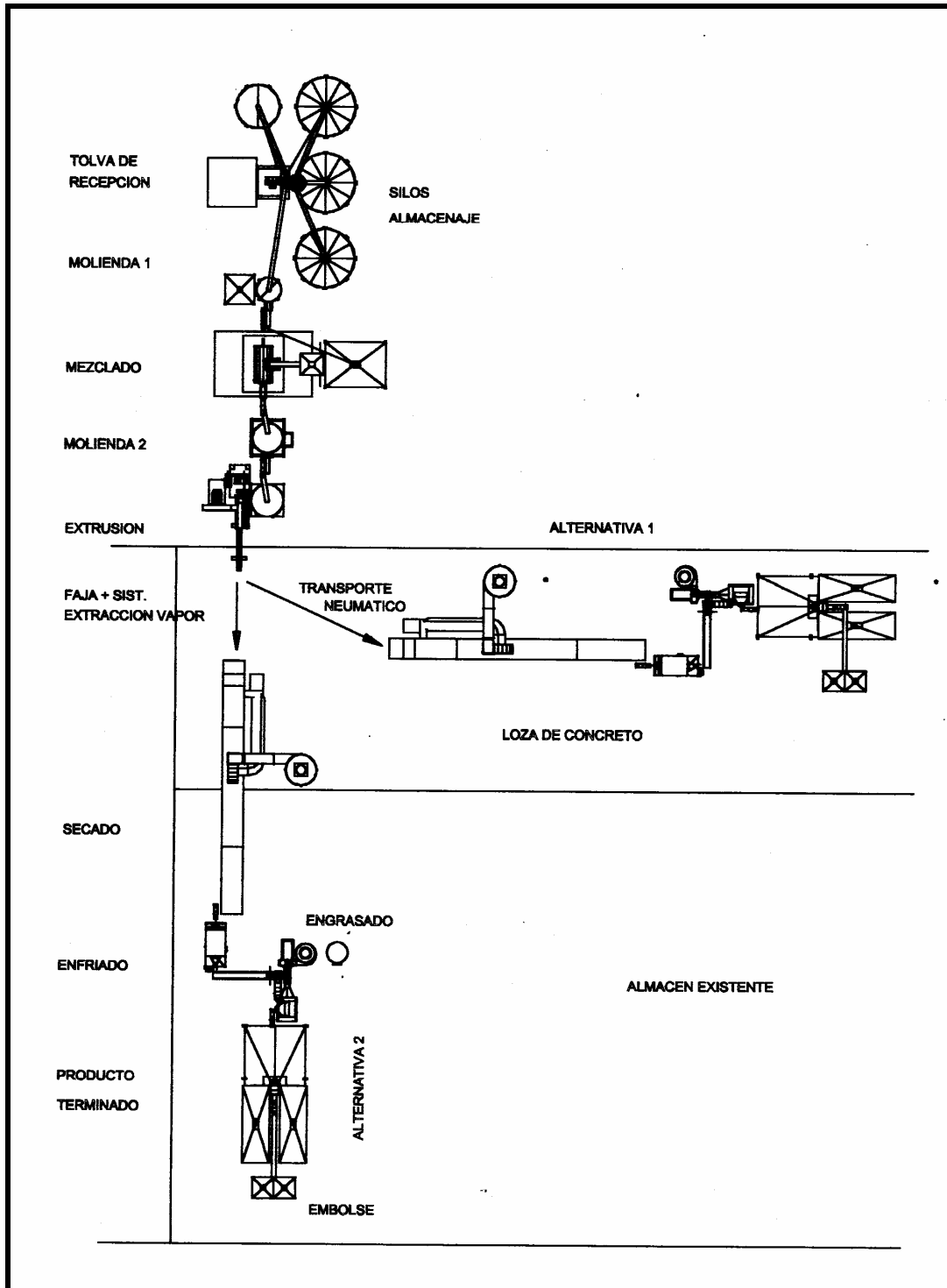


Figura 2.5: Distribución de planta alternativa 1, alternativa 2.

### III. Alternativa 3:

Considera la disposición de la maquinaria fuera del almacén, disposición tipo “L”, invertida a la Alternativa 1 (ver figura 2.6), considera transporte neumático entre extrusor-secador, el producto ingresa al almacén por una esquina y se apila el producto en paletas, las cuales permitirán con ayuda de un montacargas distribuir el producto en el almacén.

#### Valoración de opciones y selección final:

Presentamos los criterios para la valoración de alternativas:

- Fabricación de un sistema de transporte neumático, que incluye: ventilador, ciclón, ductería, cabezal (hood) de succión, en acero inoxidable y los soportes para la instalación de estos elementos.
- Construcción de un techo metálico para cubrir la maquinaria.
- Aprovechamiento máximo del almacén techado existente.
- Ampliación de la capacidad de producción en un futuro.

La Alternativa 2, fue la seleccionada por los siguientes motivos en orden de prioridad:

- El criterio de mayor influencia, fue el de poder ampliar la capacidad de producción en un futuro; para lo cual, se debe tener presente, que la línea actual en su capacidad máxima puede producir 5 tn./h, se mejoró respecto a la antigua distribución donde habían muchos reprocesos. Cuando se desee ampliar la instalación, se deberá instalar una nueva línea que ira en paralelo con la existente, esto es posible en la Alternativa 2.
- No se necesita construir el sistema de transporte neumático, se aprovechará la maquinaria existente, como: la faja sanitaria y el sistema de extracción de vapor, esto representa un ahorro de aproximadamente US\$ 7,000.
- No se necesita construir ningún techo, ya que la maquinaria quedara bajo techo.
- El factor desfavorable es la disminución de la capacidad almacenaje, pero para la valoración final esto no es determinante.

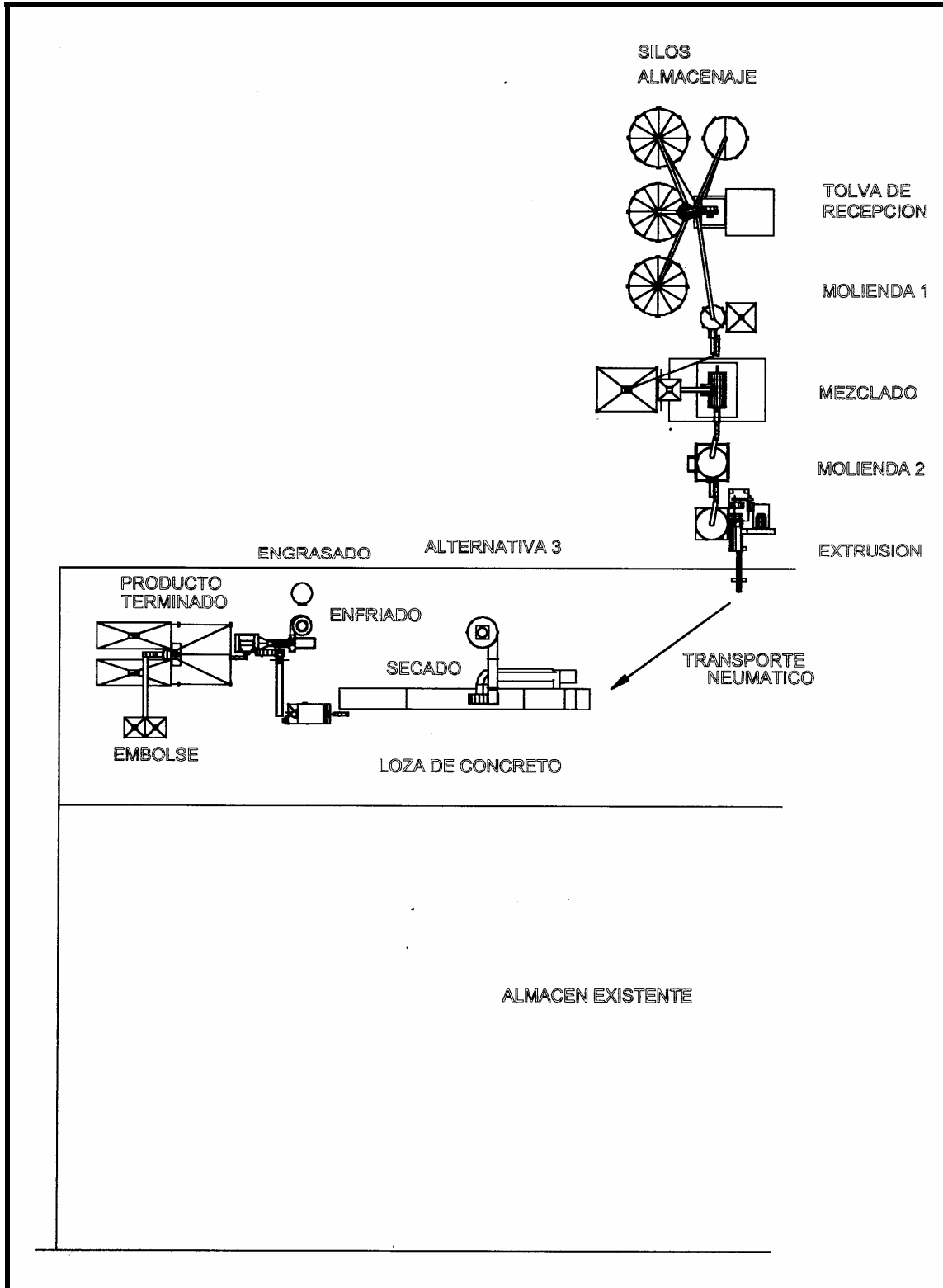


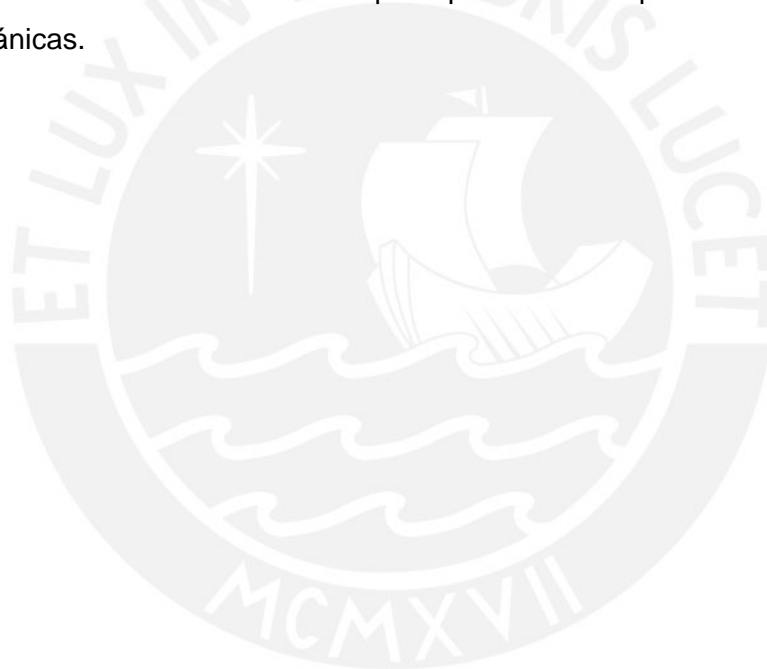
Figura 2.5: Distribución de planta, Alternativa 3.



## 2.6.- PROPUESTA ECONOMICA / PRESUPUESTOS

### 2.6.1.- Alcances de las obras mecánicas.

- La planta en la actualidad esta trabajando, se analizara la reubicación considerando que el tiempo de parada sea el mínimo posible.
- Los silos marca CASP y maquinaria nueva serán instalados en una etapa previa al desmontaje de la planta.
- Se considera la fabricación de:
  - Sistema de mezclado nuevo para reemplazar a la mezcladora vertical existente.
  - Sistema de molienda nuevo para la molienda secundaria.
- A continuación mostramos el presupuesto correspondiente a las obras mecánicas.



<b>PRESUPUESTO PARTE MECANICA</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>SUB TOTAL US\$</b>	<b>TOTALES US\$</b>
1	<b>FABRICACIONES</b>		
1.1	<b>Sistema de Mezclado</b>		
1.1.1	Mezcladora Cintas Helicoidales Capacidad útil de 55 p <sup>3</sup> de 1 Ton.	8,800.00	
1.1.2	Tolva y Rosca de Descarga Deposito inferior con accionamiento neumático	2,050.00	
1.2	<b>Sistema de Molienda</b>		
1.2.1	Molino de Martillos de 10 Ton/hr.	6,000.00	
1.2.2	Válvula Rotativa de Alimentación a Molino de 10 Ton/hr.	1,760.00	
1.2.3	Rosca Transportadora de 15 Ton/hr. y Ø 200 mm.	1,600.00	
1.2.4	Plenum de Molienda	300.00	
1.2.5	Ventilador centrífugo de 2 500 CFM	1,195.00	
1.2.6	Ductos de aire Ø 10" y L= 10 m.	290.00	
1.2.7	Ciclón separador de Ø 800 mm., H= 2.5 m.	488.00	
1.2.8	Soportería de instalación	262.00	
			<b>22,745.00</b>
2	<b>DESMONTAJE / TRASLADO / MONTAJE</b>		

2.1	<b>Desmontajes Previos</b> Se efectuara el desmontaje de los siguientes elementos: Techo de ingreso y techo sobre tolvas de molino N°1.	960.00	
2.2	<b>Actividades Previas de Montajes</b> Elevadores nuevos Mezcladora horizontal de 1 Ton. Tolva de recepción con rosca transportadora	2,200.00	
2.3	Elevador de silos y molienda	15,800.00	
2.4	<b>Desmontaje / Traslado y Montajes Previos</b> Todos los elementos de la planta a excepción de la mezcladora Antigua.	18,200.00	<b>37,160.00</b>
	<b>Montaje y Acondicionamiento Mecánico</b> Instalación de toda la maquinaria		
<b>TOTAL DE TRABAJOS</b>		<b>US\$</b>	<b>59,905.00</b>
<b>CONDICIONES COMERCIALES</b>			
1.- Forma de Pago : 60 % con la Orden de Trabajo 40% contra entrega			
2.- Plazo de Entrega : 25 días útiles			

### 2.6.2.- Alcance de las obras civiles.

Las obras civiles se realizo con otro contratista, se necesitaron los siguientes documentos, del diseño de la parte mecánica:

- Disposición de maquinarias y tolvas (Lay-Out).
- Cargas de la maquinaria y tolvas.
- Estudio geotécnico (estudio de suelos).

Indicamos las conclusiones del estudio geotécnico:

- Suelos no aptos para cimentación de estructuras: es un relleno; por lo tanto, se debe buscar debajo del nivel superficial, donde se aprecia la existencia de un estrato denso, conformado por gravas redondeadas y sub-redondeadas, con elementos de hasta 30" de diámetro. El diseñador civil complementa la información con los datos que extrae del perfil estratigráfico que existe en el estudio de suelos.
- Se observa presencia del nivel freático a 2.0-2.35 m de profundidad; esto es muy importante para el presupuesto, ya que se deberá bombear agua durante la etapa constructiva.

- La profundidad de cimentación en la zona de silos / fosas / tolvas, es de 1.6 m., mientras que para la zona del resto de estructuras, se recomienda una profundidad de cimentación de 1.2 m. En cualquier caso las cimentaciones deben apoyar sobre el estrato de gravas y a una profundidad mínima de 1m, respecto a la superficie actual del terreno. La capacidad admisible en ambos caso se muestra en el cuadro siguiente:

Capacidad admisible (Kg./cm<sup>2</sup>) por asentamientos

Ancho de zapata (m)	Q adm. (Kg./cm <sup>2</sup> )
1.0	3.0
1.5	2.9
2.0	2.8

- El tipo de cemento recomendado para las cimentaciones, es Portland tipo V.
- En el caso de excavaciones profundas, se recomienda que los taludes de las excavaciones no sean menores de 1H: 1.5V. El relleno de las excavaciones (tamaño máximo de elementos, 10 cm.) debe realizarse por capas de espesor no mayor 30 cm. (altura sin compactar), compactadas al 100% de la máxima densidad proctor modificado.
- El área de estudio esta incluida en el perfil tipo SI, descrito en la norma de diseño sismo-resistente (N.T.E. E-030). En consecuencia, los valores correspondientes del periodo predominante de vibración del suelo, (Ts) y el factor suelo(S) son 0.4 y 1.0 respectivamente.

A continuación presentamos un resumen del presupuesto civil, solo hacemos referencia a las obras para la instalación de la maquinaria y tolvas. Debido a la proximidad del terreno con el río, se tendrá agua durante la construcción lo cual dificulta las tareas y eleva el costo de las obras civiles.

RESUMEN DE OBRA CIVIL			
ITEM	DETALLE	MONTO	
1	FOSA DE RECEPCION	2,539.21	
2	BASE DE SILOS	5,357.24	
3	FOSA 2 Y 3	3,831.61	
4	FOSA 4	1,486.58	
5	PEDESTALES	4,561.42	
6	BAÑO Y COMEDORES	8,557.89	
7	SALA DE CALDEROS	3,072.85	
8	S. ENLATADOS	3,855.88	
9	LOSA ADYACENTE	2,425.75	
10	LOSA1	5,381.32	
11	TRABAJOS DE BOMBEO Y REPOSICION	910.72	
	<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>	<b>US\$</b>	<b>41,980.47 +IGV</b>

### 2.6.3.- Alcance de las obras eléctricas.

Las obras eléctricas fueron realizadas por el Cliente; para lo cual, requirió los siguientes documentos, de la parte mecánica:

- Disposición de maquinarias y tolvas (Lay-Out)
- Lista de motores de la planta.
- Secuencia de encendido de los motores, para establecer los enclavamientos.

Al concluir el desarrollo de la parte mecánica, se prepara una lista de motores existentes en la planta; con la finalidad de cuantificar la capacidad futura de la planta, presentamos a continuación la lista de motores de la nueva planta.

No hay presupuesto en esta parte porque el Cliente maneja directamente esta parte con personal de planta asesorado por un ingeniero eléctrico.



LISTA DE MOTORES						
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	ACCIONAM.	TRANSMISION	POTENCIA (KW)	OBSERVACION
1	E-1	Elevador	Motoreductor	Acoplamiento	1.50	H = 20 m.
2	E-2	Elevador	Motor	Faja-Poleas	1.50	H = 22 m.
3	E-3	Elevador	Motor	Faja-Poleas	2.00	H = 24 m.
4	E-4	Elevador	Motor	Faja-Poleas	2.00	H = 24 m.
5	E-5	Elevador	Motor	Faja-Poleas	1.50	H = 10 m.
6	E-6	Elevador	Motor	Faja-Poleas	1.50	H = 12 m.
7	E-7	Elevador	Motor	Faja-Poleas	1.50	H = 16 m.
8	E-8	Elevador	Motor	Faja-Poleas	1.50	H = 16 m.
9	R-1	Rosca recepción	Motoreductor	Piñon-Cadena	2.20	L = 5m.
10	R-2	Rosca Silo1	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.50	L = 6m.
11	R-3	Rosca Silo2	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.50	L = 6m.
12	R-4	Rosca Silo3	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.50	L = 6m.
13	MM-1	Molino martillos	Motor	Acoplamiento	22.00	
14	MM-2	Molino martillos	Motor	Acoplamiento	75.00	
15	VM-1	Ventilador	Motor	Faja-Poleas	2.20	
16	TSM-2	Rosca extractora	Motoreductor	Piñon-Cadena	2.20	L = 4.5m.
17	TSAM-3	Rosca dosificadota	Motoreductor	Piñon-Cadena	3.70	L=10m.
18	MH-1	Mezcladora horiz.	Motoreductor	Piñon-Cadena	22.00	
19	TSMH-4	Rosca extractora	Motoreductor	Piñon-Cadena	2.20	L = 4m.
20	AL-1	Alimentador Molino	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.00	L = 4m.
21	TSM-5	Rosca extractora	Motoreductor	Piñon-Cadena	2.20	L = 5m.
22	VM-2	Ventilador	Motor	Faja-Poleas	3.00	
23	VE-1	Ventilador	Motor	Faja-Poleas	2.20	
24	RDMM	Feeder	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.50	L = 3m.
25	ACOND-1	Acondicionador	Motor	Faja-Poleas	7.50	
26	EXT-1	Extrusor	Motor	Faja-Poleas	110.00	
27	CORT-1	Cortadora	Motor	Acoplamiento	2.20	
28	FPNS-1	Faja sanitaria	Motoreductor	Piñon-Cadena	1.50	
29	MS-1	Secador-Ventilación	Motor	Faja-Poleas	1.50	
30	MS-2	Secador- Faja	Motoreductor	Piñon-Cadena	11.00	
31	VS-1	Ventilador	Motor	Faja-Poleas	3.00	
32	ZAR-1	Zaranda	Motor	Faja-Poleas	0.75	
33	ROT-1	Válvula rotativa	Motoreductor	Piñon-Cadena	0.75	
34	ROT-2	Válvula rotativa	Motoreductor	Piñon-Cadena	0.75	
35	ROT-3	Válvula rotativa	Motoreductor	Piñon-Cadena	0.75	
36	ROT-4	Válvula rotativa	Motoreductor	Piñon-Cadena	0.75	
37	ROT-5	Válvula rotativa	Motoreductor	Piñon-Cadena	0.75	
38	TPG-6	Rosca-mezcladora	Motor	Faja-Poleas	1.50	
39	VE	Ventilador	Motor	Faja-Poleas	3.70	
40	CC-1	Caja vibratoria	Motor	Faja-Poleas	0.75	
41	CC-2	Caja vibratoria	Motor	Faja-Poleas	0.75	
42	CER-1	Cernedor	Motor	Faja-Poleas	2.20	
43	ENS-1	Ensacadora-Faja	Motor	Faja-Poleas	0.37	
44	ENS-2	Ensacadora-Faja	Motor	Faja-Poleas	0.37	
TOTAL					309.74	

### CAPITULO 3

#### MONTAJE DE LA PLANTA

En la instalación de la planta se consideran las fabricaciones nuevas y la maquinaria de la planta antigua, se hará una breve descripción del proceso de desmontaje y el transporte de la maquinaria antigua que se relaciona con la instalación, finalmente se establecerá la secuencia del montaje de la planta.

#### 3.1- CONSIDERACIONES GENERALES

Se designará un Ingeniero responsable del montaje, además del personal de todo nivel, debidamente calificado y con experiencia para la ejecución de este tipo de trabajos.

Previamente las estructuras y los elementos fabricados deberán haber sido marcados para permitir su identificación y transporte adecuado, cuidando de no deformarlos ni dañarlos. Llegados a obra, las estructuras y sus elementos de conexión deberán ser almacenados ordenadamente en un ambiente designado para tal fin, que permita un acceso rápido y les dé un grado de protección contra la lluvia, el sol y el polvo.

Mostraremos un Lay -Out sobre los elementos que hay que desmontar, trasladar y montar, así como la maquinaria nueva que se instalara en la planta de Ate. Con esto se tendrá una idea exacta del trabajo que se realizará y se desarrollará la

planificación de las actividades, hay montajes previos que se hacen durante la operación normal de la planta actual, no hay que para nada, luego hay una primera etapa de desmontajes y reubicación de equipos de la zona de recepción, molienda y mezclado para lo cual se contara con un equipo alquilado de molienda para abastecer de insumos la planta, finalmente se parará toda la planta para hacer el desmontaje de la maquinaria al llegar a esta etapa se incrementara la producción en días previos para tener stock para poder cubrir la demanda del mercado.

Durante las actividades de montaje debemos considerar la seguridad para con los trabajadores y con los terceros (Ver anexos 5 y 7).

Otro aspecto que cada día esta tomando mayor relevancia y debemos considerar es el análisis del impacto en el medio ambiente donde realizaremos la actividad de montaje, detallamos un poco mas en los anexos ( Ver anexo 5 y 6)

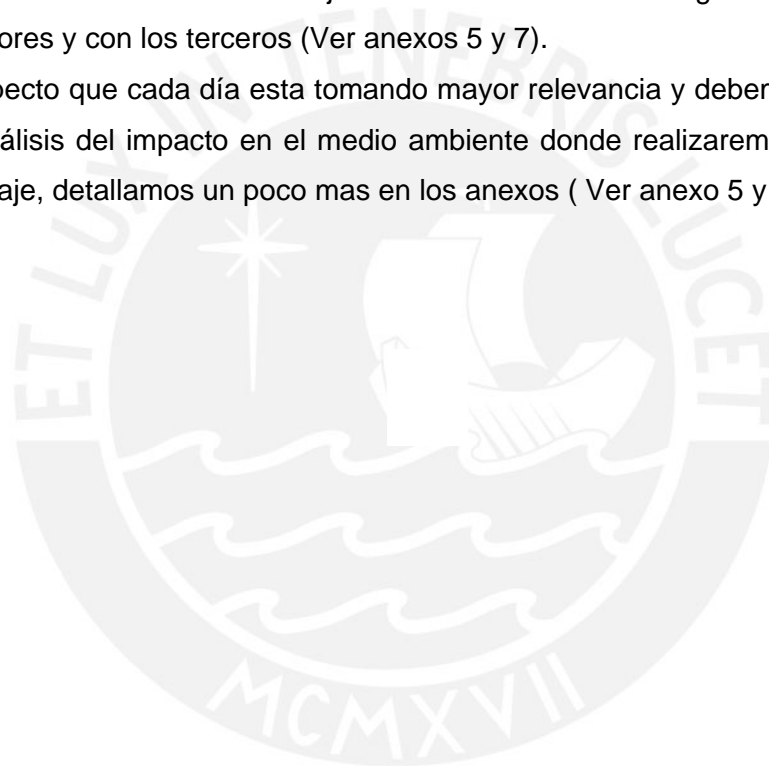
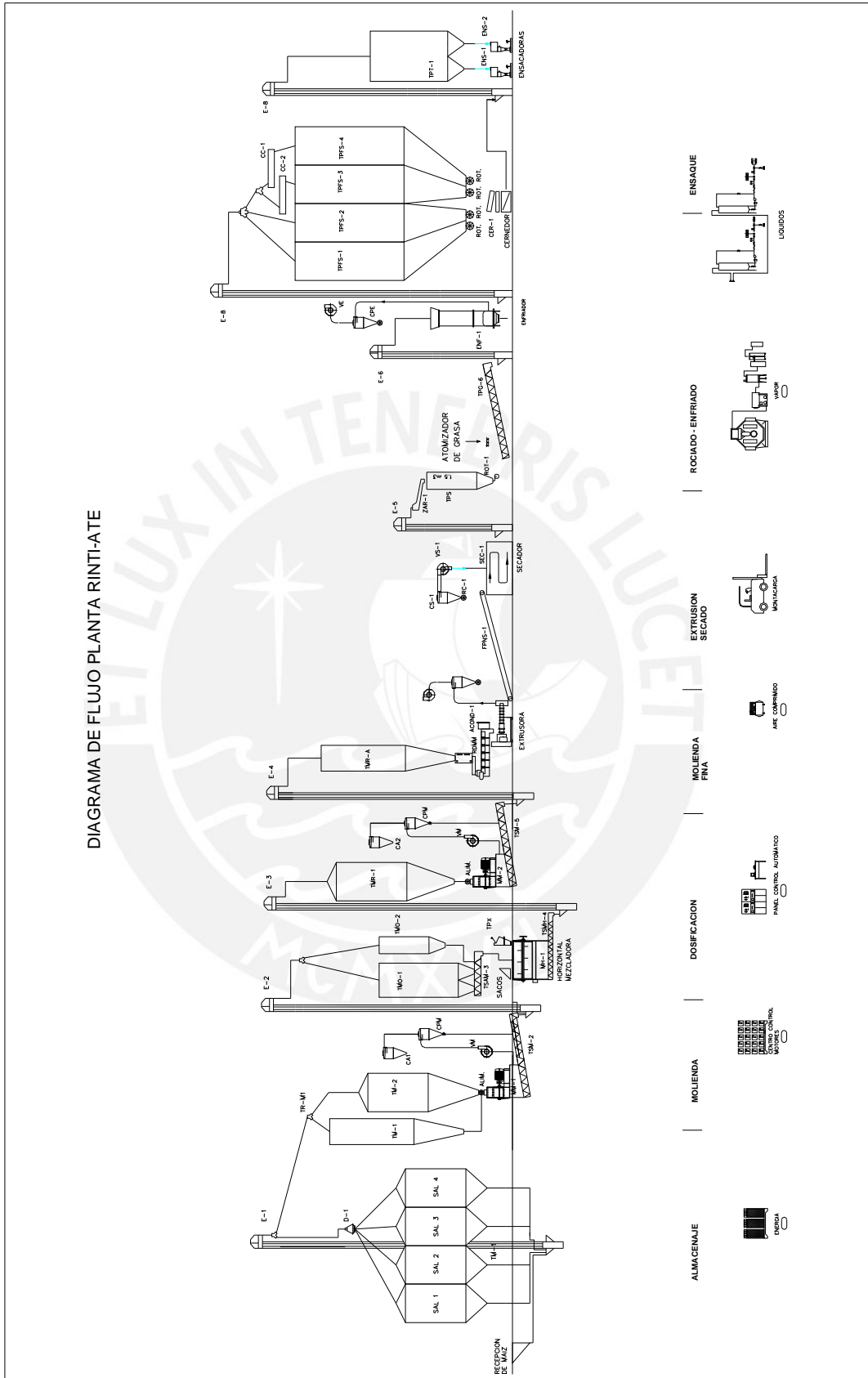


DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA RINTI-ATE



Se complementa la información proporcionada en diagrama de flujo con una lista de la maquinaria que se instalara en la nueva planta en Ate.

LISTA DE MAQUINARIA QUE SE INSTALARA EN LA PLANTA DE ATE.				
ITEM	CODIFICACION	DESCRIPCION	PRODUCTO	CONDICION
1	SAL1	Silo de almacenaje 1	Maiz entero	Nuevo, marca CASP
2	SAL2	Silo de almacenaje 2	Maiz entero	Nuevo, marca CASP
3	SAL3	Silo de almacenaje 3	Maiz entero	Nuevo, marca CASP
4	SAL4	Silo de almacenaje 4	Maiz entero	Nuevo, marca CASP
5	E-1	Elevador 1	Maiz/Arroz	Nuevo, marca CASP
6	D-1	Distribuidor de 4 vias	Maiz entero	Nuevo, fabricación local
7	TM-1	Tolva de almacenaje 1	Arroz	Reubicada de Chorrillos
8	TM-2	Tolva de almacenaje 2	Maiz entero	Reubicada de Chorrillos
9	ALIM-1	Alimentador de paletas 1	Maiz entero	Reubicada de Chorrillos
10	MM-1	Molino de martillos 1	Maiz entero Arroz entero	Reubicado de Chorrillos
11	TSM-2	Rosca extractora	Maiz molido Arroz molido	Reubicado de Chorrillos
12	E-2	Elevador 2	Maiz molido Arroz molido	Reubicado de Chorrillos
13	TMO-1	Tolva de insumo molido 1	Maiz molido	Reubicado de Chorrillos
14	TMO-2	Tolva de insumo molido 2	Arroz	Reubicado de Chorrillos
15	TSAM-3	Rosca dosificadora	Arroz molido	Reubicado de Chorrillos
16	MH-1	Mezcladora horizontal 1 ton.	Mezcla insumos	Nuevo, fabricación local
17	E-3	Elevador 3	Harina	Reubicado de Chorrillos
18	TMR-1	Tolva pulmon 2da molienda	Harina	Nuevo, fabricación local
19	ALIM-2	Alimentador de paletas 2	Harina	Reubicado de Chorrillos
20	MM-2	Molino de martillos 2	Harina	Nuevo, fabricación local
21	TSM-5	Rosca extractora	Harina	Reubicado de Chorrillos
22	E-4	Elevador 4	Harina	Reubicado de Chorrillos
23	TMR-A	Tolvin homogeneizador	Harina	Nuevo, fabricación local
24	RDMM	Alimentador o feeder	Harina	Reubicado de Chorrillos



25	ACOND-1	Acondicionador Faja sanitaria	Harina	Reubicado de Chorrillos
26	FPNS-1	Faja sanitaria inclinada	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
27	E-5	Elevador 5	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
28	ZAR-1	Zaranda 1	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
29	TPS	Tolvin dosificador	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
30	ROT-1	Valvula rotativa 1	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
31	TPG-6	Rosca de engrasado	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
32	E-6	Elevador 6	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
33	ENF-1	Enfriador 1	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
34	E-7	Elevador 7	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
35	CC-1	Caja Vibratoria 1	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
36	CC-2	Caja Vibratoria 2	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
37	TPFS-1	Tolva producto terminado 1	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
38	TPFS-2	Tolva producto terminado 2	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
39	TPFS-3	Tolva producto terminado 3	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
40	TPFS-4	Tolva producto terminado 4	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
	ROT 2	Valvula rotativa 2	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
	ROT 3	Valvula rotativa 3	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
	ROT 4	Valvula rotativa 4	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
	ROT 5	Valvula rotativa 5	Alim. Extruido	Nuevo,fabricación local
	E-8	Elevador 8	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
	TPT-1	Tolva alim. extruido mezclado	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
	ENS-1	Ensacadora 1	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos
	ENS-2	Ensacadora 2	Alim. Extruido	Reubicado de Chorrillos

A continuación hacemos referencia a algunas consideraciones generales básicas para realizar un adecuado trabajo de montaje de la planta.

### 3.1.1.- Instalación de los Pernos de Anclaje

Las tolerancias en su ubicación respecto de lo indicado en los planos de montaje no será mayor que:

- 1/8" entre centros de cualesquiera dos pernos dentro de un grupo de pernos de anclaje.
- 1/4" entre centros de grupos de pernos de anclaje adyacentes.
- 1/2" para el nivel del extremo superior de los pernos de anclaje.

Utilizar de torquímetro y llaves de ajuste apropiadas para dar el ajuste a los pernos de anclaje.

### 3.1.2.- Instalación de los Pernos de la Estructura

Los pernos están provistos de tuerca y arandela plana. En aquellas conexiones donde las superficies exteriores de los elementos conectados no son perpendiculares al eje del perno, deberán usarse arandelas biseladas de preferencia.

La parte roscada del perno no debería estar incluida, preferiblemente, en el plano de corte de los elementos que se conectan. Las llaves de tuercas utilizadas para la instalación de los pernos deben ser de las dimensiones precisas para no producir daños en la cabeza o tuerca de los mismos.

### 3.1.3.- Tolerancia de Montaje

Los elementos verticales de la estructura, o columnas, se consideran aplomados si la desviación de su eje de trabajo respecto a la línea de plomo no excede 1:500.

El nivel de elementos conectados a columnas es considerado aceptable si la distancia desde el punto de trabajo del elemento al nivel superior de empalme

de la columna no se desvía mas que 3/16" (4.5 mm) ni menos que 5/16" (8.0 mm) que la distancia especificada en planos.

Cualquier elemento se considera aplomado, nivelado y alineado si la variación angular de su eje de trabajo respecto al indicado en los planos no excede 1:500.

### 3.1.4- Colocación de laines, instalación de grouting y nivelación de maquinaria

Cuando se instalan estructuras o maquinaria, se nivela utilizando un nivel de agua (manguera de 1/2" transparente que contiene agua) para las estructuras o un nivel de mano para la maquinaria. Para usar la manguera de nivelación se coloca una marca a igual distancia de cada extremo de la manguera y por el principio de vasos comunicantes se verifica el desnivel entre una zapata y otra se colocan retazos de plancha que se llaman laines para que cuando se asiente la base de la estructura o maquinaria esta quede nivelada.

Cuando se colocan laines una base metálica quedan intersticios por donde es posible que ingrese humedad y esto generara oxidación en la base de la estructura o maquinaria, para evitar esto, se coloca un relleno cementicio o de resinas que es el grouting o grout.

Tipos de grouting:

Grouting Cementicio: El grout, como se entiende es un material fluido, autonivelante y a veces de consistencia plástica, que se utiliza para rellenar el espacio entre la superficie inferior de la placa base de una máquina o de una estructura y la cimentación sobre la cual ésta descansa. Luego de endurecer, el grout será capaz de soportar la máquina o la estructura en servicio. Se entiende como grouting, a la operación de colocar el grout en su sitio. El grout, las placas o tornillos de nivelación, más los anclajes, forman el vital puente entre máquinas, equipos, bases de columnas y sus cimentaciones. Los materiales más utilizados como el grout son mezclas de cemento hidráulico, agregados finos, agua y diversos aditivos químicos y adiciones minerales. También los materiales epóxicos se utilizan desde hace varios años para confeccionar grout de gran calidad. El producto a usarse es el Sikagrout 212, proveedor SIKA, hay otros productos de características similares, la empresa UNICON MBT también prepara grout.

Grout epóxico: Los grouts epóxicos son premezclados en fábrica y se entregan con sus componentes predosificados para mezclar en obra, sin que deba agregarse nada adicional. El grout epóxico tiene una fórmula especial y está diseñado con mezclas de resinas, endurecedores y agregados que conforman un sistema apropiado para el grouting. Las ventajas de utilizar un grout epóxico, en comparación con los grout cementicios, son los siguientes:

- Mayor resistencia al impacto y vibración
- Mayor resistencia a la compresión
- Mayor resistencia a flexión
- Mayor resistencia a tracción
- Mayor adherencia al concreto y acero
- Rápida adquisición de resistencia y rápida puesta en servicio

Los requisitos básicos que debe cumplir el grout epóxico son:

- Ausencia de retracción en dirección vertical.
- Fluidez apropiada para su colocación.
- Ausencia de sedimentación del agregado.
- Alta resistencia mecánica.
- Rápido desarrollo de la resistencia.
- Coeficiente de expansión térmica adecuado.
- Alta durabilidad y seguridad.

### **3.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZAPATAS - OBRAS CIVILES**

El análisis del suelo es evaluado mediante un estudio geotécnico (estudio de suelos), con el cual se puede determinar las condiciones del subsuelo y cimentación para el proyecto. Se lleva a cabo un sistema de exploraciones que incluyen los trabajos de campo (calicatas, ensayos in situ) y ensayos necesarios para la definición de las propiedades índice y geotécnica de los suelos.

El diseñador civil necesita la información que proporciona el estudio geotécnico, con la finalidad de definir la forma y dimensión de las cimentaciones, para las tolvas y maquinarias.

La información obtenida en el estudio geotécnico:

- Perfil estratigráfico del área explorada, determinar estratos apropiados para cimentaciones.
- Presencia de nivel freático (agua).
- Profundidad de cimentación, capacidad admisible por asentamiento.
- De acuerdo a la agresividad del terreno, se recomienda el tipo de cemento a utilizar.
- Forma de realizar los taludes de las excavaciones, forma del relleno de las excavaciones.
- Datos para diseño por sismo.

Con esta información se elabora un prediseño, el cual es calculado por el profesional responsable del diseño civil quien deberá compatibilizar este prediseño con la parte estructural para realizar el diseño definitivo.

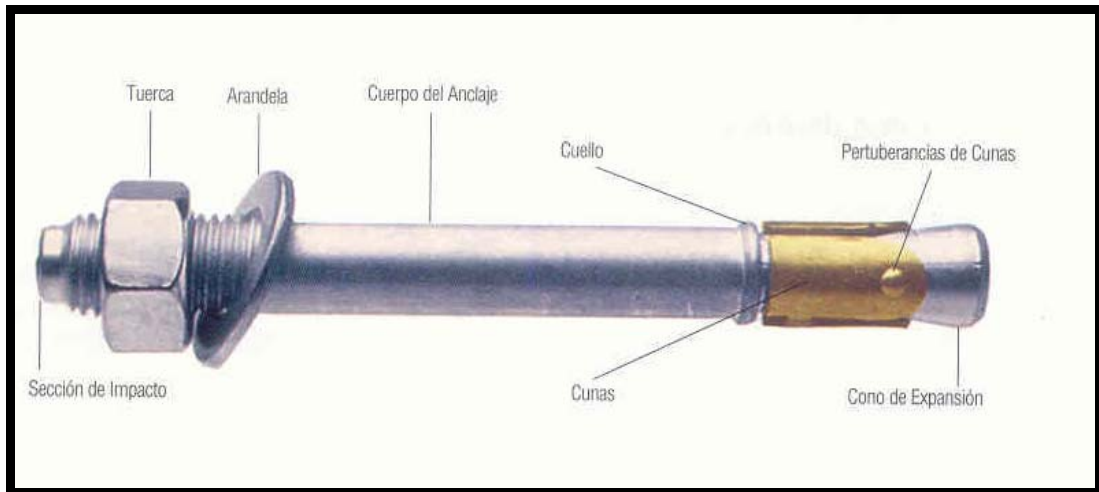
### **3.3.- ELEMENTOS DE ANCLAJE**

Existen tres principios de funcionamiento básicos por los cuales un anclaje desarrolla su poder de sujeción en el concreto: fricción, base de soporte y adhesión. De acuerdo a la selección realizada podemos tener una combinación de estos principios de funcionamiento. A continuación detallamos tres tipos de anclajes de los más utilizados.

#### **3.3.1.- Anclaje de Expansión**

En un anclaje de expansión (ver figura 3.1), la fuerza de expansión ejercida por el anclaje contra la pared de la perforación es el resultado del desplazamiento relativo de un cono contra una camisa. Esto causa una transmisión de una fuerza longitudinal del anclaje al concreto por fricción. Al mismo tiempo la fuerza de expansión causa una permanente deformación local del concreto. Esto permite una sujeción adicional de la camisa al concreto por medio de la base de soporte.

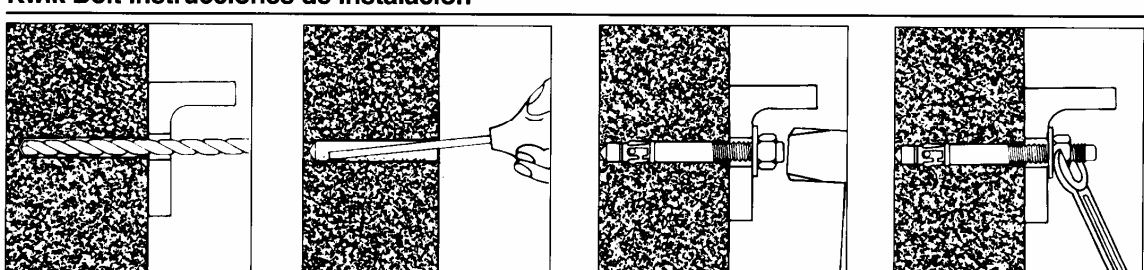




**Fig. 3.1.-** Anclaje de expansión Kwik Bolt

Son muy utilizados para el montaje de maquinaria y estructuras livianas, cuando ya están construidas las obras civiles y se quiere fijar un nuevo equipo y/o estructura. La fijación de este tipo de anclaje es simple. (Ver figura 3.2).

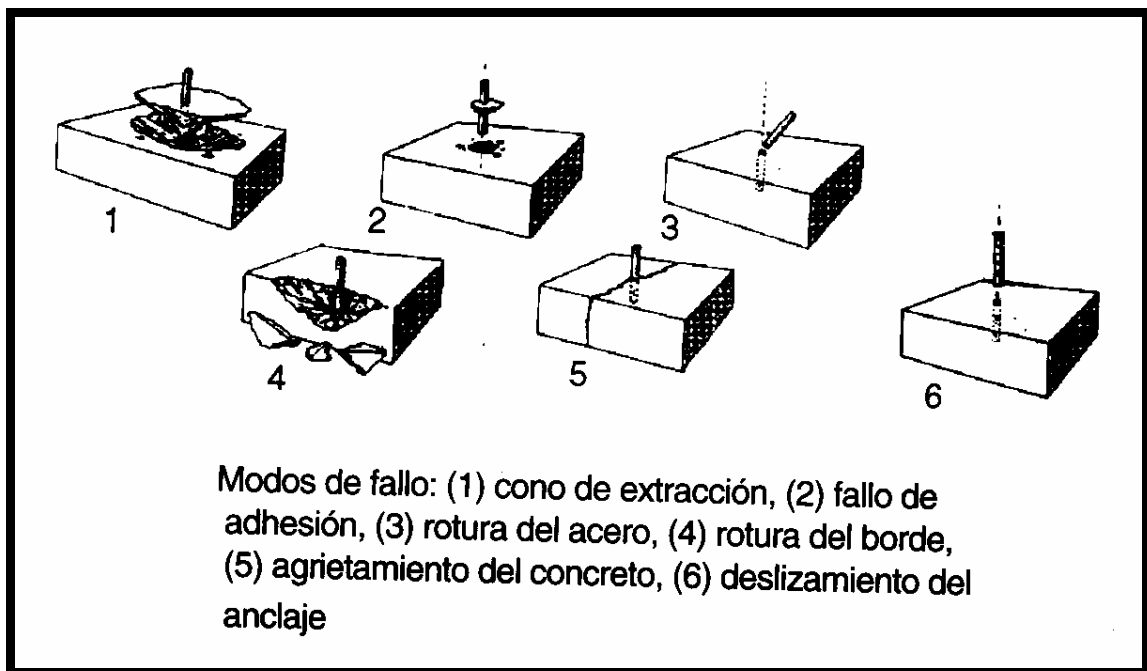
**Kwik Bolt Instrucciones de Instalación**



1. Simplemente perforo un agujero del diámetro del anclaje Hilti a utilizar, con o sin perforar a través del material a fijar. El Kwik Bolt II trabaja en un agujero de mayor profundidad sin problemas.
2. Limpie el agujero con el soplador.
3. Coloque el anclaje Hilti Kwik Bolt II y martíllelo hasta que penetren por los menos seis roscas bajo la superficie utilizando un martillo de 2 lb. Hilti.
4. Apriete hasta el torque recomendado con una llave de torque o si no dispone de llave, gire la tuerca desde la posición de ajuste con la mano de 2 a 3 vueltas.

**Figura 3.2.-** Instalación de anclajes Kwik Bolt.

Para la selección y distribución de estos elementos de anclaje deberá tenerse en cuenta la búsqueda de información técnica en manuales especializados de los fabricantes, la selección apropiada evitará tener problemas por falla (ver figura 3.3)



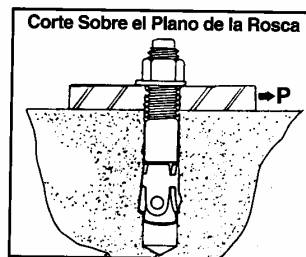
**Figura 3.3.-**Modos de fallo típicos para elementos de anclaje.

Es importante la selección correcta, razón por la cual consultaremos los manuales de los fabricantes, quienes se basan en pruebas de las fijaciones de acuerdo a normas y métodos estándar de prueba para probar el rendimiento de los anclajes. A continuación se muestra una tabla de para selección rápida de anclajes de expansión (ver tabla 3.1).

**Kwik Bolt II Acero al Carbón Capacidad de Carga Permissible en Concreto**

Diámetro del Anclaje plgd. (mm)	Profundidad de Colocación plgd. (mm)	2000 psi (13.8 MPa)		3000 psi (20.7 MPa)		4000 psi (27.6 MPa)		6000 psi (41.4 MPa)	
		Tracción lb (kN)	Corte lb (kN)	Tracción lb (kN)	Corte lb (kN)	Tracción lb (kN)	Corte lb (kN)	Tracción lb (kN)	Corte lb (kN)
1/4 (6.4)	1 1/8 (29)	270 (1.2)	430 (1.9)	330 (1.5)	430 (1.9)	380 (1.7)	430 (1.9)	470 (2.1)	430 (1.9)
	2* (51)	560 (2.5)	530 (2.4)	590 (2.6)	530 (2.4)	630 (2.8)	530 (2.4)	670 (3.0)	530 (2.4)
	3 1/4* (95)	670 (3.0)		670 (3.0)		670 (3.0)			
3/8 (9.5)	1 1/8 (41)	530 (2.4)	990 (4.4)	650 (2.9)	1040 (4.6)	750 (3.3)	1100 (4.9)	850 (3.8)	1100 (4.9)
	2 1/2* (64)	1200 (5.3)	1470 (6.5)	1290 (5.7)	1470 (6.5)	1370 (6.1)	1470 (6.5)	1550 (6.9)	1470 (6.5)
	4 1/4* (108)	1330 (5.9)		1390 (6.2)		1440 (6.4)			
1/2 (12.7)	2 1/4 (57)	1170 (5.2)	1940 (8.6)	1310 (5.8)	1970 (8.8)	1450 (6.4)	1970 (8.8)	1730 (7.7)	1970 (8.8)
	3 1/2* (89)	1870 (8.3)	2450 (10.9)	2130 (9.5)	2450 (10.9)	2400 (10.7)	2450 (10.9)	2800 (12.5)	2450 (10.9)
	6* (152)	2080 (9.3)		2310 (10.3)		2530 (11.3)			
5/8 (15.9)	2 1/4 (70)	1600 (7.1)	3070 (13.7)	1870 (8.3)	3070 (13.7)	2130 (9.5)	3070 (13.7)	2670 (11.9)	3070 (13.7)
	4** (102)	2400 (10.7)	3840 (17.1)	2850 (12.7)	3840 (17.1)	3290 (14.6)	3840 (17.1)	4190 (18.6)	3840 (17.1)
	7** (178)	3200 (14.2)		3470 (15.4)		3730 (16.6)			
3/4 (19.1)	3 1/4 (83)	1970 (8.8)	4140 (18.4)	2320 (10.3)	4140 (18.4)	2670 (11.9)	4140 (18.4)	3200 (14.2)	4140 (18.4)
	4 3/4** (121)	2930 (13.0)	5120 (22.8)	4130 (18.4)	5120 (22.8)	4800 (21.4)	5120 (22.8)	5870 (26.1)	5120 (22.8)
	8** (203)	4000 (17.8)		4930 (21.9)		5870 (26.1)		6320 (28.1)	
1 (25.4)	4 1/2 (114)	3330 (14.8)	7070 (31.4)	4050 (18.0)	7600 (33.8)	4670 (20.8)	8140 (36.2)	5070 (22.6)	9200 (40.9)
	6 (152)	4930 (21.9)	9200 (40.9)	6000 (26.7)	9200 (40.9)	7070 (31.4)	9200 (40.9)	8400 (37.4)	
	9 (229)	6670 (29.7)		7670 (34.1)		8670 (38.6)		10670 (47.5)	

\* Los valores mostrados al corte son cuando el efecto de corte actúa en el plano del cuerpo del anclaje, si se actúa sobre el plano de las roscas reduzca la capacidad 20%.



\*\* Los valores mostrados al corte son cuando el efecto de corte actúa en el plano del cuerpo del anclaje, si se actúa sobre el plano de las roscas reduzca la capacidad 12%.

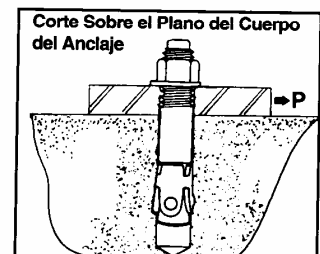


Tabla 3.1.- Cargas admisibles en anclajes de expansión.

### 3.3.2.- Anclaje Tipo “J”

Este anclaje se utiliza cuando se construye una nueva instalación y se considera desde la etapa de diseño, al colocarlo hay que tener mucho cuidado durante su instalación ya que la precisión es vital para instalar la placa que se instalará sobre él. Puede tener ciertas variantes como “L” o tipo “U” que tienen un principio de funcionamiento similar, el cuerpo del anclaje debe ser rugoso, si se prepara de fiero liso deberá realizarse unas indentaciones. Se muestra una guía para construcción y selección del anclaje tipo “J” (ver figura 3.5)

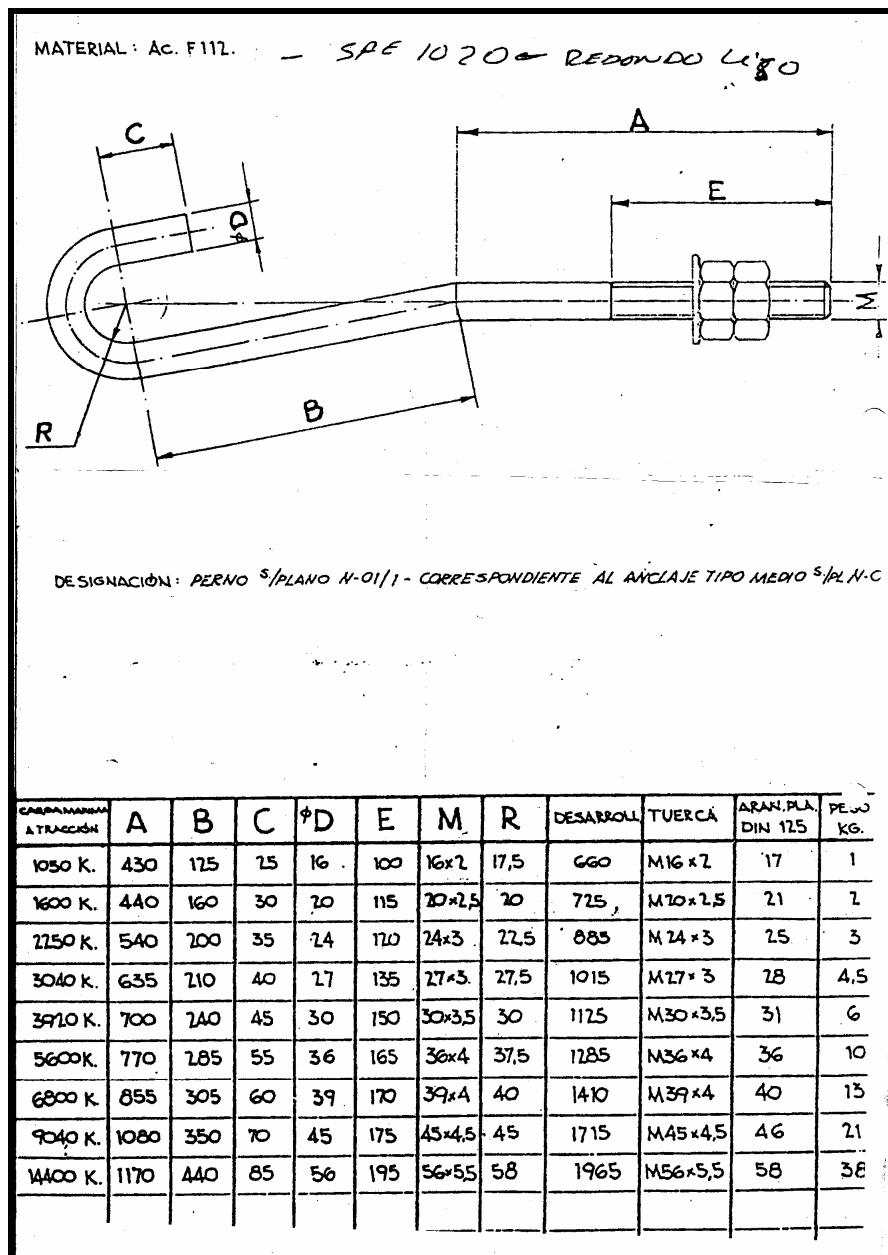
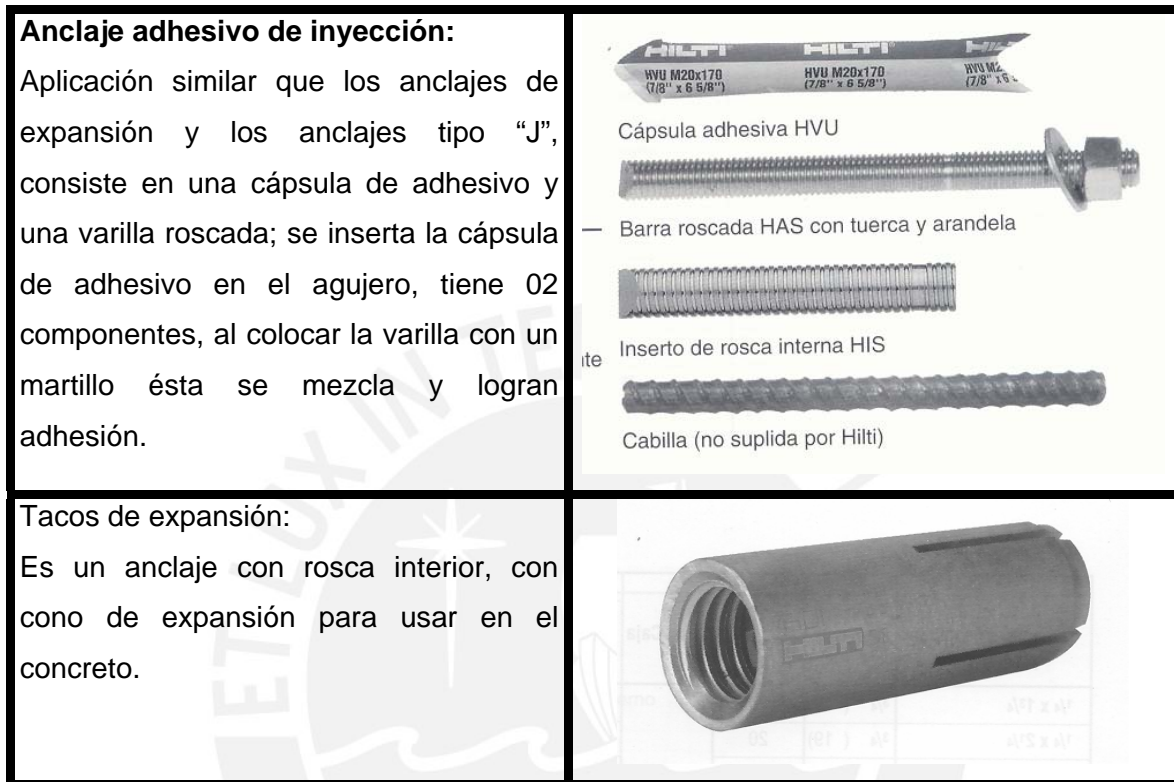


Figura 3.5.- Anclaje de fijación tipo “J”, recomendación del fabricante F.L.SMITH

### 3.3.3.- OTROS ANCLAJES

A continuación mostraremos otros anclajes distintos a los mencionados que tienen aplicación para casos específicos (ver figura 3.6).



**Figura 3.6.-** Otros elementos de anclaje usados para fijación de estructuras y maquinaria.

### 3.4.- PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE SILOS

#### 3.4.1.- Clasificación de Silos

Vamos a diferenciar dos grupos:

Silos de fondo plano: los que se utilizan para almacenaje de grano (maíz), son normalmente de grandes capacidades.

Silos de fondo cónico elevados también llamados silos de granja, los que almacenan producto terminado (pelet o harina), son de menor capacidad pero también se usan para almacenaje de insumos (maíz) en plantas de baja capacidad de producción como es nuestro caso.



### 3.4.2.- Herramientas Básicas utilizadas para montar Silos

Las herramientas básicas son:

- **Tecle metálico de cadena:** Herramienta usada para la elevación y manipulación de cargas, la que cuenta con una rueda con un seguro “ratchet”, es accionada a través de una cadena de 3 metros de longitud (medida estándar de fabrica), las capacidades pueden ser de 3 toneladas o de 5 toneladas, hay tecles de mayor capacidad pero por su peso no son prácticos para manipular.
- **Trípode metálico (Soporte para tecele):** Conformado por elementos tubulares, los que se unen entre sí con pernos y tienen elementos de arriostre en la parte inferior, se le colocan unos templadores para evitar el volteo, se fijan a una parte sólida que puede ser el concreto o una estaca enterrada “muertito” o “deadman”, cuando el terreno es de tierra, pirámide de base triangular, con una de sus caras verticales, en la parte superior se tiene un gancho que es de donde se cuelga el tecele metálico de cadena.
- **Garras o soporte ondulado:** Plancha ondulada de espesor 3/16” o 1/4”, tiene el perfil del silo que se va a instalar, se coloca empernada y tiene una oreja que nos permite colocar el gancho del tecele de cadena el cual va fijo en un extremo del trípode.

### 3.4.3.- Secuencia de Montaje de Silos

El montaje básico se realiza utilizando el trípode, tecele y garras o soporte ondulado, hay variantes dependiendo que tipo de silo se va a montar, de fondo plano o de fondo cónico elevados. Los silos metálicos se montan de arriba hacia abajo.

El método más simple es el de distribuir los tecles con trípodes alrededor del silo (ver figura 3.7), mediante alarmas sonoras (silbato) se hace indicación al personal para que jale el tecele respectivo y empieza el izaje o para que pare, se deben realizar verificaciones seguidas para evitar que el silo se “ladee”, el chequeo lo hace el supervisor de la maniobra, cuando el espacio es el suficiente se arma otro anillo (ver figura 3.8), se coloca el silo sobre la base de concreto, se cambia la posición del soporte ondulado y repite la maniobra. Los silos de fondo plano grandes, requieren trípodes mas pequeños que los silos de fondo cónico elevados, inclusive si no son muy grandes se arman horizontalmente y luego se levantan e instalan sobre su base (ver figura 3.9).

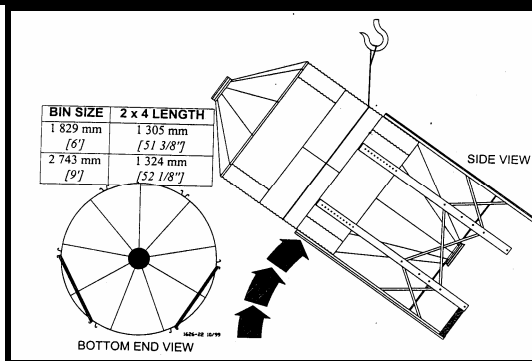
Hay empresas que cuentan con herramientas más sofisticadas que el tecele y el trípode, utilizados para la forma básica de trabajo, éstas utilizan gatas electromecánicas que se conectan todas entre si a un tablero eléctrico y desde un panel (ver figura 3.10) se controla la operación de todas las gatas; hay otras gatas hidráulicas de características similares, cuentan con unidad de bombeo que proporciona presión a todas las gatas y permiten levantar el silo uniformemente.



**Figura 3.7.-** Disposición de trípodes para montaje de silo fondo plano.



**Figura 3.8.-** Secuencia del armado de silos en la parte interior.



**Figura 3.9.-** Secuencia de izaje de silo armado horizontalmente.



**Fig. 3.10 .-** Secuencia de montaje usando gatas electromecánicas

### 3.5.- PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE TOLVAS Y MAQUINARIA

No hay un procedimiento general que nos indique como se realizarán las maniobras para el desmontaje, transporte, embalaje e instalación; es importante que el personal involucrado, que incluye el ingeniero responsable, supervisor y

operarios, sea personal calificado, debe contarse con profesionales y técnicos de experiencia para poder realizar un trabajo con seguridad, sin dañar la maquinaria a reubicar. A continuación se tratará de resumir el procedimiento para el planeamiento de una labor de montaje, que en este caso incluye tareas desde el desmontaje, transporte e instalación.

### 3.5.1.- Consideraciones para el montaje de Tolvas y Maquinaria

- **Determinar el peso de la maquina o tolva.-** Se recurre a los manuales o se estima mediante un cálculo de aproximación práctico. Será útil para determinar con qué maquinarias, herramientas o qué equipo se contará: montacargas, camión grúa, grúa de acuerdo a la capacidad de carga que necesitemos.
- **Evaluación de herramientas.-** Chequear con qué herramientas se cuenta para realizar las maniobras, de acuerdo a esto se determina si se alquilará o comprará alguna herramienta adicional para hacer el trabajo solo con maniobras, evaluar operatividad de equipos.
- **Selección de equipo para maniobra.-** Si el riesgo es muy alto para realizar el trabajo solo con maniobra, se deberá alquilar una grúa, camión-grúa, montacargas u otra maquinaria que garantice un trabajo más rápido y seguro, esto debe ir de la mano con el costo beneficio que reportará esta operación, porque se tendrá que pagar el alquiler de la maquinaria.  
Los costos aproximados por alquiler son: Grúa desde US\$70-150 x hora; camión-grúa S/. 100 x hora; montacargas de 5 ton S/. 70 x hora; en este caso es factible analizar varias opciones porque el trabajo se realizará en Lima. Los costos en provincia son mayores y con más restricciones como por ejemplo, en Trujillo no se alquila grúas, en Chiclayo solo hay una empresa con garantía para ejecutar trabajos con grúa y los precios son altos: US\$ 150 x hora con un alquiler mínimo de 10 horas, en Arequipa hay sólo una empresa que alquila grúas y normalmente está contratada por las mineras y casi siempre está ocupada.
- **Programación de actividades.-** El éxito de un trabajo de maniobra es el planeamiento, se deberán establecer las tareas al mayor detalle, cada persona involucrada deberá saber cual es su función durante la operación para evitar accidentes por mala coordinación, alguna de las actividades de acuerdo al desarrollo del trabajo sufrirán cambio, el responsable deberá

tener la capacidad para tomar decisiones de manera rápida, para concluir los trabajos con rapidez y seguridad.

De ser necesario se preparara un procedimiento escrito de trabajo, donde se detallan las actividades que se realizaran durante la tarea de montaje.

### 3.5.2.- Herramientas para el Montaje de Tolvas y Maquinaria

- Tecles: tracción, ratchet o “señorita”
- Estrobos metálicos
- Eslingas
- Grilletes
- Andamios
- Aparato de tracción “tirfor”
- Tortugas meta
- Gata de uñas

### 3.5.3.- Procedimiento para el montaje de Tolvas

Existen diversos procesos constructivos para la fabricación de tolvas las cuales pueden ser circulares, cuadradas o rectangulares, se dimensionan del volumen que se quiere almacenar, hay criterios técnicos que se deben respetar como evitar obstrucción o retención de alimento al interior de las tolvas, considerar esto al colocar los refuerzos para evitar la formación de hongos. Es importante considerar el ángulo de inclinación del tolvín inferior para que el alimento fluya con rapidez, si el alimento se compacta el diseño debe prever la instalación de unos vibradores los que facilitarán que el producto compactado fluya. Al momento de definir la fabricación, dependiendo si ésta es en taller o en obra se debe establecer el procedimiento de montaje, es decir se fabricará considerando el montaje, también debe considerarse la transportabilidad de lo que se fabrique, hay límites de altura y ancho máximos permisibles para transportar cargas en la carretera. En nuestro caso las tolvas ya estaban construidas, fueron hechas por el personal de la planta, nunca se consideró que alguna vez tenían que transportarse, detallaremos la secuencia de la tolva que almacena maíz molido por ser la de mayor dificultad para el proceso de desmontaje, transporte y montaje.

Se muestra una secuencia gráfica del proceso de desmontaje y carga a un camión grúa (ver figura 3.11). Las dimensiones aproximadas de la tolva es de



4 m x 4 m de lado una altura en el lado recto de 4 m y 2.5 m de altura en la parte cónica con doble cono en la descarga. Se colocan dos torres de andamios, los que se amarran para evitar el volteo “colocación de vientos”, se sueldan “orejas” en la parte recta de la tolva para poder colocar grilletes los que permitirán izar la parte superior. Se deberá tener mucho cuidado con este tipo de maniobras porque la tolva superior puede volcarse originando daños graves a la propiedad o personales, la parte inferior se desplaza con ayuda de tecles con los cuales se “jala” la parte inferior de la tolva y despacio sobre su mismo sitio se hace “descansar” la parte superior de la misma, para que luego el camión grúa pueda cargarla sobre su plataforma. Esta carga es ancha, se debe tramitar el permiso respectivo en el Ministerio de Transportes o sacar un permiso para movilización en coordinación con la policía de la zona. La carga se trasporta saliendo de Chorrillos por el puente Alipio Ponce (la altura de este puente es el limitante) luego se ingresa por la Av. Javier Prado llegando hasta la Carretera Central (es una vía angosta en un tramo), el camión debe tener escolta hasta su destino para apoyar las maniobras del chofer de la grúa quien no tiene visibilidad por el espejo retrovisor, se guía con señales auditivas y visuales (juego de luces y claxon).



División de tolva en dos partes, se arman dos torres de andamios lateralmente.



Acomodo de parte superior en camión, se usa la pluma de la grúa





**Figura 3.11.-** Secuencia para el desmontaje y carga de las tolvas de maíz molido.

### 3.5.4.- Montaje de Maquinaria

Para el montaje de maquinaria debemos tener en consideración, al momento de la fabricación prevenir la manipulación colocando “orejas” en zonas apropiadas para poder colocar los grilletes y realizar la manipulación, esto se da en el caso del molino de martillos, la mezcladora, el caldero. Pero hay otra maquinaria la cual no cuenta con elementos de sujeción, deberá evaluarse la utilización de procedimientos mecánicos, “maniobras” para manipular a esta maquinaria, en nuestro caso los equipos mas difíciles fueron el caldero y la secadora de los cuales detallaremos la secuencia de desmontaje y carga. El caldero a pesar de contar con elementos de sujeción orejas no es posible manipularlo con grúa por lo reducido del espacio, se emplean herramientas mecánicas para poder cargarlo al camión.

### 3.5.4.1.- Montaje de Caldero

Se detalla una secuencia grafica sobre las actividades (ver figura 3.13). Se inicia con el caldero en la planta de Chorrillos, se levanta por partes para colocar unos polines para poder desplazar el caldero, se utilizaron unas gatas hidráulicas con uñas, al ir desplazándose en caldero tiene que asentar en unos tacos de 4" x 4" de madera sobre el piso, con ayuda de las gatas colocamos el caldero sobre el piso retirando los tacos, primero de la parte posterior, luego en la parte delantera, asentamos en caldero sobre el piso, donde se vuelven a colocar los polines, para desplazar el caldero hasta una plataforma que nos permitirá colocar el caldero sobre el camión cama baja, se coloca un elemento de tracción "tirfor", finalmente se fija la carga sobre el camión, es importante verificar que el caldero este vacío, ya que tener un centro de gravedad oscilante durante el transporte puede originar volteo del camión.

Para evacuar el agua al interior del caldero deberá seguirse un procedimiento de enfriamiento lento, el cual evitará que los tubos se destiempen o aflojen.



Caldero planta Chorrillos



Gatas con uñas levantan el caldero para colocar polines (tubos)



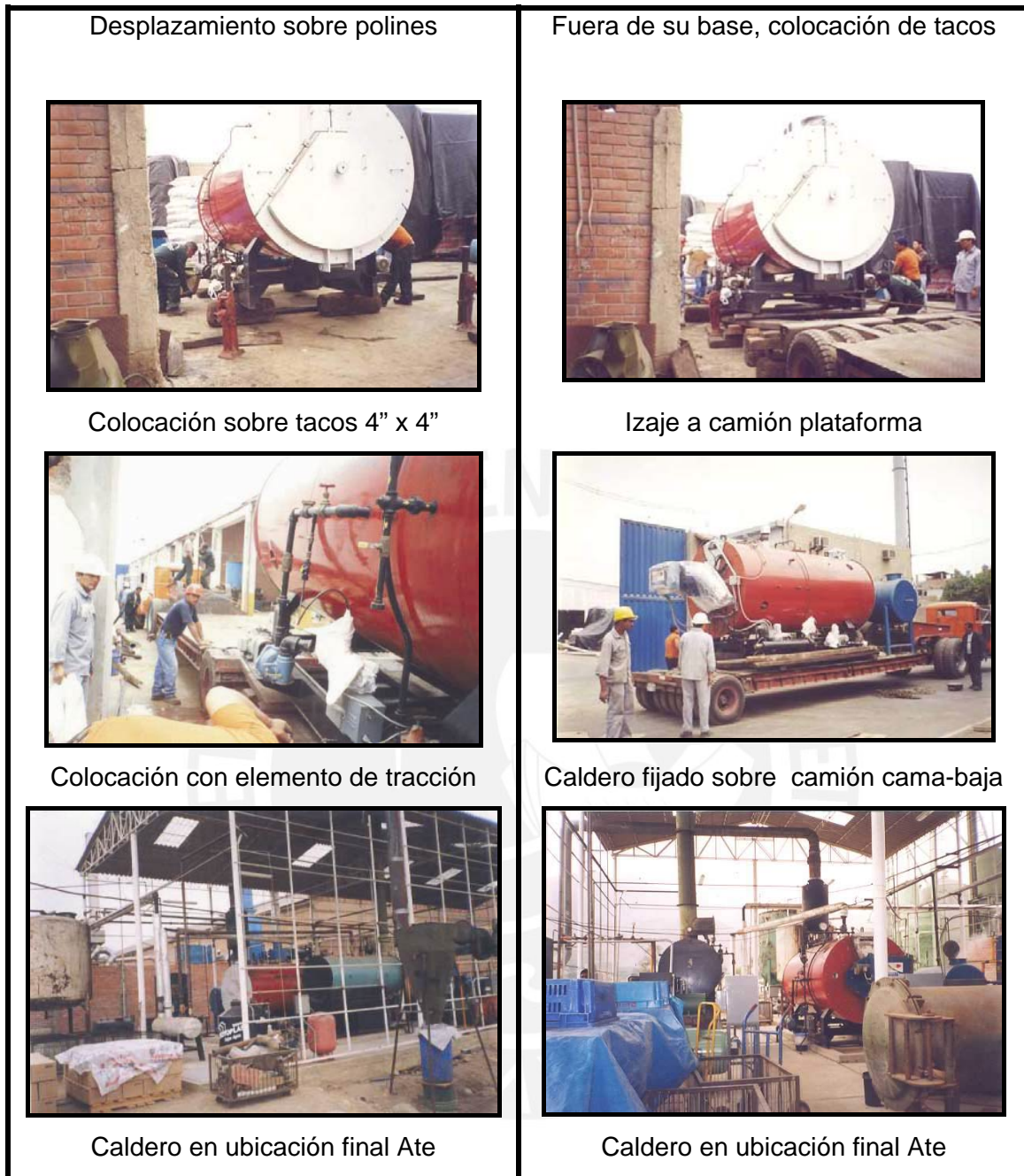


Figura 3.12.- Secuencia grafica para desmontaje y carga de un caldero 10 ton.



### 3.5.4.2.- Montaje del Secador

El secador es una caja rectangular que tiene una faja metálica internamente que transporta el producto a través de una corriente a contraflujo de aire caliente, el cual al entrar en contacto con el producto absorbe la humedad (secado) elevando también su temperatura, cuenta con un quemador a gas el cual aporta el calor para calentar el aire que circula con ayuda de un ventilador. Es una máquina grande con dimensiones de 2 m. de ancho x 3 m. de altura, con una longitud de 16 metros, tiene una estructura débil.

A continuación se detalla la secuencia gráfica de los trabajos que se realizaron para manipular al secador desde Chorrillos hasta Ate (ver figura 3.13).



Aproximación de "tortugas" a la zona.



Izaje del secador con las gatas de uñas.



Izaje para colocar cuarterones de madera y para poder colocar la maquina sobre las tortugas con ruedas "locas"



La maniobra se repite para la parte delantera, al final la maquina queda sobre tortugas.



Montacargas de 10 ton. "jala" el secador



Inicio de movilización del secador.



Secador en la calle, en zonas difíciles se coloca planchas en el piso para que desplacen las tortugas



Secador posicionado a lo largo de la pista para carga al camión cama-baja.



Carga con dos montacargas de 10 ton.



Descarga con dos montacargas de 10 ton.



Secador en su posición vista interior.



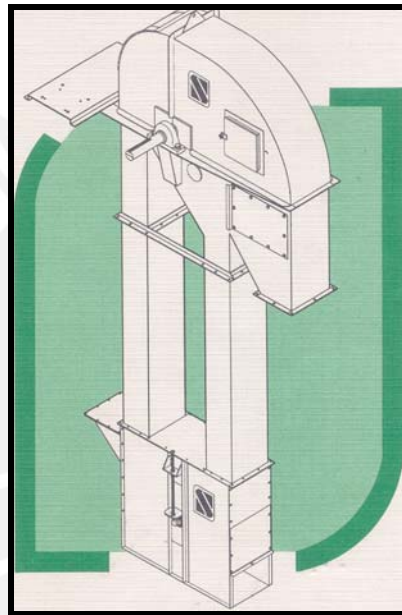
Secador en su posición vista exterior

**Figura 3.13.-** Secuencia grafica para desmontaje y carga de un secador 8 ton.



### 3.5.5.- Elevadores de Cangilones

El elevador de cangilones (ver figura 3.14) es una maquina que tiene tres partes principales: **Cabezal** donde se coloca la polea de cabeza o motriz la cual normalmente va vulcanizada para evitar el deslizamiento, la transmisión que es un motoreductor; **Cuerpos intermedios** que son el alojamiento de una banda donde se fijan los cangilones o baldes que pueden ser metálicos o plásticos; **Pie** es la base donde se montan los cuerpos y cabeza del elevador, en esta zona va la polea de pie, siendo deslizante permite tensar la faja con los cangilones y centrarla para que trabaje alineada.



**Figura 3.14.-** Elevador de Cangilones

El procedimiento para el montaje de elevadores se inicia de abajo hacia arriba se inicia con la instalación del pie del elevador, luego se van colocando los cuerpos, con ayuda de andamios o una pluma de montaje, la cual es un accesorio que se instala en el cuerpo inferior y tiene un brazo giratorio el cual nos permite centrar el cuerpo superior y posteriormente cambiar la pluma al cuerpo de arriba, esta secuencia se repite hasta terminar de instalar los cuerpos, normalmente cada cuerpo es de 2.4 m de altura, lo cual es definido por las medidas de las plancha con las que se fabrican, en el mercado hay plancha de 1.2m x 2.4 m hay una alternativa de 1.5m x 3.0 m. En nuestro caso los elevadores no eran grandes, se decidió llevarlos armados completamente para optimizar el tiempo, el procedimiento normal es retirar la faja con los capachos ,luego desmontar el cabezal, desmontar los cuerpos, desmontar el pie, luego montarlo con el procedimiento normal descrito anteriormente. Se muestra una secuencia grafica de los trabajos realizados (ver figura 3.15)



**Figura 3.15.-** Secuencia de trabajos para desmontaje y montaje elevadores

### 3.5.6.- Montaje de los molinos de Martillos

El Cliente compro un nuevo molino de martillos el cuál se instalo en etapa previa a la movilización, lo importante es que el molino este balanceado estática y dinámicamente, porque es lo fundamental para no tener problemas con los anclaje y fallas posteriores de la maquina como recalentamiento de las chumaceras, rotura de pernos, esto es mas notorio en este molino que tiene un motor mas grande 75 KW que el antiguo, que se utilizara en la primera molienda.

A continuación mostramos una secuencia grafica del las operaciones de desmontaje y montaje de los molinos (ver figura 3.16)



Molino de martillos existente



Molino de martillos instalado Ate  
Vista frontal



Molino de martillos instalado Ate  
Vista posterior



Molino de martillos instalado Ate  
Acabado



Molino de martillos instalado Ate  
Sistema Aspiración



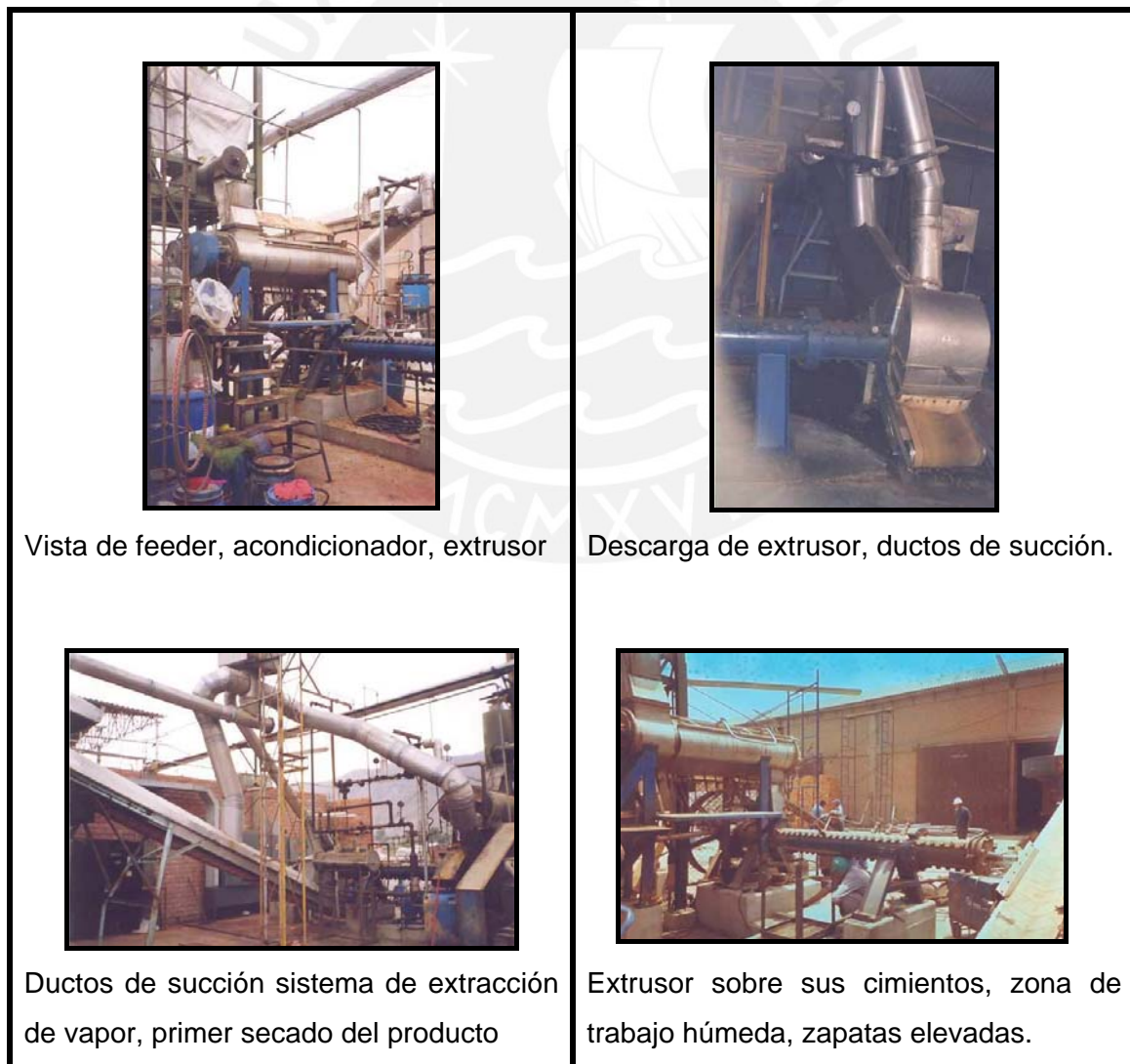
Molino nuevo instalado Ate  
Segunda molienda

**Figura 3.16.-** Secuencia de montaje de molino de martillos.



### 3.5.7.- Montaje del Extrusor

Es el equipo donde se acondiciona y prepara la mezcla agregándole calor (vapor) presión (tornillo helicoidal), humedad (agua caliente), se obliga a la mezcla a pasar por una matriz que tiene una forma determinada, el producto que sale es cortado de acuerdo a las características del producto que se quiere obtener, en esta parte al producirse el cambio brusco de temperatura se produce la expansión súbita que se produce solo en este tipo de proceso. El extrusor es un cilindro de pared muy gruesa que tiene un tornillo helicoidal robusto, el cual empuja la mezcla contra la matriz que esta en un extremo del extrusor a través del moldeo termo plástico, la mezcla adquiere su forma. Mostramos detalles sobre la instalación (ver figura 3.17).



**Figura 3.17.-** Detalles para la instalación del extrusor.

### 3.6.- SECUENCIA DEL MONTAJE DE LA PLANTA

Se establecerán las tareas de acuerdo al desarrollo del proyecto.

#### 3.6.1.- Definición de Etapas del Proceso Constructivo.

En esta parte la experiencia es fundamental para poder establecer las tareas, asignar los recursos, se debe conocer al personal, saber sus rendimientos, se deben armar grupo de trabajo equilibrados, proveer de equipos y herramientas en buenas condiciones y operativos. Se consulta a los maestros de obra (jefes de grupo o capataz) sobre la planificación ya que en ellos recaerá el cumplimiento de las tareas en los plazos que se estipulen. Para la etapa de reubicación de planta se debe considerar un período en el cual no habrá producción, esto no es tan crítico en este tipo de industria ya que se labora turnos de solo ocho horas, se aumenta la producción para tener stock para los días que se necesiten para la planta.

Presentamos la programación del proyecto de reubicación de la planta.

##### ➤ **Fabricación de maquinaria nueva**

Considera la fabricación de una mezcladora de cintas helicoidales, elevadores de cangilones, cuerpos para ampliar elevadores de cangilones, rosca extractora en poza de recepción, molino de martillos de 10 ton. / hora de capacidad, tolva pre-extrusión 5 ton. capacidad, zaranda tres divisiones, cajas vibratoria para transporte.

Plazo de ejecución: 25 días previos a la parada de planta.

##### ➤ **Obras Civiles**

Corresponde a cimentación para tolvas, maquinaria, incluye acondicionamiento y ampliación de ambientes existente para las oficinas, baños y almacenes.

Plazo de ejecución: 30 días previos al inicio del montaje, algunas tareas pueden continuar pero sin interferir las labores de instalación, en el caso de la zona de los silos se tiene 10 días previos a la instalación de los silos.

##### ➤ **Instalación de Maquinaria Nueva**

Se programa iniciar las actividades de instalación con un grupo de trabajo, se instala la maquinaria y tolvas que son nuevas.

Plazo de ejecución: 25 días previos a la parada de planta.



➤ **Instalación de Silos Metálicos**

El Cliente adquiere el sistema de almacenaje (silos) de la empresa Casp, la cual provee de 04 silos metálicos galvanizados de chapa corrugada, incluye la proveeduría de un elevador de cangilones el cual no permite cargar y descargar los silos.

Se programa instalar los silos con un grupo de trabajo que tiene un maestro y ayudantes para operar los tecles de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente, lo silos son de fondo cónico elevado, debe prepararse los trípodes para realizar esta operación (colocarle suples).

Plazo de ejecución: 20 días previos a la parada de planta

➤ **Desmontaje Zona de Molienda en Planta Chorrillos - Montaje en Planta de Ate**

Se inicia las labores de desmontaje de la planta iniciando por la zona de molienda, para lo se contrata los servicios de una empresa que cuenta con maquinaria portátil para dar servicio de molienda a la planta, se desmontan las tolvas de pre-molienda, molino de martillos de 22Kw.

Plazo de ejecución: 15 días previos a la parada de planta

➤ **Desmontaje de la Planta Chorrillos – Montaje en Planta de Ate.**

Se disponen de dos frente de trabajo con un Ingeniero responsable en cada frente, el desmontaje se realiza con tres grupos conformados por 04 personas, contando cada grupo con un maestro maniobrista especializado en tareas de maniobra., para el montaje en Ate se disponen 05 frentes de trabajo los cuales tiene asignadas tareas de montaje por zonas, se debe contar con un maestro calderero en cada grupo para realizar los trazos, transiciones y empalmes de tubería entre otras actividades.

➤ **Instalaciones Eléctricas**

Se realizan en paralelo a las tareas de montaje de equipos y maquinaria.

### 3.6.2.- Montaje de acuerdo a secuencia

Detallamos la secuencia de montaje de la planta:

- Obras Civiles
- Instalación de tolva metálica y rejilla en poza de recepción de maíz.
- Instalación de silos metálicos con rosca extractoras.
- Instalación de elevador de cangilones E-1, instalación de ductería de descarga y chute de ingreso desde roscas extractoras a elevador.
- Instalación de tolvas de pre-molienda para almacenaje de maíz y arroz.

- Instalación de molino de martillos de segunda molienda 75 Kw.
- Instalación de molino de martillos primera molienda incluye ductería, chutes de interconexión y sistema de asistencia por aire.
- Instalación de mezcladora de cintas helicoidales, incluye conexión sistema neumático para compuerta de apertura.
- Instalación de tolva de pre-extrusión nueva.
- Instalación de elevadores de cangilones, se colocan completos los que no se amplían los otros se colocan en su base y se amplían de acuerdo a las necesidades.
- Instalación de tolvas pre-mezcla, pre-remolienda, pre-atomizado de grasa, producto terminado, embolse.
- Instalación de extrusor con su sistema de transporte y asistencia hasta el secador.
- Instalación de secador con quemador y red de gas.
- Instalación sistema de atomización de grasa sistema de boquillas aspersion.
- Instalación de enfriador vertical con su sistema de asistencia de aire.
- Instalación de válvulas rotativas de dosificación de producto a cernedor.
- Instalación de cernedor circular.
- Instalación de sistema de embolse con fajas transportadoras móviles y cosedora.
- Instalación de calderos y sistema de vapor.
- Instalación de compresora y línea de aire.
- Instalación de red de agua y aire para servicio en varios puntos de la planta.

## CAPITULO 4

### ARRANQUE DE LA PLANTA, PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINARIA

Para el arranque inicial de la planta, se considera concluido el proceso constructivo está terminado, corresponde a las obras civiles, mecánicas y eléctricas; Lo que debe hacerse en esta etapa es la calibración de la maquinaria viendo todo como un conjunto, y obtener el producto de acuerdo a los estándares de calidad requeridos, además se deben establecer los parámetros para la regulación de la maquinaria.

#### 4.1.- SISTEMAS DE PROTECCION

Para el accionamiento de la maquinaria se utiliza motores o motoredutores eléctricos, los que tienen parámetros definidos para el funcionamiento en vacío y con carga; asimismo, para la distribución de la energía eléctrica, debe considerarse un diseño apropiado para las líneas de fuerza y control que van hacia los motores, como los tableros de distribución donde se instalan los guarda motores, contactores y otros elementos auxiliares.

Existen diversos grados de protección, se explicará brevemente el sistema de puesta a tierra, las instalaciones básicas de protección a los motores eléctricos contra sobrecarga y cortocircuito.

#### 4.1.1.- Protección de Personas y Sistemas Electrónicos

Puesta a tierra significa la conexión de un equipo a través de un conductor hacia tierra, con el fin de dirigir la energía perdida a la tierra y eliminar el riesgo de electrizamientos y sobrecargas en caso de normal de operación. Permite dispersar las pequeñas corrientes provenientes de los equipos electrónicos, las corrientes de falla y las provenientes de sobretensiones ocasionadas por descargas en líneas o por contactos no intencionales con la estructura metálica de un equipo eléctrico. Además, garantiza la integridad física de aquellos que operan con equipos eléctricos al evitar voltajes peligrosos entre estructuras, equipos y terrenos durante fallas o en condiciones anormales.

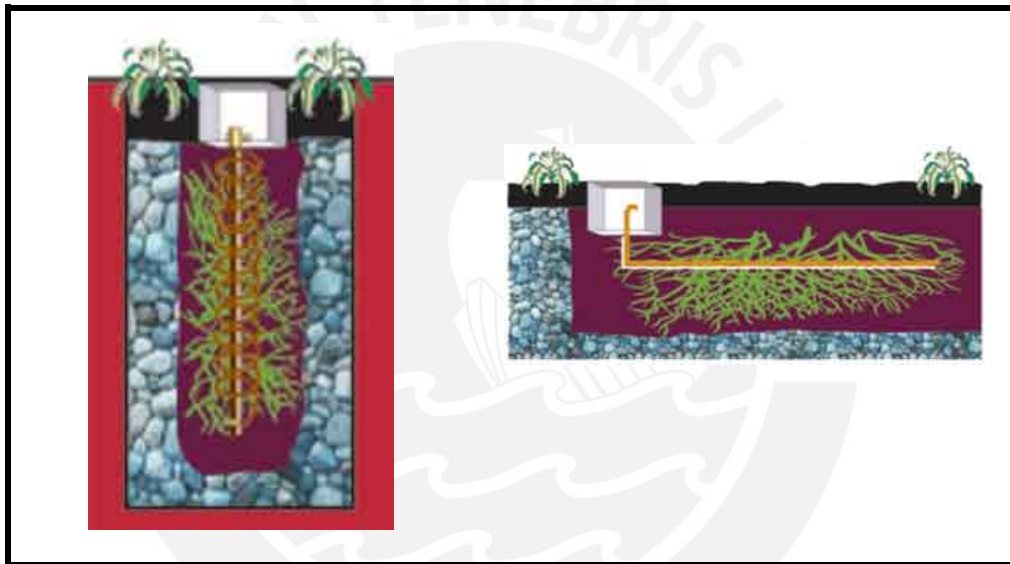


Figura 4.1.- Pozos a tierra, vertical y horizontal.

#### 4.1.2.- Protección de los Equipos de Cómputo

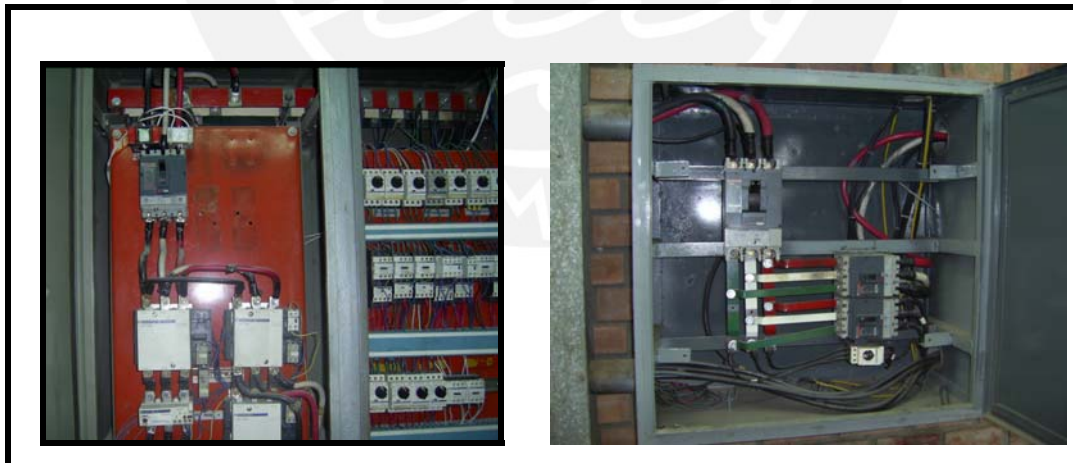
En una instalación industrial se debe considerar que hay equipos electrónicos sensibles, como las computadoras, y otros equipos electrónicos, como celdas de carga de balanzas u otros circuitos, para los cuales debe disponerse, en caso de falla de energía eléctrica, de una fuente alterna para proteger la información y evitar el daño en los equipos por el corte abrupto de energía. Para esto, normalmente se dispone de fuentes que suministran energía (UPS) por unas pocas horas, las que tienen un juego de baterías interno que sirven de soporte.



**Figura 4.2.- UPS Gamatronic.**

#### 4.1.3.- Protección de los Motores Eléctricos

En el sistema de baja tensión, la instalación comienza en el tablero de distribución, que contiene los aparatos de corte y seccionamiento que alimentan a los tableros secundarios. Las funciones que debe cumplir el equipo a instalarse son: protección, interrupción y conmutación.



**Figura 4.3.- Tableros de distribución.**

A continuación realizamos una descripción de la función que debe cumplirse para realizar la protección adecuada de los motores que se instalarán.



#### 4.1.3.1.- Función de protección:

- Contra **sobrecorrientes**. Las sobrecorrientes, pueden ser originadas por sobrecargas o cortocircuitos, variando su magnitud y rapidez de crecimiento. Para la protección se utilizan fusibles, interruptores automáticos o termomagnéticos, guardamotores, relés térmicos, etc.
- Contra **corrientes de fuga a tierra**. Las corrientes de fuga pueden producirse por descuido o falla en los aislamientos. Para la protección se utilizan interruptores diferenciales.
- Contra **Sobretensiones**. Las sobretensiones son originadas por fenómenos atmosféricos (rayos) o maniobras en la red. Para la protección se utiliza el limitador de sobretensiones.



**Figura 4.4.-** Celdas de transformación y llegada

#### 4.1.3.2.- Función de interrupción:

Debe asegurarse que los aparatos a considerarse en esta función deben tener aptitud para el seccionamiento, de tal manera que garanticen al operador que en la posición de abierto todos los polos estén correctamente aislados, pues un aparato de corte sin aptitud para el seccionamiento, pone en riesgo la seguridad de las personas. Los interruptores-seccionadores cumplen esta función (en la posición de “abierto” satisfacen todas las condiciones especificadas para un seccionador) pero operan manualmente, mientras que los interruptores-automáticos (que también satisfacen las condiciones de un interruptor seccionador) abren automáticamente ante un cortocircuito.

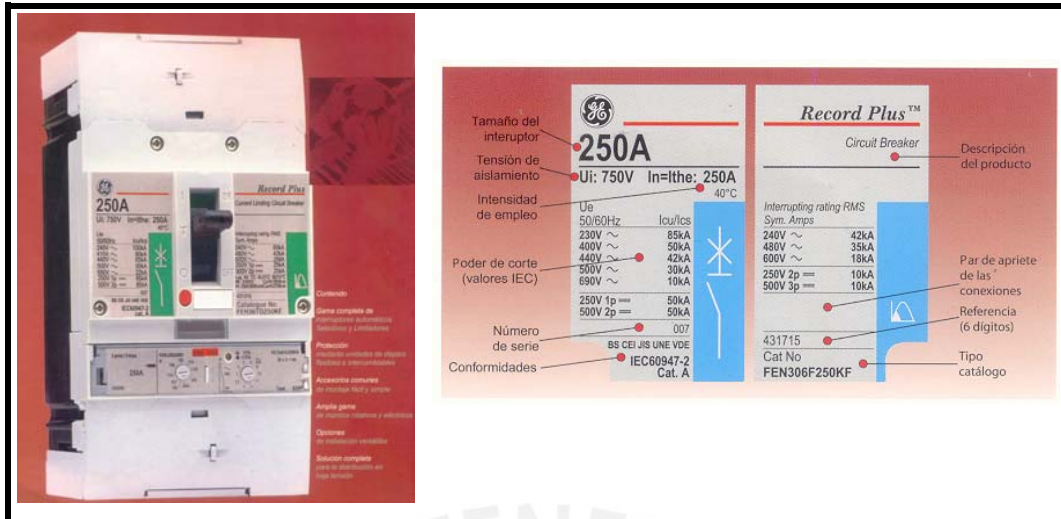


Figura 4.5.- Interruptor automático, funciones.

4.1.3.3.- Función de conmutación:

Esta función es usada cuando se requiere un comando automático y gran cadencia de maniobras. Consiste en establecer, cortar y, en caso de variación de velocidad, regular la corriente absorbida por un motor según la necesidad. Esta función está asegurada por productos electromecánicos, como contactores y arrancadores combinados, o por productos electrónicos, como arrancadores progresivos y variadores de velocidad.

El contactor electromagnético es un aparato de conexión mecánica comandado por un electroimán. Cuando la bobina del electroimán está alimentada, el contactor se cierra, estableciendo por intermedio de los polos, el circuito entre la red de alimentación y el receptor.

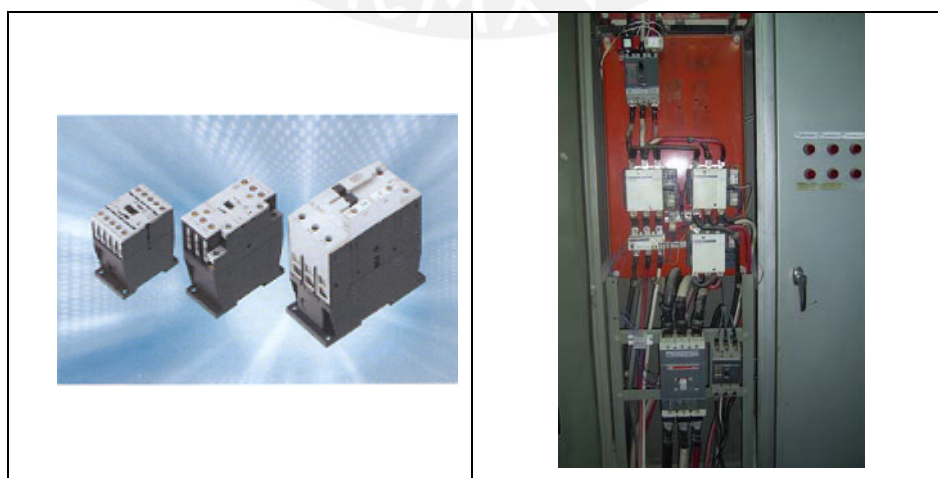


Figura 4.5.- Contactores.

#### **4.2.- ARRANQUE DE PLANTA**

Al llegar esta etapa hemos terminado todas las etapas previas al proceso de instalación acá se verificará que la nueva maquinaria funcione de acuerdo a lo estimado durante la etapa de planeamiento y diseño.

##### **4.2.1.- Lista de verificación que garantiza en arranque, protección y posterior puesta a punto de la planta**

Mencionaremos los puntos básicos que siempre deberán verificarse.

- Verificar que los pernos de unión y/o anclaje estén bien ajustados, si no fuera así, realizar el ajuste utilizando herramientas apropiadas para este fin, llaves mixtas, llaves de dado, torquímetro si se requiriera.
- Verificar que el motor esté bien fijado. Para tal fin, revisar que los pernos reguladores o templadores estén colocados correctamente.
- Verificar el alineamiento de poleas o piñones, ajustar los prisioneros de fijación al eje, tensar faja o cadena, según sea el caso, sin excederse en el ajuste.
- Verificar la conexión eléctrica (deben revisarse las condiciones inseguras y corregir). Cables entubados con tuberías PVC o conduit según se requiera usar conectores herméticos, evitar hacer instalaciones “provisionales”.
- Se debe controlar que los rodamientos estén lubricados con la cantidad y tipo apropiado de grasa, según corresponda. Debe trabajarse con marcas reconocidas que pueden ser SKF, FAG, TIMKEN, ROLLWAY , esto no da una garantía para el funcionamiento correcto de la maquinaria, así mismo los rodamientos deben ser fácilmente ubicables en el mercado, se debe seleccionar la grasa apropiada según la maquina y el grado de esfuerzo que se de, en algunos casos la grasa deberá ser sanitaria aprobada por el área de control de calidad, la cual hará las pruebas para comprobar si la grasa es toxica, ya que habiendo posibilidad de fuga puede mezclarse con el producto final.

##### **4.2.2.- Pruebas en Vacío**

Para las pruebas en vacío, se debe verificar para que durante el arranque con carga no existan problemas

- Se debe dar un pique o encendido y apagado rápido a la máquina para escuchar si se produce algún sonido extraño que pudiese indicar alguna falla; luego se da un arranque un poco más largo.

- Se deben medir las corrientes de arranque 2 a 3 veces la corriente nominal y de funcionamiento en vacío que debe ser 20-30% de la corriente nominal del motor.
- Revisar si hay partes sueltas o flojas en las máquinas, pues no debe haber rozamiento entre piezas móviles.
- Verificar el nivel de vibración para determinar si hay un balanceo adecuado, como es el caso del molino de martillos.
- Verificar el calentamiento en las chumaceras (al inicio habrá tendencia a elevarse la temperatura y posteriormente, durante la función normal, ésta disminuirá). Para eso puede utilizarse medidor infrarrojo el cual es un instrumento importante para la evaluación del funcionamiento de la maquinaria.
- Verificar el sentido de giro de los motores y si fuera necesario se invertirá el sentido de giro, se modifican la conexión a dos polos.
- Verificar el funcionamiento del interruptor de seguridad que debe estar al alcance del operador, esto es muy importante nos permitirá evitar accidentes y trabajar con seguridad al operar partes móviles de la maquina..

#### 4.2.3.- Procedimiento de Operación

El operario debe conocer las disposiciones de los depósitos, el tamaño de las válvulas de la entrada del extrusor, la disposición de las tolvas y el tamaño de las válvulas hacia las tolvas de empaque o despacho a granel.

Para minimizar la posibilidad de errores costosos, y a fin de poner en marcha el extrusor de la manera más expedita posible, los operarios deben contar con una lista de verificación que contenga los siguientes puntos:

- Marca del alimento: Debe incluir información sobre la matriz, espesor y tamaño de los agujeros.
- Manejo de las tolvas: Debe incluir el número de tolva de la que se tomará el triturado y el número de tolva donde irá el producto terminado. El operario debe verificar si ésta última está vacía.
- Inspección de los equipos: El operario debe verificar si están funcionando todos los motores y si está fijada la velocidad regulable del alimentador del extrusor en su posición mínima.



- Prevención de la contaminación: Antes de vaciar la producción en el enfriador, la primera pasada se debe vaciar hacia un lado para así purgar el alimentador de la prensa de pelets, el acondicionador y la matriz.
- Condiciones para producción máxima y calidad máximas: Esto incluye revisar que el termómetro marque la temperatura máxima, verificar que se haya agregado la humedad correcta a los pelets calientes, verificar el amperímetro para informarse sobre la carga del motor y el ajuste correcto de las cuchillas.

#### **4.3.- CALIBRACION Y PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINARIA**

Durante la producción se presentan variaciones, es por eso que es fundamental prestarle atención a la máquina.

##### **4.3.1.- Parámetros para la calibración**

Los parámetros de calibración y operación están condicionados por la calidad del alimento. A continuación se definen los parámetros a tomar en cuenta:

Los Finos: Estos no son aprovechados por el consumidor final (perro o gato), razón por la que deben estar en un rango inferior al 5% de la producción.

Previo al embolsado del producto terminado, se considera colocar zarandas para minimizar los finos, pero en el diseño de la planta debe considerarse minimizar la producción de finos en el proceso ya que esto origina reprocesos.

El Color: Si no han existido cambios en la formulación, el color es un buen indicativo de la mezcla y la adición de líquidos, tales como melaza, grasa y otros.

El Tamaño: Debe obtenerse un tamaño uniforme. Este parámetro se controla teniendo una cuchilla bien afilada, la expansión súbita debe ser regulada para todo el proceso.

El Aspecto: Este parámetro indica la calidad del pelet. Se prefiere una superficie exterior áspera y no una brillante y lisa (la aspereza indica que se ha producido un pelet resistente y duradero).

##### **4.3.2.- Calibración de la Maquinaria**

Al término de la prueba individual de equipos en vacío, se procede a la medición de corrientes de los motores con carga comparándolos con los valores teóricos para calcular de manera práctica se multiplica la potencia ( en



HP) por 1.2 y tenemos el amperaje nominal esperado, si se sobrepasa este valor deberá ajustarse la carga a la maquina para poder trabajar en este rango.

Se dividirán las pruebas por zonas pues se debe evaluar por etapas:

#### Recepción y Almacenaje

**Operaciones:** La rosca de extracción de insumos de la tolva de recepción de camiones tiene válvulas de derivación para poder direccionar el flujo; ésta se descarga en el elevador de cangilones, el que a su vez se descarga en los cuatro silos nuevos. Los silos son de fondo cónico elevado y tienen roscas de extracción; éstas transportan el maíz hasta el elevador de la recepción el cual deriva el insumo hacia la zona de molienda.

**Calibración:** Se utilizan camiones con plataforma superior volteadora que descargan hasta la tolva de cemento de la recepción; ésta tiene en la parte inferior una compuerta guillotina con accionamiento manual que va regulando la capacidad máxima de flujo en la rosca (se marca esta apertura). Los camiones de 20 toneladas de capacidad descargan en una hora aproximadamente, siendo ésta la capacidad de la recepción; el elevador de cangilones tiene una capacidad de 30 tn/h, mientras que la rosca esta subdimensionada originando mayor retraso en la recepción. Este es un error en el cálculo pues se consideró un motor más pequeño, pero se podría aumentar la capacidad de recepción ya que el porcentaje de llenado en la rosca tipo canoa es de 70% aproximadamente.

Se ponen en funcionamiento las roscas extractoras de los silos y se verifica el funcionamiento de las válvulas de derivación.



**Figura 4.5.-** Compuerta tipo guillotina a la descarga de la tolva pulmón.

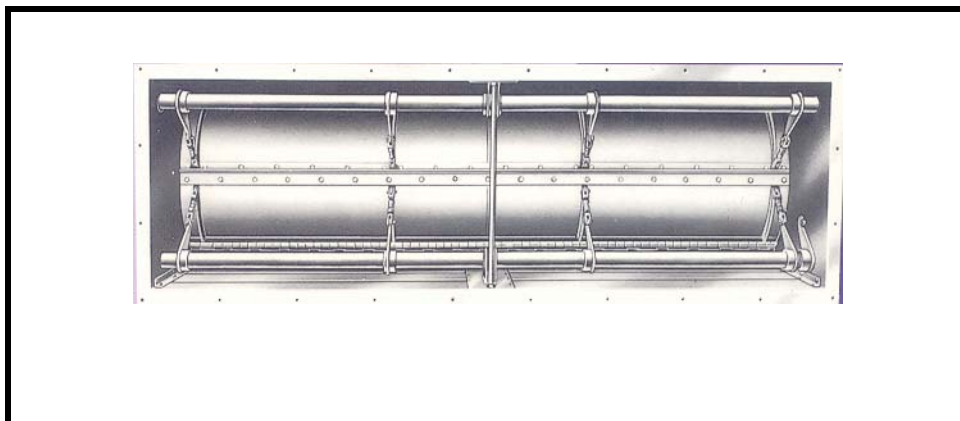
### Molienda y Mezclado

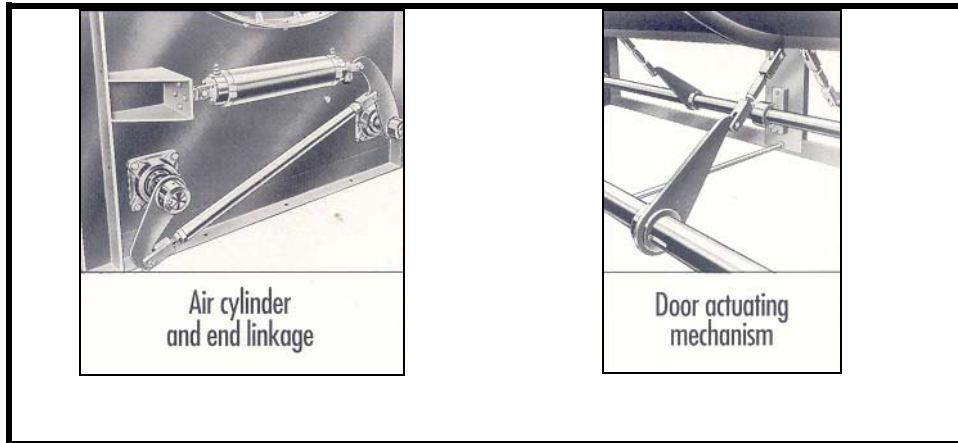
**Operaciones:** Se considera la descripción de las dos áreas porque se involucra la primera molienda de maíz y arroz, el mezclado y la remolienda incluyendo las vitaminas.

#### **Calibración:**

**Molinos:** La calibración en los molinos se realiza con un alimentador del tipo rotativo que tiene un variador de velocidad, éste aumenta o disminuye su capacidad dependiendo de la lectura de la corriente del motor del molino; en el caso del primer molino no se cuenta con ese alimentador pero se coloca una compuerta guillotina y mediante inspección visual se puede determinar el porcentaje de apertura de la compuerta (en este caso es importante verificar continuamente el amperímetro del molino). Ambos son molinos de martillos y tienen un sistema de asistencia por aire, el que ayuda a la limpieza de la malla y al enfriamiento de los martillos, aumentando su duración. El molino grande presentaba vibración excesiva y recalentamiento anormal en las chumaceras, se envió a balancear dinámicamente el rotor y el problema se resolvió. El alimentador rotativo del molino tiene un imán que permite capturar partículas metálicas las cuales al llegar a la malla impactan contra ella rompiéndola.

**Mezcladora:** Debe evaluarse el coeficiente de variación de la mezcladora de cintas helicoidales (1 tonelada de capacidad) pues para determinar la eficiencia de mezclado es importante cuantificar este resultado. Debe verificarse el funcionamiento apropiado del mecanismo de apertura y cierre rápido que tiene unos tornillos de regulación. La capacidad de la mezcladora está dada por la capacidad de mezclado entre el tiempo de un ciclo de mezcla que involucra carga, mezcla y descarga. El mecanismo de apertura y cierre tiene un cilindro neumático al que debe proporcionársele aire seco a presión constante.





**Figura 4.6.-** Compuerta basculante de mezcladora de paletas.

#### Extrusión y Secado

**Operaciones:** Se extruye el alimento y se transporta a través de una faja sanitaria inclinada hasta el secador.

**Calibración:** Al principio se tuvieron problemas porque el alimento se pegaba entre si por el exceso de vapor, se colocó un sistema de aspiración de vapor en la zona de la banda sanitaria y se resolvió el problema. Al inicio se tuvo problemas de vibración con el extrusor, se colocaron anclajes adicionales y el problema se resolvió.

#### Producto Terminado y Embolse

**Operaciones:** El producto terminado se almacena en 4 tolvas desde donde se extrae el alimento con unas válvulas rotativas.

**Calibración:** El alimento final es de 4 sabores, se tiene que extraer 4 diferentes tipos de alimento tanto en sabor como en forma de las tolvas de producto terminado, para lo cual se utilizan válvulas rotativas las cuales a través de un variador de velocidad regulan su velocidad y permiten dosificar en porcentaje variable el alimento de cada tolva, descargan hasta un transportador tipo caja vibratoria donde se extraen los finos que son indeseables y finalmente descarga a un elevador que lleva el alimento a las tolvas de embolse, se debe precisar que en este elevador el alimento termina de mezclarse.

#### 4.3.3.- Ajustes que se realizan durante operación o posteriores al arranque y puesta en marcha

Algunos aspectos que podrían producir variaciones en el curso de una pasada de producción, los cuales nos permitirán mantener al máximo la capacidad de producción obteniendo producto de alta calidad.

- Atascamiento en las tolvas: El tener vibradores ayudaría a fluir el alimento, de no existir se debe contar con una maceta para golpear la base de la tolva y permitir el flujo del material.
- Separación en las tolvas, verificar fugas que hagan mezclar el alimento.
- Fluctuación en la presión de vapor: Esto puede ocurrir al producirse fallas en el caldero o en la válvula reguladora de presión.
- Cambios en la calidad del vapor: Puede deberse a la formación de espuma en el caldero, la falla en los purgadores de agua o la falla en el separador de humedad.
- Variación en la humedad del triturado aglutinado: Se debe controlar este parámetro.
- Aumento de calor en la matriz: Esto origina un riesgo térmico.

De acuerdo a la experiencia del Cliente estos trabajos serán rutinarios y probablemente se incrementen muchos mas puntos a esta lista, teniendo cada vez un mejor sistema de control y trabajo seguro.

## CAPITULO 5

### PLANOS

- 5.1.- VISTA ISOMETRICA, PLANTA Y ELEVACION DEL PROYECTO
- 5.2.- PLANO DE UBICACIÓN DE LA NUEVA PLANTA
- 5.3.- PLANO DE CIMENTACION: TRAZO Y REPLANTEO DE EJES



Los planos se encuentran en el segundo ejemplar de la tesis

5.1.- VISTA ISOMETRICA, PLANTA Y ELEVACION DEL PROYECTO

Se muestra una vista de planta, una vista de elevación y dos vistas isométricas del proyecto, podemos observar la disposición de la maquinaria por zonas recepción, molienda,...etc.

5.2.- PLANO DE UBICACIÓN DE LA NUEVA PLANTA

Se muestra la localización del terreno y los límites de la propiedad: el Río Rímac, la Carretera Central,...etc.

5.3.- PLANO DE CIMENTACION: TRAZO Y REPLANTEO DE EJES

En este plano se muestra el detalle de la cimentación y su distribución en el terreno.



## CONCLUSIONES

1. Un trabajo de montaje exige evaluar la disponibilidad de los equipos y herramientas necesarias para la operación, se debe usar criterios de orden técnico económico, que sin perjudicar la ejecución de un trabajo de calidad nos permitan optimizar el gasto para aumentar las utilidades del ejecutor, esto debe ir de la mano con la conformidad de la supervisión por parte del Cliente.
2. El montajista de la maquinaria debe participar en la ubicación de los anclajes tipo “J” o tipo “U” porque los que manejan la obra civil trabajan con un margen de error en centímetros que para nosotros es considerable, esto evitará que al montar la maquinaria se tenga que modificarse la ubicación de los anclajes.
3. La industria para la preparación del alimento balanceado es una industria que debe basar su diseño de planta en función al tipo de alimento que va a producir y que tipo de insumo manejará. No hay un diseñador que realice un planteamiento exacto de lo que sucederá en el proceso, es una mezcla de conocimientos teóricos (Cálculo de maquinaria, formulación de raciones, suministro de vapor a determinada presión y temperatura constante) y experiencia, por lo cual debe recurrirse al personal que haya trabajado en condiciones similares (otra fabrica) o confrontar el diseño con los proveedores de maquinaria y/o equipo nacional o importado.
4. Después del arranque y la puesta en marcha habrán ajustes en la maquinaria, se deberá evaluar con pruebas de calibración el buen funcionamiento de los equipos, las calibraciones deben ser constantes hasta llegar a valores aceptables en la calidad del alimento esto debe verificarse observando el producto final.
5. La capacidad real de los equipos se verifica durante el trabajo con carga, por ejemplo si verificamos la capacidad de soportar carga de un motoreductor de 6.6 HP Delcrosa, nos da una capacidad similar para un motoreductor SEW de 10 HP, esto se debe a que los motores antiguos estaban sobredimensionados con factores de servicio de hasta 1.5, esto se verifica cuando la máquina funciona se mide el amperaje comprobando si esta trabajando a plena carga o esta en un rango menor.
6. Se debe evaluar si tendremos éxito ambiental para nuestra planta que no afecte las tasas de producción, costos operativos u operación continua en el lugar; La evaluación ambiental debe ser un informe corto resumiendo la situación del lugar del proyecto con respecto a la contaminación del aire, olor, ruido, abasto de agua, agua residuales, descargas de agua de lluvia, aguas freáticas, desperdicios sólidos y peligrosos.
7. La seguridad y el medio ambiente son muy importantes porque nos permiten identificar y evaluar los peligros y riesgos de seguridad y salud ocupacionales, asimismo permiten preservar el medio ambiente, prevenir enfermedades ocupacionales, minimizar lesiones, daños a la persona y a la propiedad.

## RECOMENDACIONES

1. Cuando se realice el diseño de una planta, debemos considerar siempre las modificaciones que se dan durante la etapa de montaje, ya sea a petición del Cliente o por detalles técnicos no considerados en catálogos ni especificaciones técnicas de las maquinas, por ese motivo nuestro diseño debe ser flexible y debemos manejar ciertos márgenes, un caso son el de los motoredutores en el cual se debe considerar un margen adicional de potencia, ya que el valor real de consumo, se mide durante el proceso. Un ejemplo de esto ocurre en la operación intermitente de un elevador que recibe harina desde la mezcladora, durante la operación normal (trabajo del elevador de forma continua y con carga) se selecciona un motor adecuado pero no consideramos el momento crítico cuando recibe carga, al iniciar la descarga desde la mezcladora hacia la cola del elevador de cangilones, se produce un carga brusca en este, durante un instante, esto origina una sobrecarga para el motor del elevador y como consecuencia de esto se generan paradas constantes por subdimensionamiento y nos obligará a cambiar el motor. Otro problema relevante es la falta de altura para instalar la maquinaria, por que durante el diseño no se considero el espacio adecuado para instalar tuberías, válvulas de dos o tres vías, obligándonos a dar soluciones que no deben ocurrir si realizaríamos un buen diseño.
2. Durante la etapa de montaje y transporte existe la posibilidad de dañar algún equipo del Cliente debido a situaciones fortuitas o algún accidente, debemos estar preparados para asumir los costos de los daños al equipo o si esta en nuestra posibilidad seria recomendable contratar un seguro que nos permita poder cubrir alguna eventual pérdida, muchas veces el Cliente exigirá contar con los seguros respectivos, para lo cual debemos solicitar cobertura a una aseguradora especializada.
3. El conocimiento que tenemos respecto a la disponibilidad de equipos y herramientas que hay en el mercado, nos permitirá realizar un mejor planeamiento de las tareas de montaje, por ejemplo el trabajo que realizamos consideraba el retiro del caldero y un tanque de grasa con una grúa de 50 toneladas de la empresa SSK que esta a la espalda de la fábrica, en Chorrillos, pero debido a una postergación en el inicio de la fecha de montaje no pudimos usar esta grúa porque fue alquilada a YANACOCKA por tres meses, esta situación nos obligo a analizar opciones, finalmente se contrato a la empresa especializada en maniobras SULCA la cual realizo el trabajo de retiro del caldero con herramientas especiales de maniobra, utilizando un camión cama baja y el trabajo del tanque se realizó con dos grúas pequeñas de la empresa MIURA.
4. Un tema no detallado se refiere a los permisos y licencias que deben tramitarse ante los organismos respectivos, por ejemplo para realizar cualquier construcción debemos contar con la licencia de construcción y esto debe tramitarse con fecha anterior al inicio de los trabajos de construcción muchas empresas desconocen estos procedimientos, originando retrasos al inicio de la obra, la mayoría inicia los trabajos de construcción y luego va “regularizando” las licencias, esto no es correcto, pero es practica común. Hay temas que son mas críticos como el permiso ante OSINERG para operar el caldero o el



## BIBLIOGRAFIA

- [1] **AFIA American Feed Industry Association, Inc** 1994, Tecnología para la fabricación de Alimento Balanceado. Editor técnico Robert R. Mc. Ellhiney.
- [2] **Asociación Americana de Soya**, Manual de Extrusión 2002, Artículos de Robert C. Miller, P.E.; Consulting Engineer; R.O.2, Box 413, Aurburn, N.Y. / Judson Harper, Vicepresidente de Investigación Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, U.S.A. / Joseph P. Kearns, Wenger International, Inc. Kansas City Missouri, U.S.A. Galen J. Rokey and Gordon R. Huber, Wenger Manufacturing, Sabetha, Kansas, U.S.A.
- [3] **CHORE-TIME**, Construction Manual Hoppers Bins, Manual de fabricación e instalación de silos MHB1626A, Noviembre 1999. Chore-Time Ltda. Rua Condor, 715 Parque das Industrias Leves CEP 86030-300 Londrina, PR Brasil.
- [4] **California Pellet Mill Co.**, Manual del Operario de Prensas Peletizadoras 1985, CPM LATINOAMERICA 114 E. Wabash Avenue, Crawfordsville, Indiana 47933, U.S.A., Telephone: (317) 362-2600.
- [5] **EPLI S.A.C.**, Catálogo de Productos Eléctricos – Electrónicos 2005. EPLI SAC Jr. Tarapoto 1157 Breña, Teléfonos 3301595 – 3305362 email: [info@epli.com.pe](mailto:info@epli.com.pe) , Pagina Web. [www.epli.com.pe](http://www.epli.com.pe)
- [6] **GRUAS S.A.**, Manual de seguridad en grúas y maniobras 2000, procedimiento de maniobras de izaje y transporte de cargas, selección de accesorios de maniobra la información es parte del CRANE & RIGGING HANDBOOK 2.0.
- [7] **HILTI**, Manual Técnico de Productos-Anclajes 5/00 2000 HL 306\*00219813.
- [8] **SPROUT- MATADOR**, Mechanical Documentation for Vertical Mixer and Counter flow Cooler-Extrusion, Instrucciones para instalación de maquinaria, lista de verificación y puesta a punto de equipos, manual del propietario 2002.
- [9] **UPAT**, Catálogo global E9596- Anclajes 1995 Upat GmbH & Co. D-79303 Emmendingen Alemania.