



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE INGENIERÍA Y AUTOMATIZACIÓN DE
LA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL HUEVO

Autor:

Bárbara Bugallo Stephenson

Tutor:

Luis Fasanella
Ing. Electrónico ITBA

Co-tutor:

Andrés D´Ambrosio
Ing. Industrial ITBA
Ing. Mecánico orientación mecatrónica ITBA

AÑO: 2005



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE INGENIERÍA Y AUTOMATIZACIÓN DE
LA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL HUEVO

Autor:

Bárbara Bugallo Stephenson

Tutor:

Luis Fasanella
Ing. Electrónico ITBA

Co-tutor:

Andrés D'Ambrosio
Ing. Industrial ITBA
Ing. Mecánico orientación mecatrónica ITBA

AÑO: 2005

Agradecimientos

A mis padres por haber elegido una universidad de alto prestigio como el ITBA, que me permitió crecer y desarrollarme intelectualmente en estos años de mi vida.

A mi hermano Santiago, por su ayuda constante e incondicional.

A mis profesores por haberme enseñado a pensar.

A mis tutores por guiarme, dedicarse y orientarme para realizar el presente trabajo.

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad la automatización de una planta industrial dedicada a la industrialización del huevo. El proceso de industrialización comienza con el huevo con cáscara recibido de las granjas, para convertirse en materia prima de las empresas productoras de alimentos. En este trabajo se profundiza el diseño de ingeniería de la planta (mayor detalle del funcionamiento de las máquinas, selección de máquinas existentes en el mercado y óptimas para el funcionamiento requerido, accesorios para que el huevo circule y se posibilite su funcionamiento). El diseño de ingeniería es fundamental para finalmente arribar al diseño de la automatización de la planta, con su plan de producción y funcionamiento analizado detalladamente. Por último el trabajo se concluye con el análisis económico y la decisión de automatizar la planta.

ABSTRACT

This final project intends to achieve the automation of the industrial facility regarding the egg processing. The egg processing begins with the reception of the egg with the shell from the farms, and finishes with the liquid or powder industrial egg which are at the same time, the raw material to the food industry. The engineering design is deeper in this work (a more detailed operation of the machines, selection of the existent machines available on the market and optimal for the operation needed, accessories for the egg to flow through the pipeline). The engineering is fundamental in order to arrive to the automation design of the facility, with its production and operation plan. Lastly this work concludes with the economic analysis and the decision to make the automation of the egg processing facility.

INDICE

I. OBJETIVO	1
II. INTRODUCCION.....	3
III. PROCESO PRODUCTIVO	4
IV. DISEÑO DE INGENIERÍA	26
V. LAYOUT.....	37
VI. ACCESORIOS	61
VII. AUTOMATIZACION	87
VIII. ANALISIS ECONOMICO	116
IX. CONCLUSIONES DEL PROYECTO FINAL.....	120
ANEXOS	121
BIBLIOGRAFIA	152

I. OBJETIVO

El objetivo de este proyecto final es desarrollar el diseño de ingeniería del proyecto evaluado y presentado en el cual se analizó la viabilidad de la instalación de una planta de industrialización del huevo (resultando un proyecto viable). Esto significa realizar el estudio de ingeniería con un mayor grado de detalle para que el inversor cuente con planos y especificaciones concretas sobre las instalaciones que se deben realizar para concretar el proyecto. Por otro lado, se evalúa la posibilidad de hacer algunos cambios en la cantidad de máquinas, así como también decidiendo el mejor sistema de conexiones. Finalmente, se diseña el sistema de automatización de la planta especificando el funcionamiento de la misma. Esta profundización tendrá consecuencias económicas debido a que se contabilizarán costos que no habían sido tenidos en cuenta en el estudio preliminar.

El fin de este trabajo es poder concretar los siguientes puntos:

1. Especificaciones y accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de cada una de las máquinas de la planta industrial industrializadora del huevo. Con este objetivo específico se busca:
 - ✓ Detallar las características y dimensiones de las máquinas.
 - ✓ Dimensionar los accesorios requeridos para operar las máquinas, principalmente bombas y válvulas de control.
 - ✓ Analizar las conexiones y decidir aquellas que mejoren el funcionamiento de la misma

2. Optimización del layout presentado en el anterior proyecto en cuanto a funcionalidad y reducción de costos. De esta manera al comparar el layout anterior con el actual se podrán obtener los siguientes beneficios:
 - ✓ Reducción del tiempo total del proceso desde que el camión con la materia prima entra a la planta hasta que el producto terminado es llevado al depósito.
 - ✓ Mayor orden general.
 - ✓ Diagrama modular del layout, generando mayor flexibilidad en la futura expansión y por otro lado dándole un sentido más realista ya que las columnas no pueden interferir con las operaciones.
 - ✓ Menores costos en tuberías y conexiones al reducir distancias.

3. Mayor grado de detalle en el layout:
 - ✓ Ubicación de las tuberías que transportan al huevo.
 - ✓ Conocimiento del lugar de los accesorios necesarios para la circulación del producto.

4. Dimensionamiento de las bombas y válvulas para la instalación
 - ✓ Cálculos para seleccionar el tamaño de las bombas necesarias en los diferentes tramos de tuberías de la instalación
 - ✓ Definir el modo de operación de las válvulas y determinar las cantidades necesarias.

5. Automatización de la planta industrializadora del huevo
 - ✓ Diagrama de flujo del proceso con los accesorios (bombas y válvulas) necesarios para el proceso.
 - ✓ Descripción del funcionamiento de la planta mediante un sistema automatizado.
 - ✓ Sistema de contingencias.
 - ✓ Sistema de limpieza.

6. Detalle económico de todas las instalaciones necesarias. Esto tiene como propósito poder realizar lo siguiente:
 - ✓ Análisis de costos, comparando las alternativas de una planta manual y una planta automatizada como se propone en el trabajo.
 - ✓ Análisis de inversión extra a la analizada en el proyecto anterior.

II. INTRODUCCION

El proceso de la industrialización del huevo consiste en mejorar la calidad y sanidad del huevo con cáscara así como también obtener un producto con mayor facilidad de manipuleo para las industrias alimenticias que utilizan al huevo como materia prima.

El mejoramiento de la calidad y sanidad del producto se logra básicamente mediante el proceso de pasteurización ya que se eliminan las bacterias patógenas. Mediante un control de calidad, se logra un producto libre de Salmonella (enfermedad que ataca al huevo fresco).

Por otro lado esta industrialización brinda la posibilidad de utilizar la yema y la albúmina por separado según el producto final (alimento en la mayoría de los casos) o bien como huevo entero. También es posible formar mezclas a pedido con una proporción requerida por el cliente de yema y huevo entero con el agregado de sal y azúcar.

Los diferentes tipos de huevo industrializado se destinan principalmente a la elaboración de mayonesas, pastas, helados, flanes, postres, productos de panificación, bebidas y repostería. Asimismo, existen usos alternativos en la industria farmacéutica, para propagar virus para la obtención de vacunas, extracción de proteínas como ser Lysosima y Adivin (para producir agentes antibióticos o para diagnóstico médico), como integrante de alimentos para mascotas y para la industria cosmetológica.

Las propiedades funcionales del huevo industrializado (en sus diferentes presentaciones) que lo hacen apto para estos usos son su poder emulsionante, espumante, coagulante, anticristalizante, fermentable, de ablandamiento, estructura, textura, control de humedad, conservante, sabor y colorante.

La industrialización del huevo se inicia con el lavado del huevo para asegurar la calidad e higiene del producto final. Luego sigue el quebrado, la separación de la yema, la albúmina y la cáscara (esta última es desechada) y la formulación de la mezcla requerida por el cliente, modificando las proporciones naturales de yema y albúmina y agregando azúcar o sal según las especificaciones del cliente. Finalmente, se realiza el proceso de pasteurizado y envasado y en el caso del huevo en polvo, se realiza el deshidratado de la yema, la albúmina o el huevo entero.

En este trabajo se comienza explicando con mayor detalle el proceso productivo para poder en este trabajo diseñar el sistema de automatización.

III.PROCESO PRODUCTIVO

En esta sección se describirá con detalle el proceso productivo así como las máquinas y consideraciones de cada uno de los procesos. A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso (Figura III-1) que servirá para entender luego la explicación.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

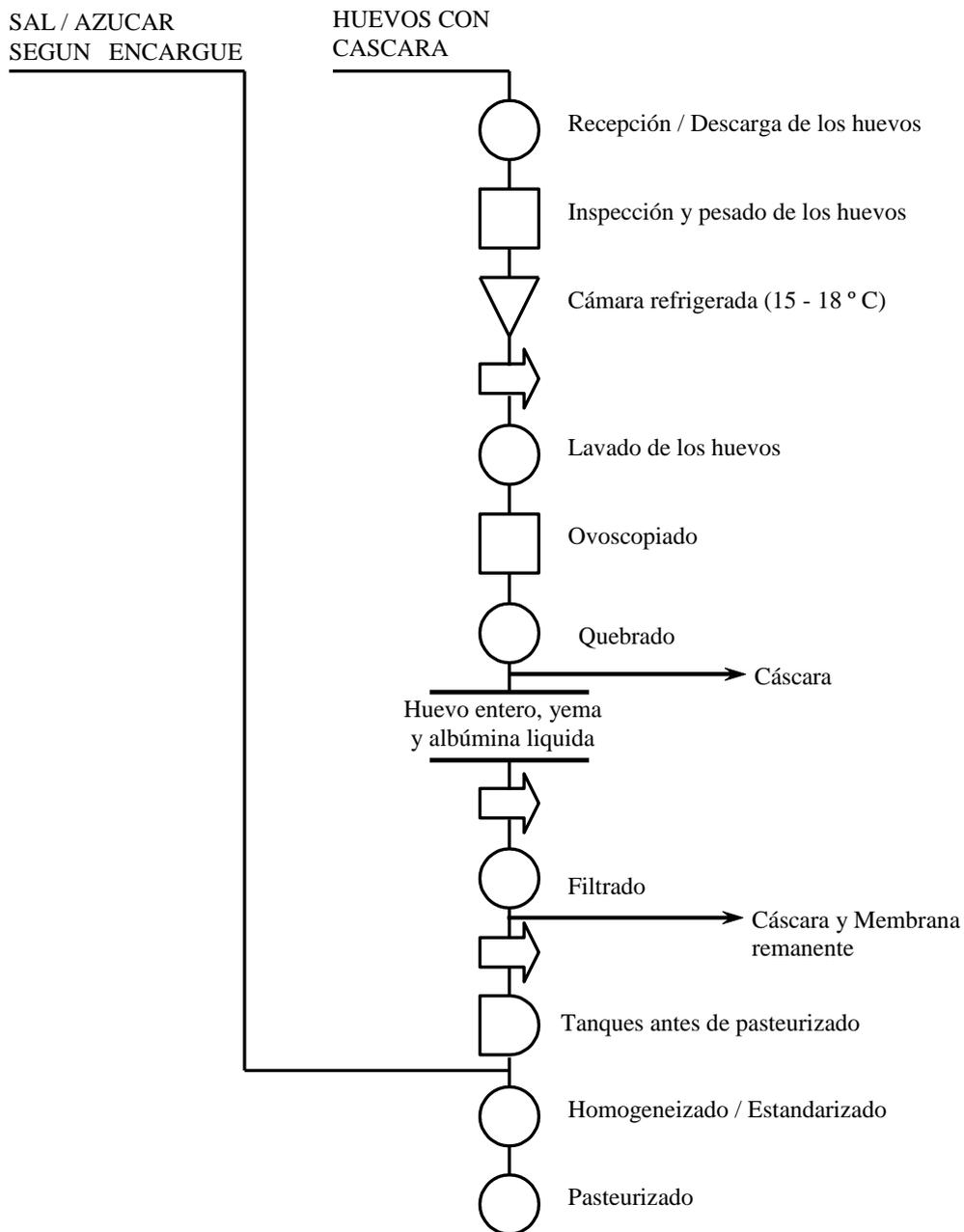


Figura III-1. Flujo-grama del proceso desde la recepción hasta la pasteurización

EXPLICACIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

1. Recepción e inspección de materia prima:

Los huevos con cáscara son ingresados a la planta a través de los camiones semiremolque de los proveedores (granjas productoras.) Una vez en la planta, el camión se dirige al dock de recepción donde se realiza la descarga por medio de 4 operarios con 1 transpaleta pedestal a razón de 1 camión/hora. Los huevos se colocan en pallets con la posibilidad de ubicar hasta 32 cajones/pallet (cada cajón tiene 30 docenas de huevos.) Los mismos se reciben en maples de cartón o plástico (según el proveedor.)

A medida que se va descargando el camión, se pesa cada pallet (32 cajones) en una balanza a fin de controlar el peso acordado con el proveedor. Los huevos con cáscara que ingresan a la planta son examinados en su totalidad controlando el estado del huevo (roturas) según normas de producción y sanitarias establecidas por la empresa y que los productores granjeros deben cumplir. Este es un primer control del huevo para descartar posibles huevos en mal estado y también para controlar la calidad del proveedor.

En caso de detectarse alguna irregularidad o que la materia prima no reúna las condiciones requeridas por el sistema de calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point, en castellano Análisis de Riesgo de los Puntos Críticos de Control), esta partida no ingresa a las líneas de producción de la empresa.

Luego, el operario lleva el pallet al depósito, donde existe un sistema de almacenaje a nivel de piso ya que por tratarse de materia prima delicada (los huevos se rompen fácilmente), el movimiento y apilado excesivo de los mismos puede atentar contra la efectividad y rendimiento de la planta. Si bien por tratarse de un producto perecedero no se cuenta con demasiado stock (solo dos días), puede ocurrir que cierta cantidad de MP quede en el depósito sin procesar dado que el huevo con cáscara refrigerado perdura 48 horas sin variar su calidad. Transcurridas las 48 horas los huevos ya no cumplen con las normas de calidad dado que la cantidad de bacterias superan los límites estipulados. Para poder cumplir con los tiempos y las normas de calidad se usa un sistema FIFO, es decir que los cajones rotan para que los que primero entraron al depósito sean los primeros en empezar con la producción. Se cuenta con bases de madera con ruedas donde se ubican los pallets que llegan desde el camión y así se facilita el movimiento para la rotación (ver Figura III-2.)



Figura III-2- Fotografía del depósito de materia prima. Almacén a nivel de piso para evitar la rotura del huevo con cáscara.

Esta cámara está refrigerada a una temperatura entre 15 ° C y 18 ° C para asegurar la buena preservación de los huevos con cáscara. La misma está construida con paneles de chapa rellena con poliuretano expandido como aislante de manera de mantener la temperatura de forma más eficiente.

Mediante tarimas se transporta el producto a la lavadora de huevos.

- Equipos necesarios:
 - Balanza
 - Tarimas
 - Pallets
 - Transpaletas pedestrales

2. Lavado de MP

El primer paso en el proceso productivo es el lavado de los huevos con cáscara para asegurar la calidad del producto terminado.

Los huevos son transportados desde el depósito hacia el pie de la lavadora. Un operario coloca en una cinta transportadora el maple con el huevo con cáscara. Este operario que ingresa los maples se encarga de separar los huevos rotos y vacíos para evitar disminución en el rendimiento. En forma mecánica y automática mediante el uso de aire comprimido, éste se transporta a la cinta de lavado (esto es lo que se conoce con el nombre de alimentación de la lavadora.)

El equipo necesario para esta operación es una lavadora que toma mediante chupetes que succionan los huevos de dos maples por vez (60 huevos/maple) y los coloca en la lavadora. Esta última posee un sistema de rodillos que van girando y transportando los huevos a través de los cepillos. Los cepillos conforman un sistema de cepillado mecánico y lavado a presión con una solución alcalina (ver Figura III-3.)



Figura III-3. Cepillos de la lavadora

Para la operación de succionado de los huevos hacia la lavadora es fundamental que los huevos sean todos de una altura similar, puesto que los chupetes succionan los huevos desde su parte superior y los transportan hasta la lavadora por efecto “sopapa” y si llegara a haber un huevo pequeño entre varios grandes, no podría ser succionado y quedaría en el maple (el tamaño de los huevos es función de la edad de la gallina. Por lo tanto, es el proveedor el responsable de enviar todos los huevos de un tamaño similar y esto se controla en la recepción.)

Luego, una vez que los huevos son succionados por los chupetes, queda el maple vacío, que un segundo operario se encarga de sacarlo de la línea para que el próximo maple de huevos pueda ser lavado.

Luego del lavado, se procede al secado el cual se realiza mediante aire comprimido.

▪ Descripción del funcionamiento de la **lavadora** seleccionada

SANOVO provee lavadoras con capacidades entre 10800 huevos/hora (30cajones/hora) y 162000 huevos/hora (450 cajones/hora.) Existen dos tipos diferentes:

- Las lavadoras SW Washers con la cabina con módulos de cepillos (utilizadas con quebradoras carousel.)

- Las lavadoras SW Modular Washers con sistema de doble acción con una combinación de cepillos y sistema de spray (utilizadas para quebradoras lineales.)

En este proyecto, por las capacidades requeridas y disponibles en el mercado, se utilizan quebradoras lineales, por lo tanto, las lavadoras que se utilizan son las SW Modular Washers (ya que son compatibles con las quebradoras lineales.). (ver **Anexo 1-**).

Las lavadoras SW Modular Washers existen en distintas dimensiones y tiempos de lavado con un número variable de cepillos y módulos de spray para que el rendimiento de la lavadora sea máximo para distintas calidades de huevos. El sistema modular previene el lavado excesivo que genera pérdidas de huevos y disminución del rendimiento.

Los huevos ingresan en la lavadora y son lavados con los cepillos. Los orificios del spray están integrados para que el lavado sea más eficiente (en la lavadora modular.) La bomba se encarga de distribuir agua por encima de los cepillos, y el agua pasa por una capa del filtro para ser recirculada al tanque de agua por debajo de la cabina de la lavadora. Para obtener un lavado eficiente se agrega al agua un detergente (solución alcalina), que es calentada a 48° C por inyectores directos, o alternativamente por calentamiento indirecto mediante vapor.

Las puertas del costado dan un excelente acceso a los cepillos y al sistema de spray para removerlos y poder inspeccionarlos y limpiarlos. A continuación se exponen las características principales de esta máquina:

- Los cepillos y módulos del spray son removibles.
- El sistema de cepillos se puede ajustar para huevos con distintas medidas.
- Existen cepillos de diferente tipo: soft o hard
- El sistema de abastecimiento de agua: Volumen alto/ baja presión maximiza la limpieza del huevo y reduce el daño a los huevos ocasionando pérdidas.

Esta máquina, al igual que todos los productos que provee SANОВО ENGINEERING está diseñada para cumplir con los requerimientos de los estándares de seguridad industrial, los cuales están aceptados por todas las organizaciones internacionales de control veterinario. La organización está disponible para brindar asesoramiento en la selección de un plan óptimo de mantenimiento.

A continuación, en la Figura III-4 se muestra una imagen de esta máquina.

Figura III-4. Lavadora

3. *Ovoscopiado*

A medida que los huevos van saliendo de la lavadora de huevos, son controlados por un sistema de ovoscopiado. Este sistema es el utilizado para la observación interior del huevo mediante el uso de una fuente de luz especial. Allí es donde se produce el segundo decomiso para todos aquellos huevos que aún preserven irregularidades según el color y los índices que marque este instrumento.

- Descripción del funcionamiento del **ovoscopio** seleccionado

El ovoscopio SHCI 110/220 que provee SANOVO para medir calidad, tamaño y color del huevo está preparado para medir el peso del huevo, la altura de la albúmina (parte interior del huevo que se denomina comúnmente clara), el color de la yema y la calidad general del huevo de acuerdo a los índices prefijados de Estados Unidos.

Este instrumento cuenta con dos puntos de medición: uno para pesar al huevo que está localizado en la parte superior del instrumento y otro ubicado en una especie de cajón (similar a un lector de CD.) Como primera medida, se ubica al huevo para pesarlo. Cada tanto en el proceso (según se crea conveniente), se decide romper algún huevo con el fin de observar la yema y albúmina. Si éste es el caso, se rompe el huevo y se ubica la yema y la albúmina en el plato que está dentro del cajón. Es en este momento en que se miden:

- Un sensor mide el color de la yema
- La altura y espesor de la albúmina se miden con ondas ultrasónicas.

Se calcula finalmente una medida y se reporta en la pantalla que presenta la unidad en la parte frontal de la misma, donde luego se compara este valor con el US grade.

Al igual que los demás productos que vende la empresa SANOVO, el ovoscopio cuenta con el respaldo de seguridad y mantenimiento.

4. Quebrado y separación en sala presurizada

Es en este momento del proceso en el cual se produce el cambio de estado: el huevo se rompe (se desprende de su cáscara) y se separa en yema y albúmina (partes líquidas internas del huevo con cáscara fresco.) Es en esta etapa en la cual el huevo empieza a tener contacto directo con el aire debido a que ya no cuenta con la cáscara protectora (esto se puede ver en la Figura III-5.) Por lo tanto, son fundamentales las condiciones de higiene en este sector de la planta.

Para llevar a cabo el proceso de quebrado, se utilizan máquinas automáticas con capacidad compatible con la máquina de lavado ya que los huevos que salen de la primera pasan directamente a la segunda. Por otro lado, la capacidad a instalar dependerá del tiempo de vida del proyecto puesto que la producción irá aumentando con el tiempo.



Figura III-5. Sistema de quebrado. La albúmina cae a una bandeja inferior mientras que la yema se deposita luego en otra bandeja.

La tecnología a instalar en esta etapa permite separar la yema de la albúmina y la cáscara, y distribuir las por tres vías distintas para producir el producto separado o juntar la yema y la albúmina si lo que se produce es huevo entero. Para ello la máquina posee bandejas con fondo agujereado en las cuales caen la yema y la albúmina y por medio de un vibrador se hace vibrar cada bandeja para que la albúmina caiga a través de los agujeros a otra bandejita inferior y la yema quede en la primera bandejita y la cáscara se

desvíe hacia una zanja especialmente colocada para tal fin. Una vez separados, se pueden volcar las bandejas en un mismo recipiente o en dos recipientes distintos (una para cada lado de las bandejas) según el producto a elaborar.

El proceso es llevado a cabo en una sala presurizada con aire filtrado y temperatura constante de 18° C para evitar el contacto del huevo líquido con bacterias y posibles contaminantes (el huevo líquido permanece en contacto con el aire sólo en el instante entre que es quebrado y que ingresa a la cañería correspondiente. Luego circula siempre a través de cañerías esterilizadas, inoxidables, y cerradas herméticamente.) Por otro lado, el acceso a este sector del personal está restringido solamente a personal autorizado y aislado del resto de las instalaciones y con un acceso a través de duchas desinfectantes y con vestimenta adecuada (barbijo, botas de goma para uso exclusivo, ropa recién lavada y desinfectada cada vez que un operario entra al sector.) También se realiza un lavado rápido de la zona cada 4 horas y uno profundo cada 8 horas. Estos controles son para asegurar la calidad del producto.

La yema, albúmina o huevo entero ingresan al circuito de elaboración, mientras que la cáscara es trasladada al exterior de la planta a través de un sistema de tornillos helicoidales hacia un contenedor para su posterior venta para el relleno de suelos.

Cada máquina tiene dos operarios a cargo y cada operario trabaja durante 4 horas (mitad del turno) en la inspección del quebrado, esto es que no queden restos de cáscaras en el huevo líquido. El constante control visual del operario posibilita el decomiso de huevos que pudieran ser inadecuados así como la eliminación de algún trozo de cáscara. Las 4 horas restantes del turno el operario rota el puesto para hacer la limpieza del entorno, o tirar las cáscaras a la zanja que se vayan cayendo durante el quebrado.

Ambos productos son descargados en bateas (ver Figura III-6). Estas bateas son baldes semi- cerrados, ya que cuentan con una tapa para evitar contaminaciones, pero también se puede abrir para poder controlar el estado del producto. El fondo cuenta con una inclinación, para ayudar al movimiento del huevo. El material es acero inoxidable AISI 304. Tiene una capacidad de 130 litros, lo cual permite flexibilidad para una futura expansión de la capacidad productiva. La terminación de la superficie interna asegura una excelente limpieza de la batea y otra ventaja es la posibilidad de abrir la batea que facilita la limpieza y la inspección interna.

Luego, cada producto bombeado mediante bomba centrífuga a su correspondiente tanque de almacenamiento, pero es previamente filtrado para descartar restos de cáscaras y chalazas. En el caso del huevo entero, ambos productos coinciden al mismo tanque de almacenamiento como se verá en la descripción de los tanques. Es aquí donde

si se decide producir huevo entero, entonces las bandejas descargan sobre la misma batea formando de esta manera huevo entero para ser transportado hacia el filtro.



Figura III-6. Baldes que recogen la yema, albúmina o huevo entero desde las bandejas de la quebradora.

- Descripción del funcionamiento de la **quebradora** seleccionada

SANOVO provee varias quebradoras carrousel y lineales. Por el tamaño requerido para esta planta, el modelo debe ser lineal y compatible con la lavadora que se escoge. Por lo tanto, debido a que la lavadora tiene capacidad para trabajar a 150 cajones/hora, la quebradora debe trabajar a ese mismo ritmo. De esta manera, la quebradora que se elige es la SANVO SBS 6-25 (ver Anexo 2). Esta quebradora es una quebradora automática que básicamente lo que hace es quebrar y separar al huevo. Consta con 6 líneas de quebrado con una capacidad total de 54.000 huevos (150 cajones por hora.) Estas dos máquinas están unidas por rodillos pero separadas por un tabique interno, debido a que las condiciones de presurización e higiene son diferentes para estos dos procesos.

Los huevos son transportados a la máquina de quebrado por los rodillos que tiene la lavadora asegurando que no existan roturas de huevos. La construcción especial de la rueda de la máquina fijada en el compartimiento interno de la máquina asegura que los huevos se quiebren adecuadamente en las tazas de separación ubicadas en el sistema de cadenas. La yema, albúmina y huevo entero líquidos son depositados en tres recipientes separadamente para que luego continúen con el proceso. Las cáscaras son evacuadas por una tubería al exterior de la planta sin contaminar al producto líquido.

Al igual que las lavadoras, estas máquinas cuentan con un sistema de seguridad y mantenimiento por parte de la empresa proveedora SANOVO.

A continuación en la Figura III-7 se muestra una foto de esta máquina.

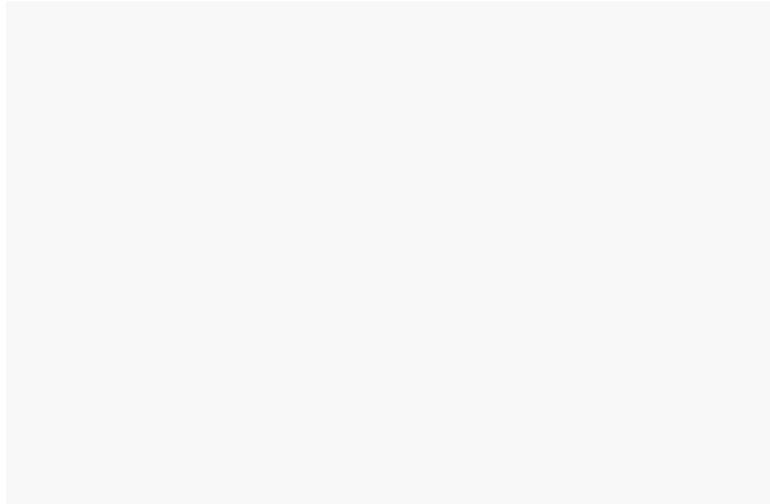


Figura III-7. Quebradora.

5. Filtrado

Una vez quebrado y separado, el huevo es bombeado (yema y albúmina por separado o huevo entero según sea producto que se esté produciendo) a través de unos filtros cuyo principal objetivo es el de eliminar partículas de cáscara (que no pudieron ser eliminadas por los operarios en el sector de quebrado) o membranas remanentes con el fin de garantizar la calidad del producto final.

- Descripción del funcionamiento del **filtro** seleccionado

La marca SANOVO provee las siguientes capacidades de procesamiento para los filtros: 8000 litros/hora y 12000 litros/hora. En el proyecto de nueva planta de industrialización del huevo se decide instalar dos filtros en paralelo (para contar con mayor flexibilidad ya que el filtrado es un proceso continuo) de 8000 litros/hora cada una. El lavado de los mismos consta de un sistema automático de auto- lavado y su operación es neumática; su diseño es 100% automático y con el sistema CIP (ver Anexo 3).

El líquido que debe ser filtrado (huevo líquido entero, yema o albúmina) debe ser bombeado desde las quebradoras hasta la boquilla de entrada del filtro. El objetivo del filtro es descartar los desechos que quedaron en el líquido y que no se quitaron en las quebradoras porque o bien no se detectaron o los operarios no alcanzaron a eliminarlos.

Un pistón vertical dentro del filtro arrastra los sedimentos y comprime los desechos en el fondo del filtro. A un cierto nivel de desechos en el fondo del filtro, el pistón se mueve verticalmente hacia abajo cerrando el fondo del filtro mientras que el producto

líquido sigue siendo filtrado. Los desechos son eliminados automáticamente desde el filtro por el fondo según el intervalo que se haya ajustado, primero con aire y luego con agua. Después de la eliminación de los residuos, el filtro se cierra y el filtro sigue con su operación normal.

A continuación se exponen las características principales de esta máquina:

- Proceso continuo
- No se desperdicia producto (limpio)
- Limpieza patentada y automática
- Sistema automático de eliminación de los desechos
- Sistema de lavado CIP
- Principio de funcionamiento Neumático

Esta máquina cuenta con la seguridad y servicio que provee SANOVO para todos sus productos, cumpliendo con los estándares de seguridad de la industria. La empresa ofrece un servicio de mantenimiento para la máquina. En la Figura III-8 se muestra una foto de estos filtros.



Figura III-8. Filtros.

6. Homogeneizado/ Estandarizado

Una vez filtrado, el huevo líquido libre de toda impureza es transportado por una bomba a enfriadores de placas donde un intercambio con agua helada permite reducir la temperatura a valores entre 0 y 4° C, para finalmente ser almacenados en 3 tanques en donde se almacenan por separado la albúmina, la yema y el huevo entero. Cada uno de estos tanques está fabricado con doble camisa para aislamiento térmico y poseen un sistema de agitación permanente que permiten conservar el producto o recircular agua caliente con fines de desglucosado fermentativo. Los tanques de yema y huevo entero se conectan a su vez a un cuarto tanque, el cual es un tanque para mezclas provisto de un agitador y una balanza en el cual se produce la mezcla exacta y con las cantidades precisas de yema y/o huevo entero y sal o azúcar según encargo del cliente.

- Descripción de los **tanques** utilizados

Los tanques para enfriamiento y mezclas que provee SANOVO, están diseñados para el almacenamiento del huevo líquido y son utilizados en la planta para estandarización, mezcla, ajuste de pH o fermentación (ver Anexo 4 para mayores especificaciones técnicas).

Se encuentran tanques con capacidades entre 1200 y 30000 litros, generando una flexibilidad para distintos tamaños de plantas. En este proyecto se deciden instalar 4 tanques con capacidad para 2400 litros cada uno, es decir aproximadamente 115 cajones de huevo. Se decide esta opción porque en la planta para cuando se prevé su expansión en el año 2005, las quebradoras y lavadoras trabajarán a un ritmo de 300 cajones/ hora, mientras que estos 4 tanques tendrán capacidad para almacenar un total de 460 cajones/hora. Por lo tanto, se instalan desde el primer año y quedan hasta el final del período considerado en la evaluación.

Los tanques son cilindros verticales con el fondo liso con una cierta inclinación o también se puede optar por el fondo con forma cónica. El material es de acero AISI 304 o 316 con su superficie interna que asegura una buena limpieza con el sistema CIP. En el fondo y en las paredes laterales un sistema especial integral de intercambiador de calor asegura una eficiente y elevada capacidad de enfriamiento en el producto.

El agitador esta diseñado especialmente para ovoproductos y para permitir una buena mezcla del producto permitiendo la homogeneización adecuada.

El panel de control incluye un termostato digital con indicación de temperatura y control de la agitación. También se puede contar con controles de nivel (máximo, vacío o nivel medio continuo).

El tanque se puede llenar con el producto líquido o bien por la parte superior o la inferior. El agitador está controlado para que durante el almacenamiento no se produzca la separación del producto en ningún momento.

A continuación se muestra una fotografía de los tanques en la Figura III-9.



Figura III-9. Tanques de almacenamiento.

7. Pasteurizado

El circuito continúa a través del sistema de pasteurizado. El mismo es del tipo placas de intercambio y celda tubular de retención bajo normativas de la USDA (United States Department of Agriculture): 210 segundos 64° C.

El sistema cuenta con un sistema de reaseguro que permite garantizar la calidad de la operación. El diseño permite que el fluido de calefacción (agua caliente), tenga temperaturas muy próximas a las del producto a pasteurizar, evitándose así afectar características físico-químicas del huevo ya que es una zona muy crítica de coagulación proteica. En esta etapa se eleva la temperatura del huevo hasta los 62 ° C / 64 ° C, temperatura que se mantiene durante 210 segundos, y luego se la disminuye abruptamente hasta los 2 ° C, lo que produce la muerte de las bacterias. Hay que controlar que por gramo de huevo existan menos de 1000 colonias de bacterias.

Se cuenta con un pasteurizador en los primeros tres años (2005 al 2008) y luego a partir del 2009 la planta cuenta con un segundo pasteurizador de las mismas características.

- Descripción del **pasteurizador**

SANOMAXI es el pasteurizador más poderoso que se encuentra en el Mercado. Está diseñado para todo tipo de ovoproducto. La planta es totalmente automática para garantizar un proceso controlado (tiene un panel de control que permite verificar los parámetros a medir en el producto). También cuenta con el sistema de limpieza CIP. Para asegurar una óptima pasteurización el intercambiador de calor está especialmente diseñado para tratamiento de huevo líquido y para recubrimiento para alta temperatura (ver Anexo 5 para especificaciones técnicas del pasteurizador seleccionado).

Para operación más intensa la capa externa del pasteurizador y los tubos del intercambiador de calor garantizan un alto rendimiento incluso para altas temperaturas y un trabajo continuo de varias horas sin necesidad de limpieza mientras que se está operando por lo tanto no se interrumpe el trabajo en varias horas generando una ventaja de mayor aprovechamiento del pasteurizador.

Al igual que las demás máquinas que ofrece SANOVO, ésta cuenta con seguridad y asesoramiento sobre el plan de mantenimiento del equipo.

La Figura III-10 muestra una foto del pasteurizador que se instalará en la planta.



Figura III-10. Pasteurizador.

El líquido pasteurizado seguirá tres líneas distintas según el envase a utilizar o la finalidad del producto:

- 1) Planta de secado para hacer huevo en polvo: la figura a continuación (Figura III-11) muestra como sigue el proceso si se decide producir huevo en polvo.

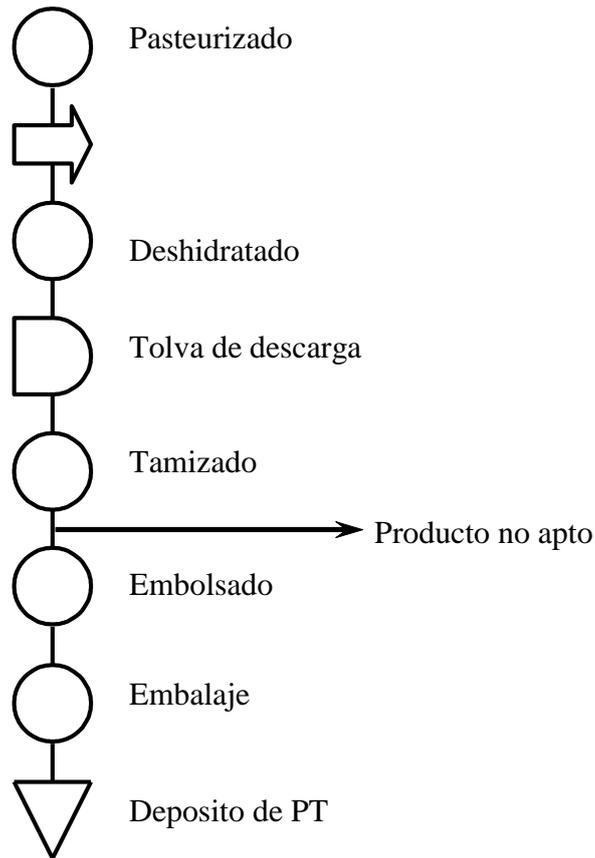


Figura III-11. Flujo-grama del proceso desde la pasteurización si el huevo se deshidrata.

- 2) A granel, en camiones cisternas sanitarios: a continuación, en la Figura III-12 se muestra el flujo grama si se decide cargar en camiones cisterna.

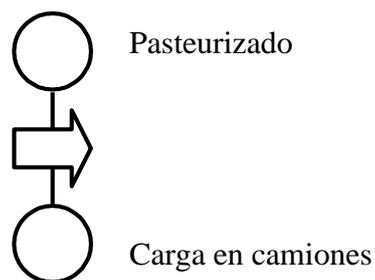


Figura III-12. Flujo-grama del proceso desde la pasteurización si el producto se carga a granel.

- 3) En contenedores de 1000 Kg de capacidad: en la Figura III-13, se muestra la continuación del flujo grama si se decide cargar en contenedores de 1000 Kg

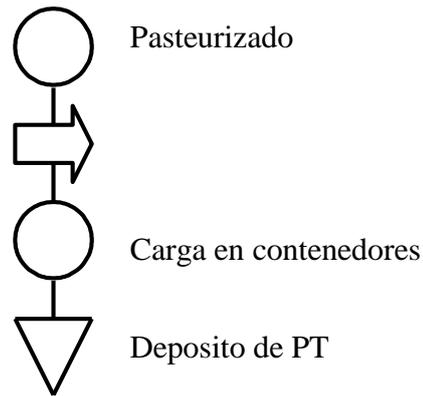


Figura III-13. Flujo-grama del proceso desde la pasteurización si el producto se envasa en contenedores de 1000 Kg

1) Planta de secado

a) *Deshidratado*

En esta etapa se realiza el segundo cambio de estado: el huevo pasa de líquido a polvo. El huevo líquido pasteurizado que se decide convertir a polvo con el fin de comercializar un producto en polvo, es bombeado hasta el tanque balanceador de spray. Una vez allí alojado es impulsado a través del filtro por la bomba dosificadora y por el conjunto de tuberías y accesorios hasta el atomizador.

Los productos líquidos pasteurizados son deshidratados por sistema spray. Este consiste en un tanque donde básicamente se le saca el agua al huevo, es decir por una corriente de aire caliente, el agua se evapora y el huevo queda dentro del tanque como polvo.

El quemador del horno y su cámara proveen la temperatura necesaria para la corriente de aire caliente, que forzada por el ventilador circula a través del dispersor, distribuyéndose uniformemente alrededor del disco del atomizador, del cual fluye el líquido pulverizado (ver Figura III-14). Cuando éste choca con el aire caliente, el secado se produce en forma casi instantánea debido al tamaño de la gota. Como parte de ésta es sólido, cae en forma de polvo en el interior de la cámara de secado, siendo aspirado por el ventilador, pasa por la tubería de interconexión hasta el ciclón que es encargado de separar el polvo del aire y extraerlo en forma de producto terminado. Luego sale mediante una válvula rotativa para su posterior tamizado y luego envasado.

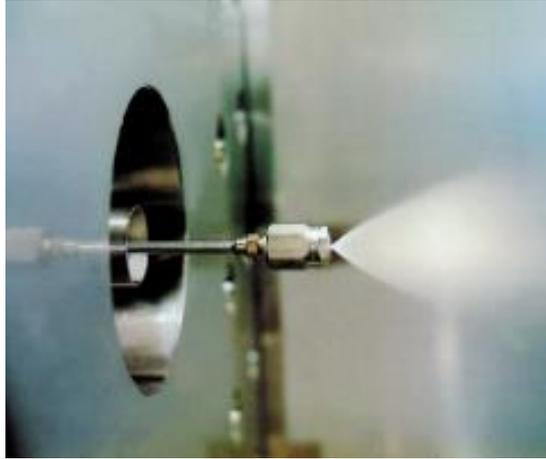


Figura III-14. El aire caliente es inyectado para deshidratar al huevo líquido.

- Descripción del **spray**

Los secadores de spray son del tipo horizontal y son generalmente más pequeños que otros secadores con la misma capacidad (ver Figura III-15). Para especificaciones técnicas, modo de funcionamiento, dimensiones y otros datos de importancia, se recomienda ver el Anexo 6)

La bomba de alta presión transporta el huevo líquido desde el pasteurizador para la atomización antes de que se le esparza aire mediante los orificios que tiene el spray. Al distribuir el aire seco en el interior del secador, donde se encuentra el huevo líquido, el agua se evapora, y por lo tanto el huevo líquido se transforma en polvo.

Una cápsula que está integrada separa el polvo cuidadosamente del aire sucio que es removido luego de deshidratar al huevo líquido.

Luego el huevo en polvo pasa al sector de tamizado.



Figura III-15. Spray.

b) Tamizado

El huevo que cae del spray se tamiza con mallas dispuestas para cuatro grosores diferentes. Esta operación es controlada por un solo operario.

c) Embolsado

Realizado en un ambiente controlado térmica y bacteriológicamente, en bolsas de nylon atóxico y estéril de 100 micras de espesor, protegidas exteriormente con triple hoja de papel Kraft. Esta operación la realiza el mismo operario a cargo del tamizado. Cada una de las bolsas se rellena por el operario con 1,5 Kg. de huevo en polvo (ver Figura III-16).



Figura III-16. Rellenado de las bolsas con 1,5 Kg. de producto.

d) Embalaje

Las bolsas se introducen en cajas. El operario arma las cajas conteniendo cada una de ellas 10 bolsas, es decir que cada caja contiene 15 Kg. de huevo en polvo. Esta operación la realiza el mismo operario encargado del tamizado y embolsado. El operario acumula las cajas para luego llevarlas al depósito de producto terminado para finalmente cargarse al camión.

2) Carga a granel en camiones cisterna

La carga a granel se realiza mediante tuberías que salen del pasteurizador y que llega al camión en el cual se abre la válvula para que se llene el camión. Los camiones cisterna empleados tienen capacidades para 300 cajones y 1000 cajones, es decir: 6480 Kg. y 21600 Kg. respectivamente

3) Carga en contenedores de 1000 Kg. de capacidad

a) Carga del producto líquido en contenedores de 1000 Kg.

El huevo líquido que no es cargado en el camión cisterna, sigue por la tubería y se envasa en contenedores cilíndricos con capacidad de 1000 Kg., mediante la abertura de la válvula.

b) Depósito de PT líquido

Los contenedores de 1000 Kg. son almacenados en la sala de envasado de huevo líquido hasta que se carguen en los camiones. No se cuenta con espacio para stock, pero sí un espacio suficiente como para que se puedan tener 6 contenedores para almacenar el huevo en el caso en que un camión se demore.

Actividades adicionales

1. Laboratorio

El proceso que es llevado a cabo en el laboratorio comprende los controles del producto final (mediante muestras aleatorias) así como también envases, aditivos, servicios, equipos y personal, desarrollo de nuevos productos y optimización de las formulaciones vigentes. Esto es necesario para preservar la buena calidad del producto final ya que como se mencionó el estado del producto es crítico para la salud humana.

Entre sus funciones se destaca:

- Verificación del cumplimiento de las normas de calidad.
- Elaboración de curvas de estabilidad de productos
- Elaboración de estadísticas e informes permanentes referentes a conclusiones sobre calidad y rendimiento.

La planta no contará con laboratorio propio ya que es una inversión importante para una planta con la capacidad de producción que se estima para este proyecto. Por tal motivo, la administración de los controles de inspección se tercerizan a un laboratorio externo cercano a la planta industrial. Esta empresa se encarga de la toma de muestras y el traslado de las mismas desde la fábrica hasta el laboratorio y desde éste nuevamente a la planta.

2. Proceso de la cáscara

La cáscara es trasladada al exterior de la planta a través de un sistema de tornillos helicoidales hacia un contenedor para su posterior venta para el relleno de suelos. Por lo tanto, a la salida de las quebradoras, se cuenta con una zanja para que la cáscara que es desprendida del huevo pueda ser evacuada desde la quebradora hacia el exterior de la planta (ver figura a continuación: Figura III-17.)

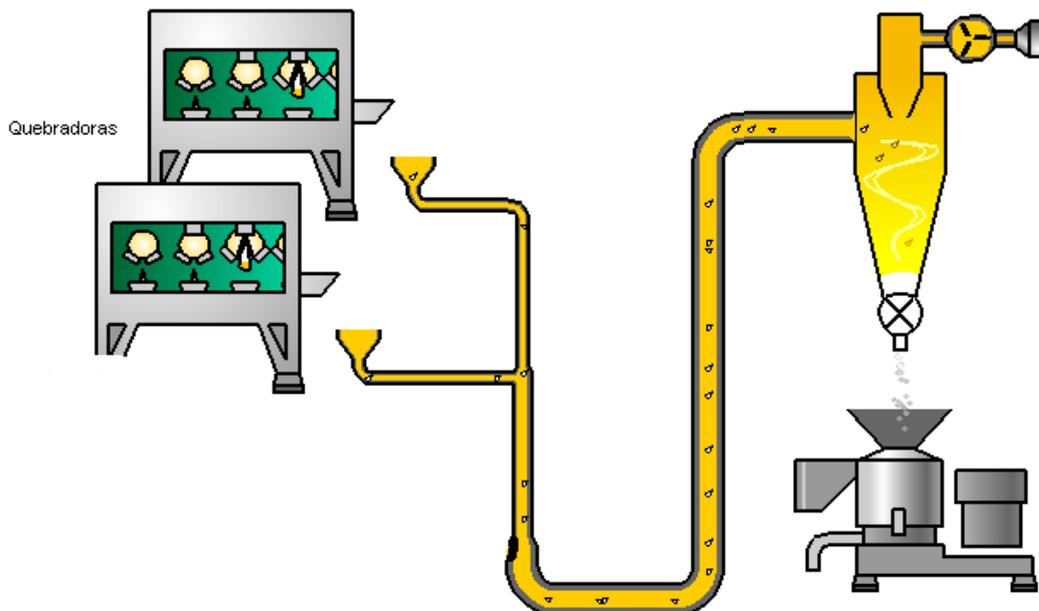


Figura III-17. Luego de las quebradoras, las cáscaras se dirigen al volquete en el exterior de la planta mediante el sistema de tornillos helicoidales.

Resumiendo entonces, las etapas del proceso se muestran en la siguiente figura (Figura III-18):

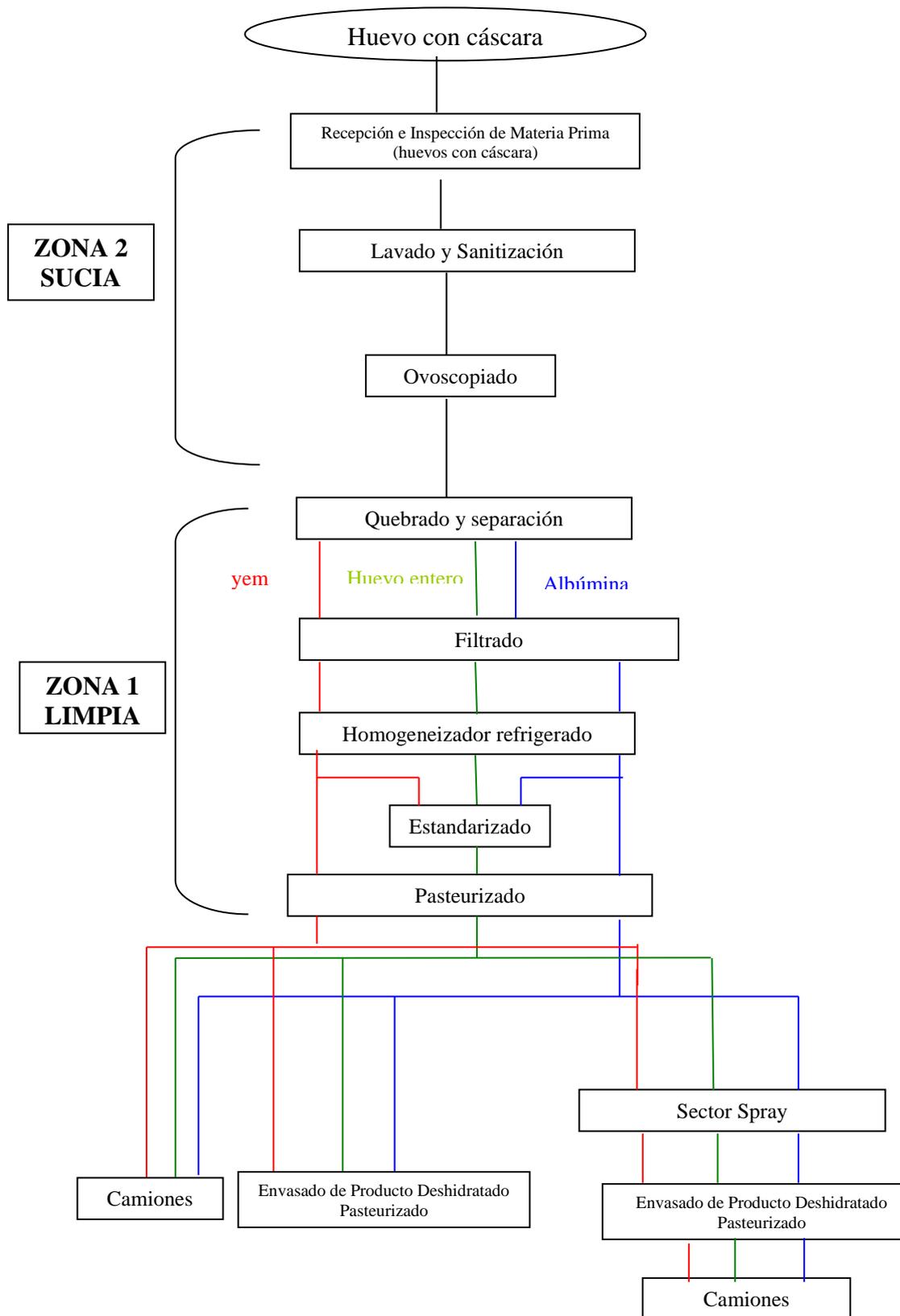


Figura III-18. Flujo del material para la industrialización del huevo.

Para dimensionar las distintas áreas productivas, conexiones y accesorios necesarios para la instalación de la planta, es necesario entender el flujo del material y personas así como también los requerimientos de cada una de las máquinas y del proceso en sí mismo. La siguiente figura (Figura III-19) muestra el flujo de material entre las distintas máquinas:

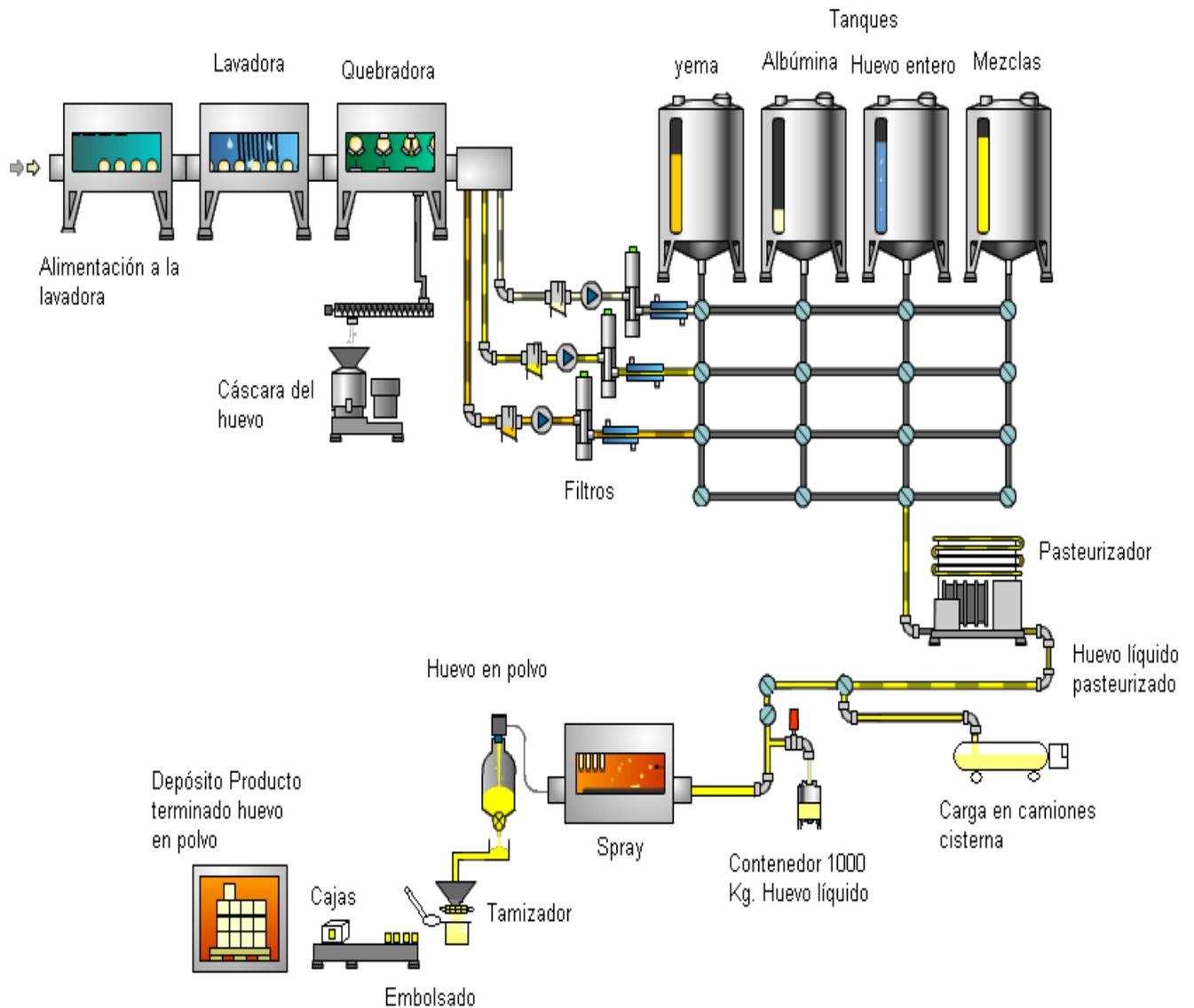


Figura III-19. Flujo del material para la industrialización del huevo.

IV. DISEÑO DE INGENIERÍA

Para realizar el diseño de conexiones y accesorios necesarios para el funcionamiento de la planta, es importante entender como es el proceso, las máquinas y encontrar la mejor disposición para las tuberías y accesorios. Por otro lado, se evalúa si la cantidad de máquinas es adecuada para el funcionamiento, más allá de la evaluación económica que se hizo en su momento. Para saber como conectar las tuberías entre las máquinas para que el funcionamiento sea lo mejor posible, se evalúan los siguientes aspectos: la posibilidad de tener circuitos independientes entre los 3 productos (instalando un filtro extra) y por otro lado las conexiones entre los tanques y los pasteurizadores.

ANÁLISIS SOBRE LA CANTIDAD DE FILTROS

En el estudio de ingeniería del proyecto analizado se decidió la instalación de dos filtros debido a que dos filtros tienen mayor flexibilidad que uno solo por si la máquina deja de funcionar. Sin embargo, no fue considerado otro aspecto importante a tener en cuenta en el procesamiento de los 3 productos distintos que si bien parten de la misma materia prima (huevo con cáscara) al pasar por la segunda máquina que es la quebradora, esta materia prima se separa en sus componentes (yema y albúmina) o no según requiera la producción. Al separarse en sus componentes y ser éstos depositados en los baldes, y al contar con dos filtros operando en paralelo, se estarían usando las mismas tuberías para los tres productos (yema, albúmina y huevo entero) con lo cual cuando se alterna la producción podrían quedar restos del producto anterior con lo cual el producto final se vería afectado por impurezas. Si en lugar de contar con dos filtros se instalaran tres, entonces este problema se resolvería generando un producto más puro debido a que cada producto tendría un balde, tubería y filtro propios. Para evaluar si tiene sentido la instalación de otro filtro bajo la consideración de este aspecto, entonces se calculará cual es la cantidad de impurezas que puede contener el producto que está siendo producido en el momento.

Si bien se genera una ventaja en cuanto a la calidad del producto, la alternativa de agregar un filtro tiene una incidencia económica debido a que se agrega una inversión y luego gastos de mantenimiento a lo largo de los años de la evaluación del proyecto así como también mayores amortizaciones reduciendo las utilidades. Por lo tanto, se evaluará la variación del valor actual del proyecto (VAN) y de utilidades manteniendo los mismos criterios de estructura de financiamiento que en la evaluación anterior.

En cuanto a la flexibilidad, al decidir instalar 3 filtros, se pueden agregar “circuitos de emergencia” para que si uno de los filtros deja de funcionar, se puedan utilizar alguno de los otros dos filtros que normalmente son utilizados por los otros dos productos. De

esta manera, mediante la conexión de válvulas y tuberías, éstas se pueden habilitar en caso de ser necesario y no se pierde materia prima (se explica más adelante en el trabajo en la sección de automatización.) De esta manera, se evita pérdidas de materia prima.

Para poder entender los aspectos que se considerarán para decidir que alternativa es la más conveniente, es necesario dibujar esquemáticamente como son las conexiones de las tuberías por donde se transporta el huevo líquido. A continuación se muestran los esquemas:

Conexiones con 2 filtros (disposición original)

El esquema de conexiones para la planta instalada a partir del año 2009 (con todas las máquinas instaladas), considerando la alternativa de los dos filtros, es la siguiente (Figura IV-1):

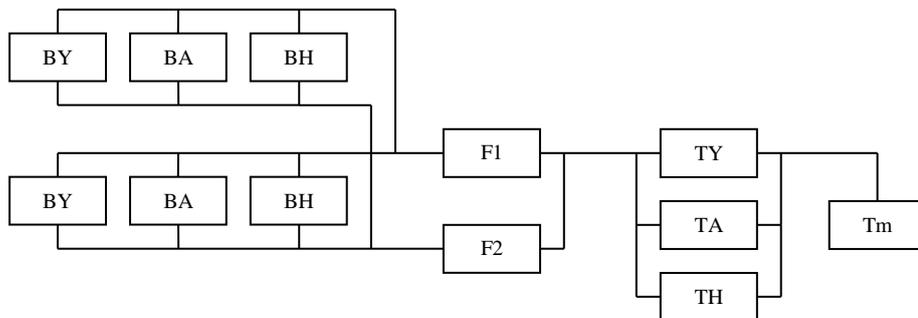


Figura IV-1. Esquema de conexión si se instalan 2 filtros.

Conexiones con 3 filtros (disposición propuesta)

La Figura IV-2 muestra el esquema de conexiones para 3 filtros.

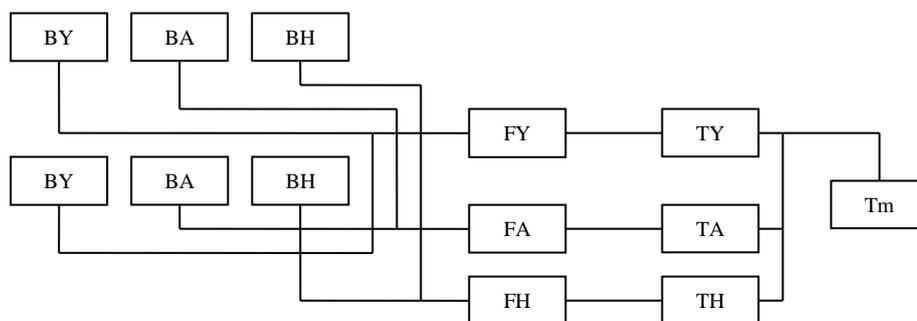


Figura IV-2. Esquema de conexión si se instalan 3 filtros.

Como se puede observar, en la disposición con tres filtros, cada producto tiene su propia tubería, es decir que no se comparten tampoco las máquinas (filtros y tanques) entre la yema, albúmina y huevo entero. Esto permite que el producto final no contenga impurezas por haberse mezclado por otra parte del huevo.

Para evaluar la conveniencia de dos o tres filtros, se consideran los siguientes aspectos:

1. Producción simultánea

Con la instalación de dos filtros en paralelo se pueden procesar dos productos como máximo en forma simultánea, siendo este caso en que uno de los filtros trabaja con uno de los tres productos, mientras que el otro filtro lo hace con alguno de los dos restantes. Por el tipo de producto, es preferible procesar la yema y albúmina en forma simultánea y luego alternar para producir con los dos filtros el huevo entero. Esto es así debido a que si se procesa por ejemplo la yema en simultáneo con el huevo entero, entonces la albúmina debe esperar en el balde para poder seguir con su proceso, y esto no es bueno en términos de calidad del huevo, ya que tiene una vida útil limitada mientras se encuentra en estado líquido.

Si se decide instalar tres filtros, en caso de requerirse, se pueden procesar los tres productos al mismo tiempo, es decir que no es necesario decidir si procesar el huevo entero o los otros dos productos (como en el caso de dos filtros.) En este caso se puede tener un mejor control de producción, debido a que se puede regular la cantidad de yema y albúmina a producir, sin necesidad de que las cantidades de estos productos sean forzadas a ser las mismas. Sin embargo, es recomendable procesar en simultáneo la yema y la albúmina y por otro lado el huevo entero para que la quebradora esté programada para un determinado producto y no tenga que alternar la producción constantemente (ver sección de automatización para más detalles.) En el caso de tener 3 filtros se simplifica el control de la producción y la automatización.

2. Calidad del huevo

En el caso de dos filtros, los tres productos diferentes comparten las tuberías que van desde los baldes hasta los filtros y desde los filtros hacia los tanques. Esto significa que si no se lava la tubería entre que se cambia el producto que se está produciendo, el producto final puede mezclarse con restos de otro producto, con lo cual la pureza del huevo se ve afectada. Por lo tanto, si esta impureza es considerable, entonces hay dos soluciones posibles: o lavar la tubería al cambiar de producto (con lo cual se demora la producción), o instalar tres filtros. En el caso de lavar la tubería, se puede hacer a la mitad del día de producción, debido a que la producción está proyectada para procesar la misma cantidad de huevo entero que de yema y albúmina. Por lo tanto, se debería

hacer un solo cambio por día. Si bien esto es cierto, pensarlo de esta manera, no permite demasiada flexibilidad a lo que ocurra en la realidad cuando la producción de la planta esté en marcha y se produzca a partir de pedidos.

- Cálculo de impurezas en el producto final

Para ver si las impurezas son significativas, se calcula cuanto de otro tipo de producto como máximo puede llegar a tener el producto que se está produciendo al compartir la tubería. A continuación, en la Figura IV-3 se muestran las conexiones y los posibles tramos de tuberías que pueden arrastrar impurezas afectando la calidad del producto.

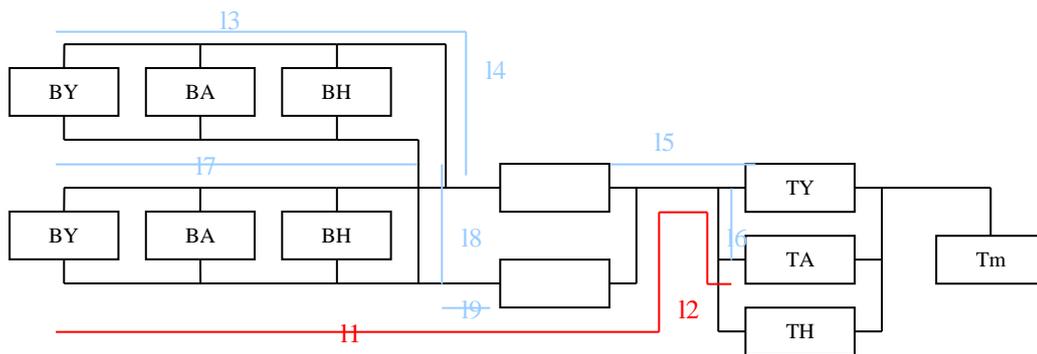


Figura IV-3. Esquema que muestra el recorrido posible del huevo.

Para calcular cuanto se ve afectado el producto final, es necesario considerar las impurezas que se pueden generar cuando quedan restos de yema en la tubería cuando se decide procesar albúmina (con el huevo entero no hay contaminación porque el huevo entero contiene tanto yema como albúmina.) La yema que puede haber quedado en la tubería puede ser arrastrada por la albúmina, mezclándose con esta última. Por lo tanto, el tramo por donde puede ser arrastrada la yema que queda en la capa interna de la tubería para el primer año es el que figura como l_1 y l_2 . Para el segundo año, hay que considerar si la mayor cantidad de impurezas está en el tramo formado por l_3 , l_4 , l_5 y l_6 o en el tramo l_7 , l_8 , l_9 , l_2 .

Para calcular el volumen que puede existir de impurezas, es necesario considerar que en la tubería puede quedar un espesor de 1mm de yema a lo largo de los tramos considerados. El espesor junto con la longitud en la cual la albúmina puede arrastrar a la yema forma un volumen que irá al tanque de albúmina y se mezclará con ella en el tanque. Conociendo el volumen del tanque, y la cantidad de yema arrastrada, se podrá conocer el porcentaje de yema en la albúmina y se determinará si ese porcentaje es significativo. Para entender la cantidad de yema que puede quedar en la albúmina está haciendo, es útil ver un dibujo (Figura IV-4):

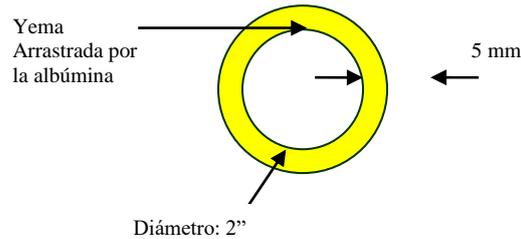


Figura IV-4. Tubería con restos de producto en su interior. Este resto de huevo que queda puede generar un producto con peor calidad.

El área transversal de la yema que es arrastrada es:

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \pi \cdot (R^2 - r^2) = \\ &= \pi \cdot ((2'' \cdot 0.0254 \text{ m} / 2)^2 - (2'' \cdot 0.0254 \text{ m} / 2 - 0.005 \text{ m})^2) = \\ &= 2.29 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

La longitud que la yema puede ser arrastrada hasta que se mezcla con la albúmina es:

$$\text{Planta 2006: } l_1 + l_2 = 3 \text{ m} + (0.65 + 3.53 + 0.65 + 1.85) \text{ m} = 9.68 \text{ m.}$$

$$\text{Planta 2009: } l_3 + l_4 + l_5 + l_6 = 1.8 \text{ m} + 1.7 \text{ m} + 5.85 \text{ m} + 1.85 \text{ m} = 11.2 \text{ m}$$

$$l_7 + l_8 + l_9 + l_2 = 1.5 \text{ m} + 1.7 \text{ m} + 1.5 \text{ m} + (0.65 + 3.53 + 0.65 + 1.85) \text{ m} = \underline{11.38 \text{ m}}$$

Por lo tanto, el volumen de yema que puede ser arrastrada por la albúmina para la planta del año 2006 es: $2.29 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 9.68 \text{ m} = 2.22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.22 \text{ dm}^3 = 2.22 \text{ lt.}$

Para la planta del año 2009 en adelante, el volumen máximo de yema que puede ser arrastrada por la albúmina hasta el tanque es igual a: $2.29 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 11.38 \text{ m} = 2.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.6 \text{ dm}^3 = 2.6 \text{ lt.}$

El tanque de almacenamiento de albúmina tiene capacidad de 2400 lts., suponiendo que en promedio se llena hasta el 70 % del tanque, es decir: 1680 lt, entonces 2.22 lt. representan un 0.13% de impurezas para los primeros años, y 0.15% a partir del año 2009. Si bien esta proporción no es importante, la calidad del producto no es la misma que si tuviera 0% de impurezas.

Por lo tanto, según este aspecto, resulta favorable la instalación de un tercer filtro para que los tres productos tengan vías diferentes.

3. Flexibilidad

En cuanto a la flexibilidad, en el caso de contar con dos filtros y que uno deje de funcionar, se puede seguir trabajando con el otro, es decir que toda la materia prima que pasa por la lavadora y quebradora, luego se dirige a un mismo filtro, deshabilitando el paso hacia el otro filtro que quedó fuera de funcionamiento. La cantidad de filtros, no es una restricción en este caso, debido a que los filtros instalados tienen una capacidad de procesamiento de 384 cajones/hora cada uno, mientras que la máxima producción que tienen que llevar a cabo ocurre en el mes de octubre del último año evaluado 2015: 272,3 cajones/hora. Esto significa que un solo filtro podría encargarse de la producción hasta en el mes más comprometido de todo el período de evaluación. Sin embargo, como se mencionó anteriormente se escogieron dos filtros debido a que si uno se rompe, se pierde materia prima, y no se puede continuar con la producción. Por lo tanto, este sistema con dos filtros cuenta con flexibilidad debido a que en el escenario más desfavorable, un solo filtro podría seguir con la producción ya que todos los baldes están conectados a los dos filtros, pudiendo deshabilitar el otro filtro sin perder producción.

En el caso planteado con tres filtros, en el cual cada uno de los productos tiene su propio balde, tubería y filtro, como está planteado, no tendría flexibilidad porque si dejara de funcionar uno de los filtros, no se podría seguir produciendo el producto que pasa por el filtro que se rompe. Por lo tanto, para que el sistema tenga flexibilidad es necesario realizar circuitos extras como se explicó anteriormente que permitan tomar acciones de desvío del huevo líquido hacia otro filtro para que no se detenga la producción de uno de los productos. Se propone el siguiente circuito (Figura IV-5):

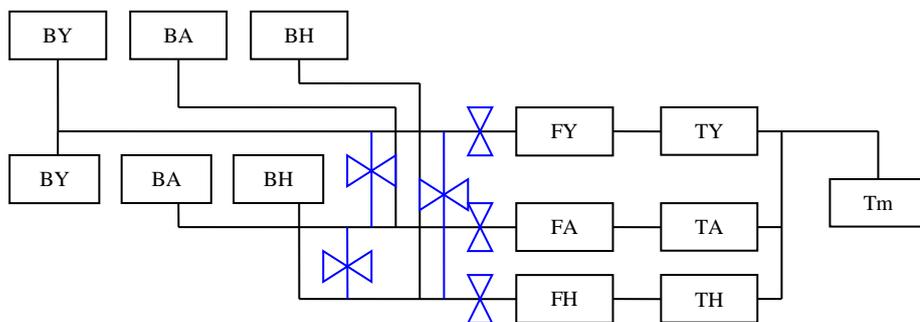


Figura IV-5. Circuitos de emergencia cuando uno de los filtros se rompe. Esto agrega flexibilidad.

De esta manera, todos los productos tienen la posibilidad de utilizar cualquiera de los otros dos filtros si es que el que utilizaban originalmente deja de funcionar. En este caso, esta disposición cuenta con flexibilidad en cuanto a continuar con la producción aún cuando un filtro tiene que ser reparado. Y tiene la ventaja de que se puede seguir con toda la producción programada porque si se rompe el filtro del huevo entero, se conecta a alguno de los otros dos filtros, y de esta manera se sigue procesando con el

otro filtro. Si se rompe el de la yema o la albúmina, se conectan al filtro del huevo entero, y de esta manera se sigue con la producción de yema y también de la albúmina.

4. Inversión

En la evaluación anterior, se tuvo en cuenta la instalación de dos filtros, por lo tanto la inversión y costo de mantenimiento marginales en el caso de dos filtros son nulos.

Si se opta por invertir en un tercer filtro, con las ventajas que se expusieron anteriormente, entonces la inversión marginal que se debería hacer el primer año es 6300\$. Los filtros tienen una vida útil de 10 años, por lo que se amortiza contablemente también en 10 años. Es decir, que las amortizaciones se verán incrementadas anualmente en 630\$. El cambio en la utilidad a lo largo de los años, se muestra en la última fila de la siguiente tabla, y como es una inversión, se cuenta con un mayor valor de bienes de uso, generando amortizaciones, con lo cual implica una disminución de utilidades (como muestra la siguiente Tabla IV-1):

Utilidad	Unidades	2005 Año 0	2006 Año 1	2007 Año 2	2008 Año 3	2009 Año 4	2010 Año 5	2011 Año 6	2012 Año 7	2013 Año 8	2014 Año 9
Utilidad (después de impuestos)- 2 filtros	\$	0	1.237	805.660	1.758.107	2.298.150	2.669.014	2.820.539	3.438.219	3.667.627	3.957.229
Utilidad (después de impuestos)- 3 filtros	\$	0	524	804.944	1.757.423	2.297.497	2.668.392	2.819.949	3.437.659	3.667.099	3.956.732
Utilidad marginal		0	-713	-716	-684	-653	-622	-591	-559	-528	-497

Tabla IV-1. Utilidades con las dos alternativas: 2 o 3 filtros.

Sin embargo, como se puede observar, no se tiene una importante disminución de utilidades, como máximo se pierden 713 \$/año, que implica un 58% de disminución el primer año (la máxima pérdida a lo largo de los años.) Pero cuando empiezan a subir las ventas, este porcentaje disminuye (porque las amortizaciones empiezan a ser apalancadas con las ventas) hasta llegar a un 0.0126% en el último año.

El valor actual del proyecto (VAN) disminuye de 8.483.724\$ a 8.478.578\$, es decir, 5416\$. El proyecto sigue siendo viable.

En cuanto a este aspecto, la mejor alternativa, es la de contar con dos filtros, sin embargo, los valores en que cambia la utilidad o el valor actual no son demasiado significativos como para contrarrestar al resto de las ventajas que tiene la instalación de 3 filtros.

5. Control del proceso

En cuanto a este aspecto, teniendo dos filtros, el control debe ser más preciso que si se cuenta con tres filtros porque al tener tres filtros, no es necesario controlar que se produzca la yema en simultáneo con la albúmina sino que se pueden producir cualquiera de los tres productos en cualquier momento ya que tienen tuberías y máquinas independientes unas de otras. En el caso de dos filtros, esto no es así, debido a que como se dijo anteriormente, es preferible que la albúmina y la yema se procesen al mismo momento para evitar que alguno de estos dos componentes quede mucho tiempo en el balde, y el producto final pierda propiedades y calidad. Es por eso que la atención debe ser mayor en este sentido si se cuenta con dos filtros.

6. Limpieza de tuberías

La limpieza de tuberías es recomendable porque sino lo que ocurre es que el producto anterior al que se produce en un momento determinado, puede quedar atrapado en los bordes de la tubería y ser arrastrado, y también puede llegar a quedar restos de cáscaras. Por otro lado, es necesario lavarlas para conservar la calidad del producto más allá de las impurezas que pueden aparecer por los demás productos que están circulando en las tuberías. Es por eso, que la limpieza es necesaria, por lo menos una vez al día.

En cuanto a la limpieza, es siempre preferible que las tuberías sean independientes para poder limpiar una tubería por vez, y detener la producción de un solo producto y no la de todos. Es por eso, que la mejor configuración en este sentido es la que se propone con tres filtros en lugar de dos, ya que la que tiene dos, se comparten tuberías y con tres filtros, se puede limpiar una tubería por vez, parando solo la producción de ese producto en particular.

En síntesis, a continuación se muestra el cuadro comparativo (Tabla -IV-2):

ASPECTO	2 filtros	3 filtros
Producción simultanea	Máximo 2 productos	Máximo 3 productos
Calidad del huevo	Impurezas	0% impurezas
Flexibilidad	Un filtro de flexibilidad	2 filtros de flexibilidad
Inversión	Sin cambios	\$6300 inversión marginal
Control del proceso	Mayor control	Menor control
Limpieza	Es necesario detener la producción de los 3 productos	Solo se detiene la producción de un producto

Tabla -IV-2. Comparación de alternativas entre 2 y 3 filtros.

Luego del análisis, se toma la decisión de instalar tres filtros, generando una mayor inversión inicial pero con ventajas que contrarrestan a la desventaja de la inversión inicial lo cual permite mejoras en el funcionamiento de las máquinas a lo largo de todo el período, y con menos control requerido. Para que la operación permita flexibilidad se realizan las conexiones para que cada producto pueda utilizar cualquier filtro en caso de ser necesario ya sea porque una máquina deja de funcionar o porque se necesite producir más de ese producto.

ANALISIS SOBRE LA CONEXIÓN ENTRE LOS TANQUES Y EL PASTEURIZADOR

La principal decisión es si instalar un sistema integrado de tuberías, o un sistema de tuberías que no esté integrado. La diferencia es que en el integrado, los tres productos diferentes se transportan por las mismas tuberías y mediante válvulas de direccionamiento, se derivan hacia un lugar u otro según tenga que continuar con el proceso. Como desventaja del sistema integrado, se tiene que se necesita una longitud total mayor de las tuberías y que al tener mayor cantidad de válvulas (son válvulas divisoras), la operación del sistema puede resultar más difícil y también más ruidosa. La ventaja es que la instalación se facilita al ser un sistema integrado que se instala como un módulo entero.

El sistema integrado puede permitir la carga y descarga por el mismo lugar, es decir, por abajo del tanque. De esta manera, el huevo que pasa por el filtro, se transporta hasta la parte inferior del tanque mediante la válvula de direccionamiento y luego que se decide llevar al pasteurizador, entonces se abren las válvulas que permiten llevar el huevo desde la parte inferior del tanque hasta el pasteurizador.

La carga y descarga del huevo por el mismo lugar no trae problemas de que no se cumple el sistema de almacenaje FIFO, debido a que dentro del tanque el agitador se encarga de homogeneizar el producto constantemente.

La otra alternativa, es cargar el huevo por la parte superior del tanque y descargarlo por debajo, instalando tuberías por separado para cada uno de los productos. Estas tuberías se unen en una central que llega hasta los pasteurizadores, pero no están todas enganchadas, sino que desembocan en un tramo central mediante válvulas ON-OFF, que se ponen en uno u otro estado según se quiera ir al pasteurizador1, o al pasteurizador2 o se quiera direccionar al tanque de mezclas. Requiere una instalación más ardua, y también se debe contar con una mayor altura de la planta debido a que en el caso en que el huevo se carga por la parte superior del tanque, las tuberías van por afuera, es decir que necesitan espacio externo al no estar por debajo del piso industrial.

Las tuberías superiores son las que vienen del filtro, y sus conexiones son como las descritas anteriormente con los tres filtros en serie con los tres tanques.

Para poder entender cuales son las dos alternativas a considerar, a continuación se muestran los dos esquemas de conexiones:

Sistema integrado

Con este sistema de conexiones, las tuberías se comparten, y la yema, albúmina y huevo entero se mueven direccionados por las válvulas que se encuentran en los cruces. Las tuberías que se comparten son las que se dirigen hacia el tanque de mezclas (Tm) desde los otros tres tanques, la que se dirige desde cada uno de los tanques hacia el punto en el cual las tuberías se dividen hacia cada pasteurizador y las que salen desde el punto de intersección hasta cada uno de los pasteurizadores (ver Figura IV-6.) Al compartirse, pueden quedar restos de un producto en cuanto se alterna la producción.

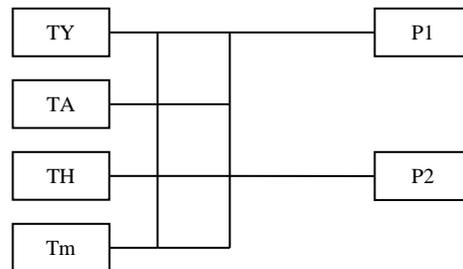


Figura IV-6. Sistema integrado de conexiones de tanques con pasteurizadores.

Tuberías independientes

En este sistema, cada tanque se carga por la parte superior desde el filtro y se descarga por la parte inferior dirigiéndose hacia los pasteurizadores. Mediante válvulas conectadas en cada una de las tuberías que salen de los tanques, se decide a que pasteurizador derivar el producto (ver Figura IV-7.) En este sistema no hay riesgo de que los productos se mezclen entre ellos debido a que se cuenta con válvulas ON- OFF que hacen que el tanque no descargue el producto si no se lo requiere.

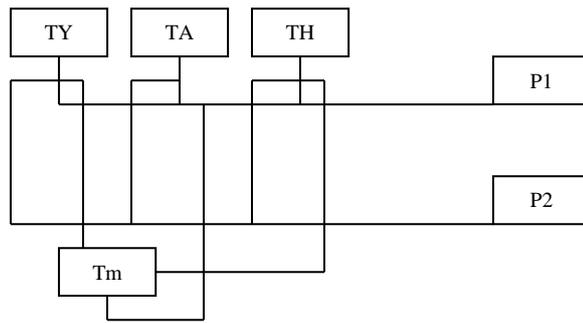


Figura IV-7. Sistema de tuberías independientes.

Por lo tanto, se opta por las tuberías independientes facilitando de esta manera el funcionamiento y mejorar la calidad del producto.

V. LAYOUT

ASPECTOS GENERALES

Como en el anterior estudio no se analizó el diseño del layout con gran profundidad debido a que estaba orientado hacia otros aspectos, en este trabajo se intenta lograr un layout óptimo. Al ser un producto cuya materia prima es muy frágil (ya que el huevo con cáscara se quiebra con facilidad) y por tratarse de un proceso continuo en el cual el huevo se transporta por medio de las tuberías ocasionándose pérdidas, es fundamental crear un buen diseño de la planta industrial. Un buen layout puede traer como consecuencia un mejor funcionamiento de la planta debido a menores pérdidas tanto por menores roturas de los huevos con cáscara como por menores pérdidas del huevo líquido en las tuberías, accesorios o elementos. Estas menores pérdidas en el proceso día a día pueden generar una importante reducción en los costos generando una mayor rentabilidad para la empresa.

La planta está subdividida en dos sectores: productos líquidos y productos en polvo. Estas dos plantas se deben conectar mediante tuberías por donde fluye el huevo líquido que debe ser deshidratado. A su vez, el sector de producción del huevo líquido estará subdividido en dos áreas denominadas “Zona 1: LIMPIA” y “Zona 2: SUCIA”. Esto se debe a que como se explicó anteriormente el huevo necesita extremo cuidado en su manejo y manipulación ya que puede ser contaminado ocasionando graves consecuencias para la salud humana. La zona 1 es una zona donde el cuidado es extremo ya que el huevo se encuentra en contacto con el aire (en esta etapa de la producción ya no cuenta con la cáscara como protección debido a que se la retiró en la quebradora.) La zona “limpia” cuenta con aire presurizado y filtrado y una vez que el personal haya ingresado a la misma, no se permite el ingreso ni egreso de la misma a ninguna otra persona. Los operarios que trabajen en esa zona utilizarán ropa lavada y desinfectada todos los días y se trabajará bajo condiciones de máxima higiene. El aprovisionamiento de insumos necesarios a este sector se realizará antes de comenzar el turno de forma tal que no sea necesario ingresar durante el turno aumentando la probabilidad de contaminación. Por lo tanto, en esta zona, sólo se encuentran los operarios que manejan las máquinas correspondientes al sector con su adecuada vestimenta. La zona 2 también debe contar con buena limpieza general, pero el control no es tan estricto ya que el huevo no se encuentra en contacto con el aire directamente debido a que todavía contiene la cáscara.

La planta deberá contar con los requerimientos sanitarios de construcción: pisos antiácidos, filtros sanitarios, circulación de personal restringida (como se aclaró anteriormente), salas presurizadas a temperatura constante requerida para cada una de ellas, y el transporte neumático de los productos.

Con respecto al layout presentado en la evaluación del proyecto hay mejoras debido a que como el estudio anterior no estaba orientado a la instalación de la planta específicamente, no se tomaron en cuenta algunas consideraciones importantes que el inversor debe conocer si decide invertir en el proyecto.

La primera consideración importante es que la planta se construirá en dos etapas, ya que las inversiones fueron previstas en dos etapas. La producción del proyecto está estimada para empezar en el año 2006, comenzando con la instalación de la primera parte de la planta en el año 2005. A continuación se expondrá el cronograma de inversiones en máquinas (activo fijo) presentado en el análisis anterior (Tabla V-1):

Cronograma de inversiones de las máquinas											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Lavadora	1			1							
Ovoscopio	1										
Quebradora	1			1							
Filtro	2										
Pasteurizador	1			1							
Tanques	4										
Spray	1										

Tabla V-1. Cronograma de inversiones de las máquinas

Por lo tanto, se diseñan dos plantas, una que funcionará desde el año 2006 hasta el 2008 y una segunda que será la ampliación de la primera (mediante una expansión de los módulos constructivos) y que funcionará en el resto del período analizado. Se opta por esta decisión debido a que permite mayor flexibilidad para evaluar si transcurridos los tres primeros años conviene ampliar la planta para aumentar la producción como se pensó desde el primer momento.

Así, la primera planta está diseñada para que funcionen las máquinas que se instalan en el 2005 y la segunda contiene las máquinas que se instalan en el 2005 así como las que se agregan en el 2008.

EXPLICACION DEL LAYOUT

Sectores

Como se describió anteriormente, la planta está dividida en dos: una para la producción de huevo líquido y otra para la producción de huevo en polvo. A su vez, la planta de huevo líquido está dividida en dos sectores: zona limpia y zona sucia.

Tipo de layout

Dado el tipo de producto (el huevo es un producto cuyo proceso es continuo), el tipo de layout a emplear será por línea para la producción de huevo líquido y por proceso para la producción de huevo en polvo.

Corrección del proyecto anterior en las máquinas a instalar

Las máquinas quebradoras que se presentaron en el layout anterior presentan un error debido a que para las capacidades que se requiere en el proyecto, la quebradora que tiene compatibilidad con la lavadora que se eligió, no es del tipo carrousell, sino que es del tipo lineal. Esto si bien no presenta un problema de operación, presenta diferencias en la instalación de la planta. Es por este motivo, que el diseño de la instalación cambia debido a que se deberá contar con un espacio con otras dimensiones. Como se puede ver en el layout, la lavadora continúa con la quebradora lineal separadas por un tabique interno por estar en distintos sectores de la planta con distintos requerimientos.

En el proyecto anterior se había decidido disponer desde un primer momento de dos filtros en paralelo, porque son máquinas muy delicadas que pueden dejar de funcionar por obstrucciones. Esta decisión es debido a que si hay un solo filtro éste se puede romper y de esta manera la planta debe parar la producción y el huevo con cáscara que se empezó a procesar se pierde. Sin embargo, según lo analizado en esta profundización de ingeniería, se decide instalar un filtro más que lo que se detalló en la evaluación anterior (3 filtros.) Como se explicó, esta decisión no es debido a que es necesario un aumento de capacidad sino que es mejor para el funcionamiento de la planta.

El spray también es distinto al mencionado en el análisis anterior ya que se decide instalar uno de tipo horizontal, ya que para este tamaño de planta, es más apropiado que el spray que se había decidido instalar en el anterior estudio que era uno de tipo vertical.

Depósitos

- Depósito de materia prima (huevos con cáscara)

Este depósito tiene que estar pensado para almacenar la cantidad de cajones de huevos frescos para el máximo nivel de stock a almacenar en un determinado mes y año. El stock de materia prima calculado para cada uno de los meses corresponde a dos días, como fue especificado en el estudio anterior. Se trata de un almacén a piso, debido a que se trata de una materia prima muy delicada con alto riesgo de quebraduras. Es por eso que la superficie se hace bastante grande. Sin embargo, en una primer instancia se construirá parte de este depósito debido a que es una superficie muy grande, y esta decisión da mayor flexibilidad al proyecto. De esta manera, si se encuentra que no hace falta contar con demasiado stock (capital de trabajo) debido a que los proveedores ya son conocidos y por lo tanto la confianza y la responsabilidad ya están establecidas entre la empresa y las granjas, entonces se puede decidir no ampliar el depósito y seguir trabajando con el que está instalado al principio.

La planta diseñada para el año 2006, cuenta con un depósito de materia prima calculado para 54 pallets, es decir 1728 cajones de huevos con cáscara (32 cajones/ballet.) En la Tabla V-2 a continuación se muestra para cada año el mes más comprometido en cuanto a stock de materia prima (noviembre) y se observa que el depósito es suficiente para almacenar la materia prima hasta el año 2008. Como en el año 2009 se amplía la planta, se aprovecha también para aumentar la capacidad del depósito de materia prima. Se amplía un módulo estructural (ver apartado de módulos) y por lo tanto, se cuenta con una capacidad de 96 pallets, es decir: 3072 cajones. Esta capacidad alcanza hasta el último año del proyecto. Este depósito se amplía hacia la parte de atrás de la planta, y su expansión es de fácil construcción ya que sigue el orden espacial de los módulos y la puerta de entrada al depósito sigue estando en el mismo lugar.

Máximo Stock materia prima	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Unidades	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov	Nov
cajones		480	1050	1640	1952	2171	2229	2561	2657	2793								

Tabla V-2. Máximo stock anual de materia prima (huevos con cáscara.)

- Sala de envasado de contenedores de 1000 Kg para huevo líquido

La sala de envasado de huevo líquido en los contenedores de 1000 Kg es una sala en donde llega la tubería desde los pasteurizadores, y no tiene lugar para stock, debido a que no es necesario, por el tipo de producto que es perecedero, por lo cual es fundamental despachar en el mismo día. Si bien no hay espacio para tener stock, hay lugar para varios tanques pequeños para esperar a ser cargados en el camión según el pedido.

- Depósito de producto terminado (huevo en polvo)

Este depósito, sí tiene que tener una superficie capaz de almacenar el stock máximo que se presente en el primer año de la evaluación del proyecto debido a que la producción de huevo en polvo va disminuyendo a lo largo de los años. Como va disminuyendo, es que al principio se tiene que almacenar el máximo nivel del stock. De esta manera, si se dimensiona para el primer año, el espacio para los demás años es suficiente. El stock máximo es 154 cajones como muestra la siguiente tabla (Tabla V-3):

Máximo Stock huevo en polvo	Unidades cajones	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Oct									
		154	154	153	152	152	152	152	152	152	152

Tabla V-3. Máximo stock anual de huevo en polvo.

De la tabla anterior es útil realizar algunas aclaraciones para poder entender como se dimensiona el depósito de huevo en polvo. Los 154 cajones son equivalentes a 3326 Kg de huevo. Si cada caja tiene 15 Kg de huevo en polvo (10 bolsas de 1,5 Kg cada una), entonces el depósito tendrá que almacenar 220 cajas. Las cajas tienen dimensiones de 30cm*30cm*30cm, si se supone que se pueden apilar en 4 niveles (1.20 m de altura), entonces, se necesita una superficie de 44 cajas a nivel de piso. Para darle un poco de espacio extra al depósito, se lo dimensiona para almacenar 48 cajas (es decir, 6 cajas * 8 cajas, que representa una superficie de 1.8m * 2.4m). Para que exista tolerancia, se dimensiona el depósito con estas medidas: 2.5m*3m.

Administración

La administración es diseñada para que pueda trabajar todo el personal que se describió en el estudio de ingeniería: un gerente general, dos personas en el área comercial, dos personas en producción, 1 persona en Recursos Humanos, y dos personas en Administración y Finanzas.

Flujo de materiales y personas

- Máquinas

Las máquinas deben estar contiguas al proceso precedente para que el huevo pueda seguir su recorrido de la forma más corta y directa posible. Cada máquina tiene sus requerimientos de ambiente, y como se mencionó, algunas pertenecen a la zona sucia y otras a la zona limpia. Las máquinas del sector de secado, se encuentran en la planta del

secado, y reciben el huevo líquido desde la planta de huevo líquido (el huevo que no fue envasado ni en contenedores ni en el camión cisterna.)

- Volquete

El volquete para las cáscaras debe encontrarse en la parte externa de la planta. Como es un sector sucio debe encontrarse lejos de la recepción de materia prima debido a que los huevos con cáscara se encuentran en contacto con el aire y las cáscaras generan contaminación. No es importante que se encuentre lejos del envasado del producto terminado, debido a que o bien se llenan contenedores de 1000 Kg. dentro de la sala de envasado en el interior de la planta o bien se conecta una tubería al camión cisterna sin tener contacto con el aire externo a la fábrica. Es por esto, que no hay riesgo de contaminación con el huevo líquido industrializado. Tampoco hay riesgo con el producto en polvo debido a que éste como se explicó en el proceso, se envasa en bolsas dentro de cajas que se almacenan en el depósito dentro de la planta hasta que se cargan en los camiones, sin tener contacto de esta manera con el exterior de la planta.

- Planta de secado

La planta de secado recibe el sub-producto líquido desde la planta de huevo líquido desde el último proceso que es la pasteurización del huevo. Es por este motivo que es conveniente que la planta de secado se encuentre cerca de los pasteurizadores. Tratando de reducir esta distancia, se reduce la longitud de las tuberías que transportan el huevo desde el pasteurizador hasta el spray, minimizando también las pérdidas del huevo y la energía que necesita la bomba para transportar el huevo desde un lugar a otro, reduciendo además el tiempo de proceso.

En el proyecto anterior se tuvo en cuenta que el spray debía encontrarse en una zona alejada debido a que los martillazos para que cayera el huevo que quedaba en las paredes producían un ruido molesto para los operarios. Sin embargo, al evaluar con mayor detalle, existe en el mercado el spray horizontal, que sirve para plantas pequeñas (esta planta puede operar con este spray), el cual no genera ruidos importantes. Es por esto, que no es necesario que la planta de secado se encuentre alejado de los demás sectores, ya que las paredes tienen las consideraciones suficientes como para evitar el traspaso del ruido de la operación.

Por lo explicado anteriormente, también es conveniente que se encuentre cerca de la administración ya que el personal administrativo tiene que controlar la producción de su producto más caro y las exportaciones requieren ciertas exigencias que tengan que ser controladas día a día. Al reducir la distancia, el control puede ser mayor.

- Depósito de producto terminado huevo en polvo

Desde el embalado las cajas se almacenan en el depósito de producto terminado de huevo en polvo, es por esta razón que el depósito debe estar cercano al sector de embalado.

Para mayor orden general, es conveniente que el depósito de producto terminado en polvo se encuentre cerca de la sala de envasado de huevo líquido, para que los camiones que entran a la planta puedan dirigirse al sector de producto terminado directamente y dependiendo de la ruta o el pedido puedan cargar las cantidades de huevo líquido o en polvo según corresponda en el mismo lugar del predio. No es fundamental que esté cerca del depósito de materia prima ya que no existen sinergias entre las dos operaciones.

- Administración

La administración debe estar en un lugar central, es decir en un lugar donde el personal que trabaja en este sector, pueda movilizarse hacia cualquier sector de la planta con facilidad. En el layout anterior la administración estaba muy lejos de la planta de secado, y esto genera que las personas que trabajan en la administración pierdan mucho tiempo en desplazarse de un lugar a otro. Además, es importante que esté en el frente del predio, así la gente que ingresa puede encontrarla rápidamente.

Por otro lado, no debe interferir con las futuras expansiones de la planta, ya que las zonas que se expandirán son las áreas productivas. En el caso de que trabaje más gente en el sector administrativo, se ampliará ese sector pero dentro del espacio que se establece en un primer momento.

Es por eso, que la ubicación más apropiada es el frente de la planta y cerca de todos los sectores productivos y depósitos.

- Pasillo interno

Se cuenta con un pasillo interno que conecta la planta productiva con el sector administrativo y los vestuarios. De esta manera los sectores se mantienen separados y a su vez, se tiene un acceso rápido a la planta, sin tener que desplazarse largas distancias.

- Docks de recepción y expediciones

Los horarios de la expedición de huevo líquido y la del huevo en polvo están superpuestos y las condiciones de los depósitos también son diferentes, por lo tanto, se necesitan dos docks distintos. El dock de huevo líquido funcionará por lo tanto para

cargar camiones cisterna así como también camiones más pequeños con tanques de 1000 litros de huevo que se cargan con zorras. El dock de huevo en polvo no requiere condiciones especiales, ya que las cajas que contienen el huevo en polvo, se trasladan mediante zorras hacia el interior de una camioneta (al alcanzar la capacidad para la cantidad que se estima exportar).

Los insumos (sal y azúcar) podrán ser descargados por el mismo dock de descarga que la materia prima debido a que la descarga es de las mismas características: por culata y con zorras.

A la entrada del predio se deberá colocar una balanza para pesar los camiones a la entrada y salida del mismo para corroborar que las cantidades que se traen o se llevan son las correctas. Al lado de la balanza se colocará una portería para llevar un control de las entradas y salidas tanto del personal de la empresa como de los camiones y terceros que ingresen al predio.

DISEÑO DEL LAYOUT

Por todo lo explicado anteriormente, se procede a encontrar el layout óptimo para el funcionamiento de la planta industrializadora del huevo. Se utiliza el *método de construcción basado en gráficos*, método que se utiliza para diseñar nuevos layouts. Si bien, se contaba con un layout, se decide aplicar el método para optimizar los espacios y asegurarse de que el layout encontrado tenga las mejores ubicaciones de los elementos dentro de la planta en cuanto a facilitar el movimiento del material acortando distancias y generando menores pérdidas y mayor rapidez de producción.

El método consiste en asignar a cada relación entre sectores con un “peso” (un factor numérico) que simboliza la importancia de cercanía entre dichos sectores. Lograr aquella configuración de layout, que logre la mayor suma de pesos, indicará la alternativa óptima. Si bien determina cuantitativamente la mejor alternativa, no incorpora el factor costo dentro de la cuantificación.

Como primer paso, se establecen los pesos de las relaciones funcionales entre sectores. Los sectores para considerar su adyacencia son los siguientes:

1. Depósito Materia Prima
2. Lavadora- quebradora
3. Filtro
4. Tanques
5. Pasteurizador
6. Sala de envasado huevo líquido

7. Planta de secado
8. Depósito Producto Terminado huevo en polvo
9. Administración
10. Vestuarios
11. Volquete

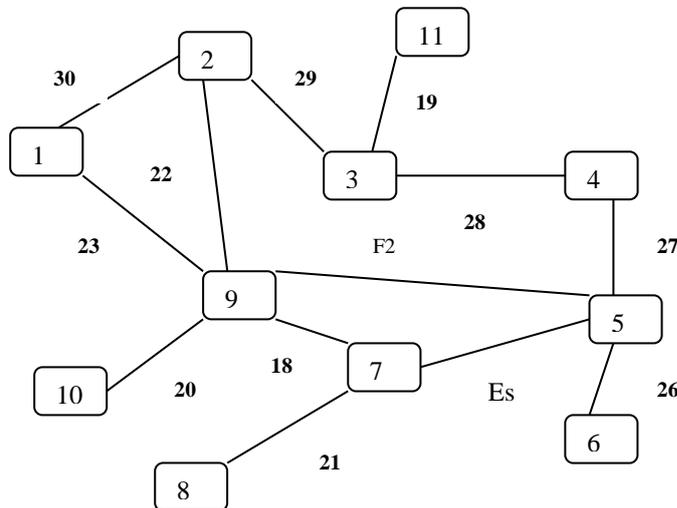


Diagrama V-1. Pesos entre los distintos sectores.

Los pesos (ver Diagrama V-1) se asignaron en función básicamente del proceso y del movimiento de materiales (como lo explicado en flujo de materiales y personas), en este caso el huevo se transporta mayoritariamente por tuberías. Es fundamental que la lavadora se encuentre próxima al depósito de materia prima para evitar roturas de huevos que se producen con el movimiento de los mismos. Luego, los procesos sucesivos se deben encontrar adyacentes para evitar pérdidas en las conexiones entre las máquinas y en el caso de la quebradora y el filtro, es necesario también que se encuentren cercanos porque como se explicó el huevo cuando sale de la quebradora está en contacto con el aire.

Luego del pasteurizador, es preferible que los procesos siguientes sean adyacentes al mismo, para generar menores pérdidas de huevo dentro de las tuberías.

La administración se debe encontrar en un sector lo más centralizado posible por lo explicado anteriormente.

El volquete debe estar cercano, o directamente conectado con la última parte de la quebradora.

El siguiente paso, es elegir los nodos con mayor peso, en este caso: 1 y 2 (con un peso de 30.) De esta manera, se evalúan los demás nodos con respecto a estos dos y el que obtenga la mayor suma de pesos será el próximo sector a conectar con los nodos 1 y 2. Se repite el mismo proceso para todos los nodos hasta que todos los nodos (o sectores) queden conectados y con su ubicación espacial establecida.

Sector	1	2	Total
3	0	29	29
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	23	22	45
10	0	0	0
11	0	0	0

Tabla V-4. El sector 9 es el que obtiene la suma mayor.

Como se puede ver en la Tabla V-4, el sector que tiene la suma mayor con los sectores seleccionados anteriormente 1 y 2, es el sector 9. Por lo tanto, se une el sector 9 a los dos sectores anteriores. En el siguiente diagrama (Diagrama V-2) muestra a los tres sectores conectados.

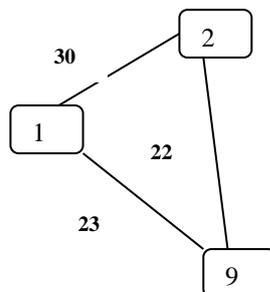


Diagrama V-2. Unión de los 3 sectores con mayor peso entre ellos.

Una vez que están estos tres sectores conectados, se hace lo mismo con los demás sectores. La siguiente tabla (Tabla V-5) muestra los pesos del resto de los sectores con respecto a los sectores 1,2 y 9.

sector	1	2	9	Total
3	0	29	0	29

4	0	0	0	0
5	0	0	25	25
6	0	0	0	0
7	0	0	18	18
8	0	0	0	0
10	0	0	20	20
11	0	0	0	0

Tabla V-5. El sector 3 es el que obtiene la suma mayor.

Como se puede observar, el sector 3 es el que obtiene el Total más alto. Es por eso que en el Diagrama V-3 se muestra al sector 3 unido al sector 2 (que es con el único sector de los tres que se conecta mediante un peso):

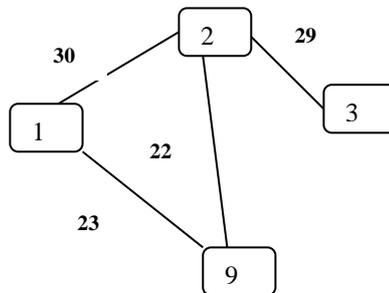


Diagrama V-3. Se conecta el sector 3 al sector 2 con el cual tiene el mayor peso.

Ahora quedan conectados los sectores 1, 2, 9 y 3. En la Tabla V-6 se muestran los pesos con respecto a los sectores ya unidos.

Sector	1	2	9	3	Total
4	0	0	0	28	28
5	0	0	25	0	25
6	0	0	0	0	0
7	0	0	18	0	18
8	0	0	0	0	0
10	0	0	20	0	20
11	0	0	0	19	19

Tabla V-6. El sector 4 es el que obtiene la suma mayor.

Como se puede observar, el sector 4 es el sector que obtiene el mayor peso. Por lo tanto en el Diagrama V-4 se conecta el sector 4 al sector 3 que es con el que tiene conexión.

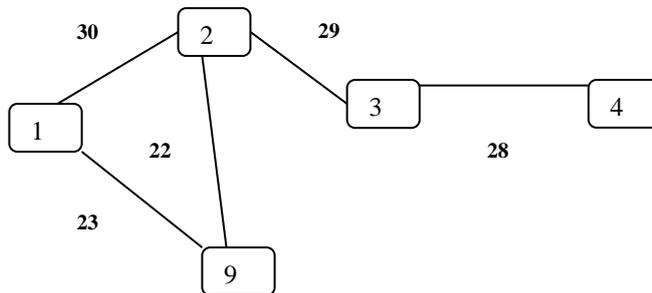


Diagrama V-4. Se conecta el sector 4 con el 3 con el cual tiene el mayor peso.

Nuevamente se evalúan las conexiones de los sectores que aún no están conectados con los sectores que sí lo están. En la Tabla V-7 se muestran los pesos:

Sector	1	2	9	3	4	Total
5	0	0	25	0	27	52
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	18	0	0	18
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	20	0	0	20
11	0	0	0	19	0	19

Tabla V-7. El sector 5 es el que obtiene la suma mayor.

Como se puede observar, el sector 5 es el que obtiene la mayor suma, es por eso que se lo conecta con los sectores 9 y 4, como se muestra en el Diagrama V-5.

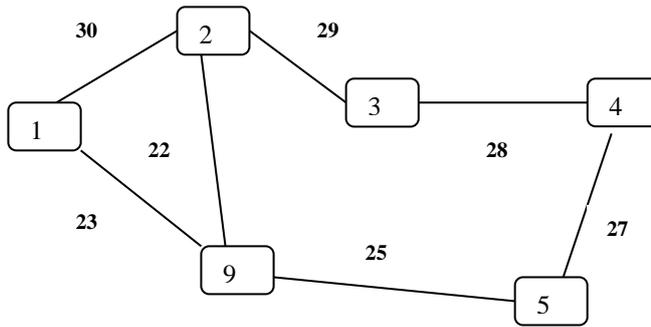


Diagrama V-5. Se conecta el sector 5 con el sector 4 y 9 con cuales tiene mayores pesos.

Siguiendo con el proceso, en la Tabla V-8 se muestran los pesos de los sectores sin conectar con los ya conectados.

Sector	1	2	9	3	4	5	Total
6	0	0	0	0	0	0	26
7	0	0	18	0	0	24	42
8	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	20	0	0	0	20
11	0	0	0	19	0	0	19

Tabla V-8. El sector 7 es el que obtiene la suma mayor.

El sector 7 es el que obtiene la mayor suma, y por eso se lo conecta a los sectores 9 y 5, como muestra el Diagrama V-6.

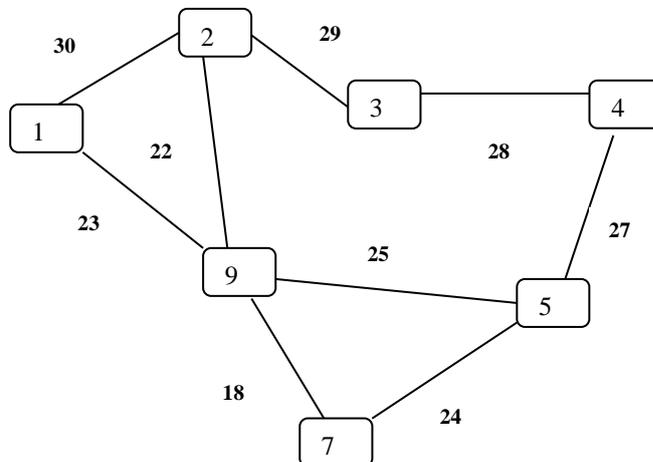


Diagrama V-6. Se conecta el sector 7 con los sectores 9 y 5 con cuales tiene mayor peso.

Se continúa con el proceso, a continuación en la **Tabla V-9** se muestran los sectores con los pesos correspondientes:

Sector	1	2	9	3	4	5	7	Total
6	0	0	0	0	0	26	0	26
8	0	0	0	0	0	0	21	21
10	0	0	20	0	0	0	0	20
11	0	0	0	19	0	0	0	19

Tabla V-9. El sector 6 es el que obtiene la suma mayor.

Se puede ver que el sector 6 es el que obtiene la mayor suma total, es por eso que se lo conecta al sector 5, como se muestra en el Diagrama V-7.

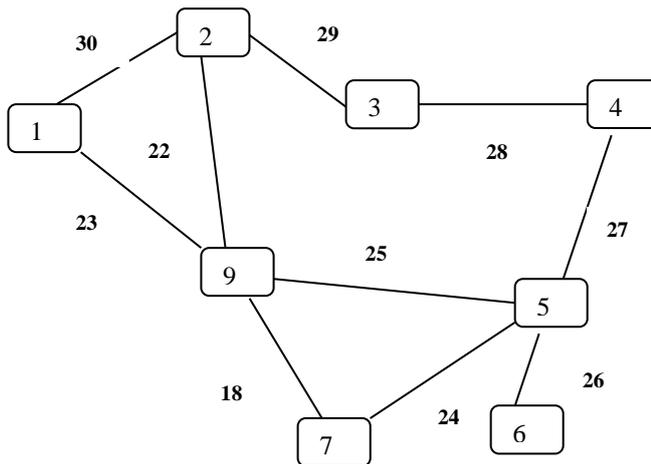


Diagrama V-7. Se conecta el sector 6 con el sector 5 por ser mayor el peso entre ambos.

A continuación, en la Tabla V-10 se pueden ver los pesos de los distintos sectores:

Sector	1	2	9	3	4	5	7	6	Total
8	0	0	0	0	0	0	21	0	21
10	0	0	20	0	0	0	0	0	20

11	0	0	0	19	0	0	0	0	19
----	---	---	---	----	---	---	---	---	----

Tabla V-10. El sector 8 es el que obtiene la suma mayor.

El sector que tiene la mayor suma es el sector 8. A continuación, en el Diagrama V-8 se muestra a este sector conectado con el sector 7.

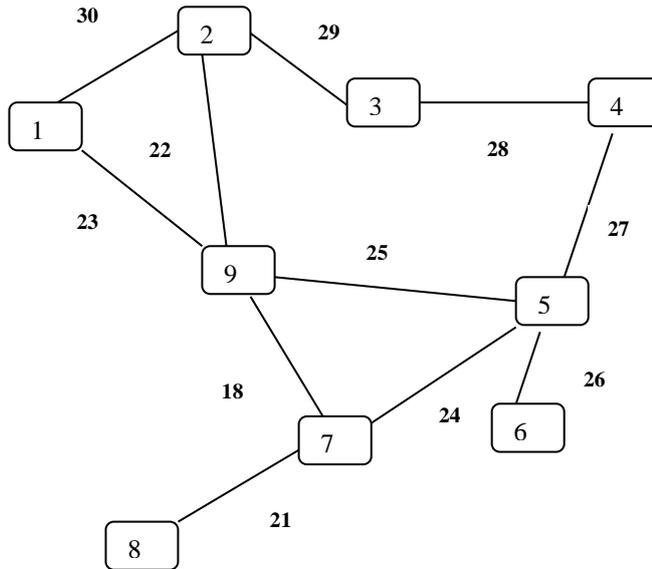


Diagrama V-8. Se conecta el sector 8 con el 7, por resultar mayor el peso entre ellos.

En la Tabla V-11, se sigue el mismo procedimiento:

Sector	1	2	9	3	4	5	7	6	8	Total
10	0	0	20	0	0	0	0	0	0	20
11	0	0	0	19	0	0	0	0	0	19

Tabla V-11. El sector 10 es el que obtiene la suma mayor.

Como surge de la tabla anterior, el sector 10 tiene mayor suma que el 11. Es por eso que a continuación en el Diagrama V-9 se conecta el sector 10 con el 9 y el 11 con el 3.

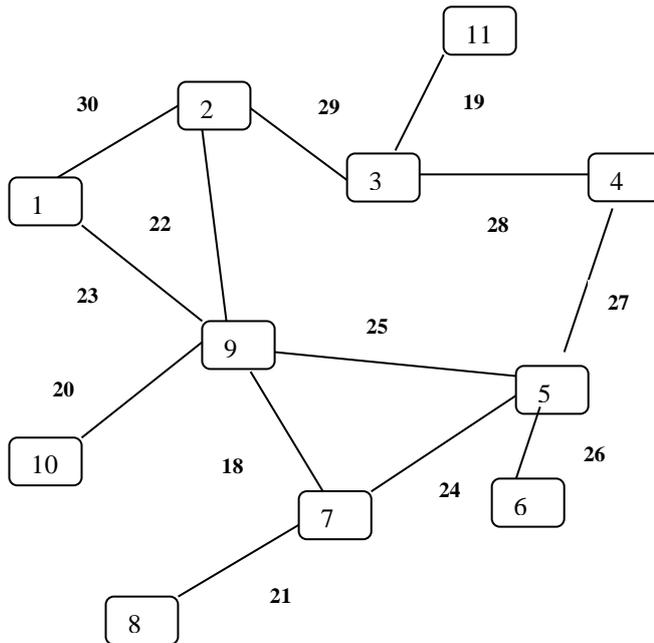


Diagrama V-9. Se conecta el sector 10 al 9 por tener el mayor peso.

Mediante el método de los gráficos, se realiza el primer diagrama en bloques con los sectores que resultaron con mayor peso de adyacencia (ver Diagrama V-10):

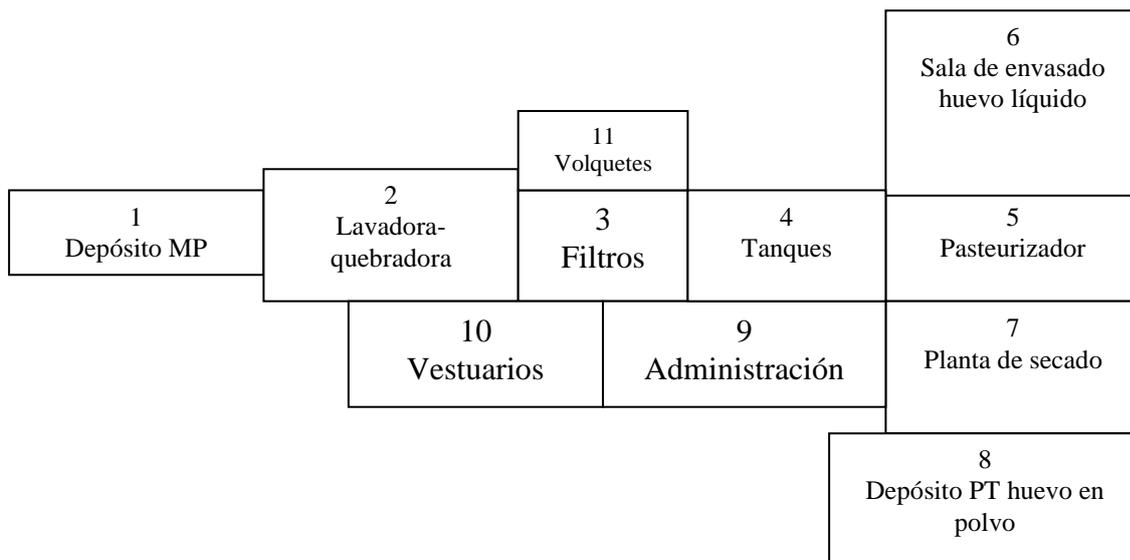


Diagrama V-10. Layout preliminar. Se conectan los sectores según el proceso anterior mediante la conexión por pesos.

Por lo tanto, luego de haber encontrado las adyacencias que mejor se acomodan al flujo de materiales, se diseña el layout con las superficies reales para cumplir con los espacios requeridos para cada uno de los sectores y máquinas.

MODULACIÓN

En este proyecto, se diseña la planta industrial en base a un sistema modular. En el proyecto anterior esto no fue hecho de esta manera y esto puede tener consecuencias al intentar construir la planta debido a que pueden quedar columnas en lugares no apropiados. Por otro lado, se perderían los beneficios que trae el diseño y construcción modular.

La modulación tiene básicamente tres beneficios:

- Coordinación de sistemas:
 - Reducción del tiempo de planificación: en este proyecto, al diseñar la primera planta con módulos, la segunda parte de la planta se diseña con los mismos módulos realizando las correspondientes ampliaciones.
 - Racionalización de los materiales generando una disminución en las inversiones y un menor tiempo de ejecución.
 - Reducción de elenco de medidas en los componentes (estructura y cerramiento).
 - Isotropía espacial facilita el tendido de las redes de distribución.
- Crecimiento y expansiones:
 - El crecimiento por módulos enteros permite mantener el orden general del predio.
 - La ampliación para la segunda etapa resulta menos complicada al emplear “kits” conocidos.
- Cambios funcionales:

- Posibilidad de intercambio y/o relocalizaciones de componentes

- Disminución de requerimientos para planificar cambios, aún con el edificio en construcción.

Los módulos constructivos de la planta son de 4mx10m, éstos son los que definen la ubicación de las columnas que serán el sostén de la planta. Las columnas al definir los módulos no pueden interferir con el movimiento de materiales, equipos o personas, por lo tanto tienen que estar ubicadas de modo tal que sea posible el correcto funcionamiento de la planta. En el layout que se detalla más adelante, se puede ver su ubicación. Esto es una mejora con respecto al layout anterior debido a que la realidad exige la construcción mediante el esquema modular.

Los módulos serán la base para la ampliación en el año 2008. Es decir, que la segunda planta que incluye a la primera, se construye con los mismos módulos que la primera. Esto se puede observar en el layout. Esta es una de las características funcionales de los módulos ya que se puede construir anexando la construcción inicial con la nueva. De ser de otra manera, se complicaría la planificación y la construcción.

La planta que funcionaría desde el año 2006 hasta el año 2008 inclusive tiene una superficie de planta industrial de 320 m², la planta que se instalará para la producción de los años restantes tiene una superficie de planta industrial de 480 m².

COMPARACIÓN DE LAYOUTS

Superficie

Las superficies para las plantas diseñadas en el proyecto anterior y en este proyecto, se muestran en la siguiente tabla (Tabla V-12):

Superficies	Layout anterior	Layout nuevo
2006		
Planta	1020	360
Logística	5980	1080
Total Superficie año 2006	7000	1440
2009		
Planta	1020	480
Logística	5980	960
Total Superficie año 2009	7000	1440

Tabla V-12. Comparación de superficies de los dos layouts.

Cabe aclarar que la planta se refiere al sector productivo únicamente, mientras que la superficie logística incluye el sector administrativo, las playas de maniobra y estacionamiento y los vestuarios para los operarios.

Tiempo entre pasteurizador y spray

Como se mencionó anteriormente, una de las mejoras que se realizó en cuanto al layout anterior, es haber sugerido la posibilidad de instalar un spray con dimensiones más pequeñas y de tipo horizontal. El que se había propuesto anteriormente era de tipo vertical, requería mucha altura de edificio y además era una zona muy ruidosa dentro de la planta, es por ese motivo que se debía encontrar lejos del sector administrativo. Como en esta planta se instala un spray silencioso, el pasteurizador se encuentra más cerca del spray. Esto trae como consecuencia distancias más cortas entre estos sectores y por lo tanto el huevo se traslada en menos tiempo entre un sector y el otro. Para observar la mejora en términos cuantitativos, se comparan las distancias del anterior layout y el propuesto en este trabajo (ver Tabla V-12):

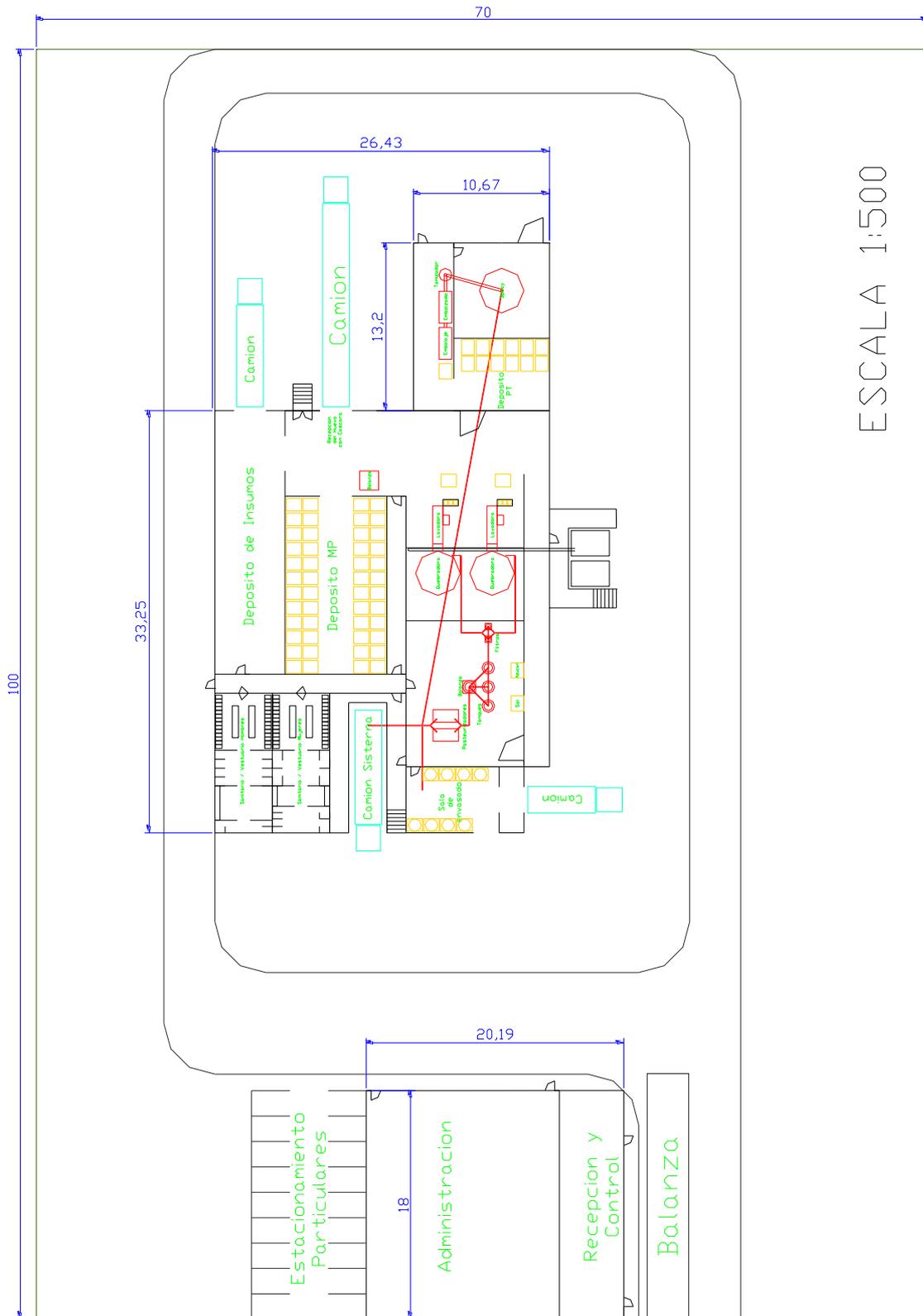
Distancia entre pasteurizador y spray (m)	Layout anterior	Layout nuevo
	35	13,5

Tabla V-13. Comparación de distancias entre pasteurizador y spray de los dos layouts.

Como se puede observar, la distancia es mucho menor en la planta actual. Para estimar el tiempo que se gana con esta modificación, se parte de la velocidad del huevo en la tubería. El caudal promedio en este tramo de la tubería es de 2199 litros/hora. El área de la tubería es de 0.00202683 m². Sabiendo que $Q = V * A$, entonces, $V = 0.3$ m/s. Por lo tanto, el tiempo que tardaba en trasladarse de un sector a otro con el layout anterior es de 117 s, y en el nuevo layout este tiempo es de 45 s, por lo tanto se logra una reducción del 62% en el tiempo de traslado.

Layout anterior presentado en la evaluación del proyecto Industrialización del huevo

El Diagrama V-11 muestra el anterior diagrama del layout.



Layout optimizado Planta 2006

Ver archivo de Autocad anexo Planta 2006

Layout optimizado Planta 2009

Ver archivo de Autocad anexoPlanta 2009

Cuadro resumen de la comparación de layouts

A continuación, en la tabla resumen Tabla V-14, se pueden observar las características de los dos layouts (el que se propone en este proyecto y el propuesto en el proyecto anterior):

Aspecto	Layout anterior	Layout nuevo
Superficie	7000 m ²	1440 m ²
Tiempo entre pasteurizador y spray	117 seg	45 seg
Modulación	No	Si (4m*10m)
Depósito MP	1536 cajones	3072 cajones
Especificación de Accesorios	No	Si
Detalle de Conexiones	No	Si
Máquinas adecuadas	No	Si (quebradora existente en el mercado, spray más pequeño, un filtro más para mejorar el funcionamiento)

Tabla V-14. Comparación de layouts.

Si se observa el cuadro comparativo anterior, se puede concluir que se logra una mejora en el layout de la planta industrializadora de huevos con respecto al presentado en el anterior trabajo.

El análisis y la profundización del proceso, traen como consecuencia una mejor planificación y diseño de la planta. Esto se logra porque se establece la manera óptima de movilizar al producto.

VI. ACCESORIOS

BOMBAS

Las bombas son necesarias y fundamentales para hacer mover la producción de esta planta. Sin ellas, la posibilidad de que la planta funcione es nula. En la evaluación anterior esta consideración no se tuvo en cuenta, y por lo tanto, los costos y el funcionamiento de la misma si bien eran menores, no eran reales.

Es por eso que en cada lugar donde sea necesario mover al huevo desde un proceso hacia otro, será necesario especificar las características de la bomba, mediante los cálculos correspondientes para conocer la presión que esa bomba necesita levantar.

Balde yema (huevo entero) - filtro yema (huevo entero) - tanque yema (huevo entero)

Para estos dos productos (yema o huevo entero) se utiliza una bomba centrífuga, ya que no hay riesgo de que el huevo pierda sus propiedades y calidad mediante la rotación de la bomba (porque la albúmina es el componente que tiene propiedades emulsionantes.) El cálculo para dimensionar las bombas que moverán la yema y al huevo entero por las tuberías es igual, a diferencia que las longitudes de las tuberías pueden diferir debido a que las máquinas de los distintos productos se encuentran ubicados en distintos lugares dentro de la planta; además, la viscosidad de los productos también es diferente. De esta manera, se hallará la expresión de la presión que debe levantar la bomba en forma genérica y luego se reemplazan los valores de longitudes correspondientes a la yema o al huevo entero. El siguiente esquema (Figura VI-1) de conexiones sirve para definir algunos puntos genéricos para luego entender las ecuaciones planteadas:

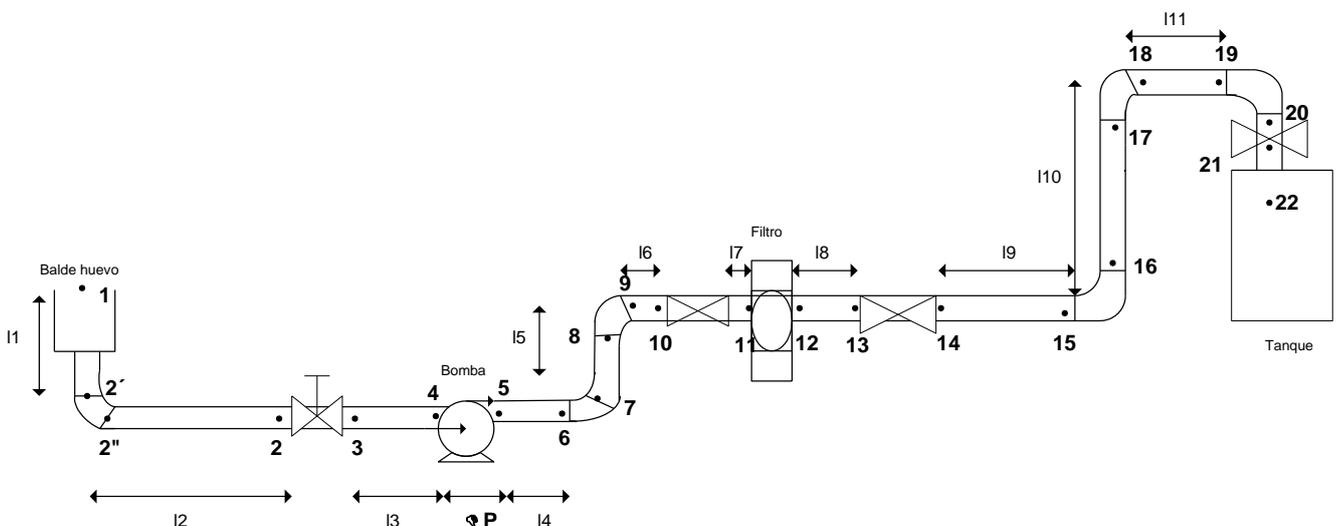


Figura VI-1. Conexión entre el balde y el tanque correspondiente

A continuación se presentan las ecuaciones para poder hallar $\Delta P = P_5 - P_4$ con el fin de conocer la presión que debe levantar la bomba y poder dimensionarla. Cabe aclarar que se trabajará con presiones absolutas. Para poder conocer la columna que debe levantar la bomba en este tramo de la instalación ($\Delta P = P_5 - P_4$), se plantean las ecuaciones de energía de Bernoulli, y se tienen en cuenta las pérdidas producidas por los accesorios.

$$\text{Puntos 1-2'} \quad \frac{P_1}{\rho_1 * g} + \frac{v_1^2}{2 * g} + z_1 = \frac{P_2'}{\rho_2' * g} + \frac{v_2'^2}{2 * g} + z_2' + \underbrace{\frac{v^2}{2 * g} * f * \frac{l_1}{D}}_{\text{Pérdida en la tubería}} \quad [\text{m}]$$

Pérdida en la tubería

En donde:

- P_i = Presión en el punto i, expresada en Pa
- ρ_i = densidad del huevo, expresada en Kg./m³
- g = gravedad, expresada en m/s²
- v = velocidad del huevo por a tubería, en m/s
- z_i = altura que significa energía potencial, en m
- l_i = longitud de tubería del tramo i, en m
- $f = f_{\text{laminar}}$ = coeficiente de fricción = $64 / \text{Re}$, un número adimensional (esta expresión se puede usar si $\text{Re} < 2000$)
- $\text{Re}_{\text{tubería}}$ = número de Reynolds = $V * D / \nu$, donde V es la velocidad del huevo en la tubería, D el diámetro de la tubería, y ν es la viscosidad del huevo expresada en m²/s.

Considerando que la superficie del balde está siempre en el mismo nivel, y por lo tanto en un estado estacionario, es posible reemplazar a V_1 por 0. Al estar el balde en contacto con el aire (no tiene tapa), se toma que el punto 1, tiene presión atmosférica. Cada distancia es reemplazada por la longitud correspondiente (que se obtiene del layout) que se puede observar en la figura anterior: $Z_i = l_i$. Por lo tanto, según lo explicado, la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{P_{\text{atm}}}{\rho * g} + l_1 = \frac{P_2'}{\rho * g} + \frac{v^2}{2 * g} + \frac{v^2}{2 * g} * f * \frac{l_1}{D} \quad [\text{m}] \quad (\text{Ecuación VI-1})$$

Para expresar todo en función del caudal volumétrico, se reemplaza la velocidad por el caudal sobre el área, es decir: $V = Q/A$.

$$\frac{P_{atm}}{\rho * g} + l_1 = \frac{P_{2'}}{\rho * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_1}{D} \quad \text{[m]} \quad \text{(Ecuación VI-2)}$$

$$\text{Puntos 2'-2''} \quad P_{2''} = P_{2'} - \underbrace{k_{codo} * \frac{v^2}{2} * \rho}_{\text{Pérdida en el codo}} \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-3)}$$

$$\text{Reemplazando } v = Q/A \quad P_{2''} = P_{2'} - k_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-4)}$$

$$\text{Puntos 2''-2} \quad P_2 = P_{2''} - \frac{v^2}{2} * \rho * f * \frac{l_2}{D} \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-5)}$$

$$\text{Reemplazando } v = Q/A \quad P_2 = P_{2''} - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_2}{D} \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-6)}$$

De aquí en más, se expresa directamente en función del caudal para evitar tantas ecuaciones.

$$\text{Puntos 2 - 3} \quad P_3 = P_2 - k_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-7)}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}$
Pérdida en la válvula

$$\text{Puntos 3 - 4} \quad P_4 = P_3 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_3}{D} \quad \text{[Pa]} \quad \text{(Ecuación VI-8)}$$

De esta manera, la presión en la entrada de la bomba, queda expresada en función del caudal, debido a que los demás parámetros son conocidos.

$$P_4 = f(Q)$$

$$\Delta P = P_5 - P_4$$

$$\text{Puntos 6 - 5} \square P_6 = P_5 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_4}{D} \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-9})$$

$$\text{Puntos 7 - 6} \square P_7 = P_6 - k_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-10})$$

$$\text{Puntos 8 - 7} \square \frac{P_8}{\rho * g} + l_5 = \frac{P_7}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_5}{D} \text{ [m]} \quad (\text{Ecuación VI-11})$$

$$\text{Puntos 9 - 8} \square P_9 = P_8 - k_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-12})$$

$$\text{Puntos 10 - 9} \square P_{10} = P_9 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_6}{D} \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-13})$$

$$\text{Puntos 11 - 10} \square P_{11} = P_{10} - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_7}{D} \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-14})$$

$$\text{Puntos 12 - 11} \square P_{12} = P_{11} - k_{filtro} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-15})$$


 Pérdida en el filtro

Puntos 16-12 □

$$P_{16} = P_{12} - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - K_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_8}{D} - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_9}{D} \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-16})$$

$$\text{Puntos 17 - 16} \square \frac{P_{17}}{\rho * g} + l_{10} = \frac{P_{16}}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_{10}}{D} \text{ [m]} \quad (\text{Ecuación VI-17})$$

Puntos 21 – 17 □

$$P_{21} = P_{17} - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - K_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_{11}}{D} \text{ [Pa]} \quad (\text{Ecuación VI-18})$$

$$\text{Puntos } 22 - 21 \square \frac{P_{22}}{\rho * g} = \frac{P_{21}}{\rho * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} \quad [\text{m}] \quad (\text{Ecuación VI-19})$$

Partiendo del dato: $P_{22} = P_{\text{tanque}}$, se puede empezar a deducir el resto de los puntos. El tanque está a una presión de: $P_{\text{tanque}} = 101.3 \text{ kPa}$ ($P_{\text{atm.}}$)

Partiendo del layout realizado, podemos conocer cuales son las distancias entre las máquinas y accesorios que son necesarias conocer para poder reemplazar en las ecuaciones anteriores. Para la yema, los valores de los parámetros son los siguientes (Tabla VI-1):

Longitudes para yema (m)										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	110	111
0,3	0,4	1,2	1	1,3	0,5	0,5	0,1	3,6	1,8	0,83

Tabla VI-1. Longitudes de los tramos de tubería para la yema.

Para el huevo entero, las distancias son las que se muestran en la tabla a continuación Tabla VI-2:

Longitudes para Huevo entero (m)										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	110	111
0,3	2,4	0,7	1,9	1,3	0,4	0,4	0,5	3,5	1,8	4,5

Tabla VI-2. Longitudes de los tramos de tubería para el huevo entero.

La viscosidad de la yema es de $0.0193 \text{ m}^2/\text{s}$ (20000cp), la de la albúmina es $2.41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (2500) y la del huevo entero es $7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (7252cp) (ver anexo para mayor información de propiedades del huevo.)

Los demás parámetros son los mismos ya sea para la yema o para la albúmina, y tienen los siguientes valores:

- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- $\rho = \square 1036 \text{ Kg/m}^3$
- $D = 2 \text{ pulgadas} = 0.0508\text{m}$
- $A = 0.00202683 \text{ m}^2$
- $K_{\text{filtro}} = 2$
- $K_{\text{valv}} = 0.5$
- $K_{\text{codo}} = 0.9$
- $P_{\text{atm}} = 101300 \text{ Pa}$

Para los cálculos es necesario poner el caudal en unidades de m³/s. En el plan de producción realizado en el estudio anterior, se estableció la cantidad de cajones/mes o kg/mes que cada una de las máquinas debía procesar (a partir de la demanda proyectada) de cada uno de los productos y en función de eso se escogieron las capacidades correspondientes de cada máquina. Es decir, que las máquinas pueden procesar hasta tantos cajones/hora del total del producto que pasa por esa máquina. Las capacidades de las máquinas fueron seleccionadas para que se cumpla que en el año de mayor producción esa máquina funcionara cerca del 100% del grado de aprovechamiento. Por lo tanto, desde el año 2006 hasta el año 2008 inclusive, las máquinas que están instaladas, pueden cumplir con la producción hasta el año 2008. Luego, a partir del año 2009 se instalan otra lavadora y otra quebradora llegando a los siguientes grados de aprovechamiento mostrados en la Tabla VI-3 (de las máquinas que están en el sector de tubería que se está analizando en este apartado):

Máquina	Año Maximo aprov.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Nov								
Pasteurizador	Cantidad	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	aprovechamiento	0,28	0,62	0,97	0,57	0,64	0,66	0,75	0,78	0,82	0,90
Quebradora	Cantidad	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	aprovechamiento	0,29	0,63	0,99	0,59	0,66	0,67	0,77	0,80	0,84	0,94
Filtro	Cantidad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	aprovechamiento	0,04	0,08	0,13	0,16	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22	0,25
Tanque	Cantidad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	aprov.yema	0,11	0,25	0,39	0,47	0,52	0,53	0,61	0,64	0,67	0,73
	aprov.abumina	0,13	0,27	0,43	0,51	0,57	0,58	0,67	0,69	0,73	0,80
	aprov.huevo ent	0,13	0,27	0,43	0,51	0,57	0,58	0,67	0,69	0,73	0,80
	aprov.mezcla	0,10	0,23	0,35	0,42	0,47	0,48	0,55	0,57	0,60	0,66

Tabla VI-3. Grados de aprovechamiento de las máquinas

Como se puede observar (los números que están resaltados) en la tabla anterior, se muestran los grados de aprovechamiento máximos para cada año que se logran con el plan de inversión realizado en el estudio anterior. Estos grados de aprovechamiento son considerando las 8 horas de trabajo de un turno a lo largo de la cantidad de días del mes, como fue estudiado en la estructura de tiempos en el estudio de ingeniería. Esto quiere decir, que los cajones mensuales a producir se distribuyen como si se trabajara las 8 horas de manera continua.

Este análisis se hace con el fin de determinar el caudal por unidad de tiempo (horas, minutos o segundos). Esto se debe a que si se dividiera la producción en las 8 horas, en los primeros años, el caudal sería muy insignificante y esto traería problemas para poder seleccionar una bomba. Por lo tanto, se establece una cantidad de horas de trabajo dentro de las 8 horas del turno, dejando el caudal más o menos constante a lo largo de los años, o que fluctúe alrededor de un valor (con el fin de aumentar el caudal en los primeros años luego de instalar la máquina). En los primeros años, se trabajará lógicamente menos de las 8 horas, y en los últimos años, la actividad se verá incrementada por el hecho de que la producción aumenta. Por lo tanto, para emparejar

un poco el caudal al que trabajará cada una de las líneas de producción (es decir cada conjunto de lavadora-quebradora- filtro) y aumentar el grado de aprovechamiento de algunas de las máquinas, se parte del caudal máximo del último año, suponiendo que este caudal mensual se distribuye en los días laborales durante las 8 horas del turno. De aquí, entonces se puede conocer el caudal por hora que se tratará de mantener constante o con poca variación.

En este tramo de la tubería, el caudal de producto considerado para dimensionar la bomba, es el caudal al que trabaja la quebradora debido a que es el caudal máximo entre las máquinas implicadas en este tramo (quebradora, filtro, tanque) ya que luego debido a las pérdidas el caudal se reduce. Si la bomba puede transportar el caudal máximo, luego si el caudal es menor, se puede regular y puede transportar un caudal menor.

Es necesario aclarar (aunque ya se explicó en el estudio de ingeniería) que se destina la mitad del tiempo disponible a la producción de huevo entero y la otra mitad a la producción de albúmina y yema (siendo este 50% del tiempo repartido en un 30% para la producción de la yema y un 70% para la producción de la albúmina). Es decir, que las 168 horas disponibles en el mes de noviembre, en el sector de la quebradora (ya que es compartida por los tres productos) se destinan 84 para la producción de huevo entero, 59 para la albúmina y 25 para la yema. Esto parte de la idea de que la mitad de los huevos con cáscara comprados son para la producción de huevo entero y la otra mitad para la producción de los otros dos, yema y albúmina. La diferencia en el tiempo destinado para estos dos últimos, se debe a que cada huevo con cáscara contiene un 70% de albúmina y un 30% de yema. Se planificó de esta manera, para que no se desperdiciaran huevos con cáscara, y tratar de vender las cantidades equivalentes de yema y albúmina.

De esta manera, los caudales que se tendrían si se trabajara al grado de aprovechamiento que se mencionó con anterioridad, los caudales en este tramo serían los siguientes (tablas: Tabla VI-4 y Tabla VI-5):

Caudal máximo yema balde-filtro- tanque (Q)	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Dic	Dic	Dic						
	Litros/mes	21265	46616	72856	86697	96453	99033	113805	118049	124087	137720
	Litros/hora	933	2045	3195	3802	4230	4344	4991	5178	5442	6040

Tabla VI-4. Caudales correspondientes con los grados de aprovechamiento de la tabla anterior para la yema.

Caudal máximo	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
huevo entero	Litros/mes	67023	147300	230395	274227	305119	313291	360068	373507	392626	435798
balde-filtro-	Litros/hora	882	1938	3032	3608	4015	4122	4738	4915	5166	5734

Tabla VI-5 Caudales correspondientes con los grados de aprovechamiento de la tabla anterior para el huevo entero.

Como se puede observar, al distribuir las horas de trabajo de la forma en que se explicó anteriormente los caudales están equilibrados entre la producción de yema y huevo entero, y si se mira más adelante en el trabajo, también se puede ver que los caudales de la albúmina también se encuentran equilibrados con el de la yema y albúmina (ver Tabla VI-18).

Sin embargo, se había explicado anteriormente que se tratará de trabajar a un caudal más o menos estable en cada línea de producción, para que la bomba que se dimensione pueda trabajar correctamente, y mediante una válvula de control, se pueda variar el caudal dentro de un rango no demasiado amplio a lo largo de los 10 años que dura el proyecto. Esto se realiza de esta manera, por dos razones principalmente: por un lado, no existen bombas con caudales tan pequeños como los de los primeros años, y la segunda razón es que la válvula de control es conveniente que tenga un rango de caudal no demasiado importante.

Por lo tanto, partiendo del caudal del último año (2015), y considerando que se trabaja durante las 8 horas, el caudal es: 6040 litros/hora para la yema y de 5734 litros/hora para el huevo entero. Teniendo en cuenta los grados de aprovechamiento que se mostraron anteriormente (Tabla VI-3) se escogen determinados factores para graduar en forma directa la cantidad de horas/día que se producirá el producto específicamente (cuanto menor es el factor, las horas de producción de ese producto son menores). De esta manera, se gradúa también el caudal máximo, es decir que cuanto menor es el factor, mayor es el caudal por hora. Es decir, que si el grado de aprovechamiento es bajo, el caudal se puede aumentar más en esa máquina debido a que todavía esa máquina puede aumentar su actividad. Teniendo en cuenta lo explicado y los grados de aprovechamiento mostrados en la tabla anterior, los factores mediante los cuales se afecta la cantidad de horas trabajadas se muestran en la siguiente tabla (Tabla VI-6):

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Factores	0,4	0,7	1	0,75	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1

Tabla VI-6. Tabla con los factores que afectan a las horas laborales diarias.

Esto quiere decir, que por ejemplo en el primer año, se dispondrá del 40 % del tiempo de un turno, por lo tanto se trabajará 3.2 horas por día. Para entender los números de las siguientes dos tablas (Tabla VI-7 y Tabla VI-8) siguientes es útil tomar un ejemplo numérico y concreto. Por ejemplo, en el caso de la yema: se destina el 50 % del tiempo para producir yema y albúmina y de ese tiempo el 30 % exclusivamente para la yema. Por lo tanto, el primer año, las horas que la quebradora producirá yema, serán: el 40% del 30% del 50% de las 8 horas, es decir: 0.48 horas al día. Esto es lo que aparece en horas/día en la Tabla VI-7 en el primer año para la yema.

A continuación se muestra el nivel de actividad para el tramo entre la quebradora y los tanques, para la yema y para el huevo entero:

Caudales para la yema	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Dic	Dic	Dic						
Litros/mes		21265	46616	72856	86697	96453	99033	113805	118049	124087	137720
Horas/día		0,48	0,84	1,2	0,9	0,96	0,96	1,08	1,08	1,2	1,2
Litros/hora		2332	2921	3195	5070	5288	5429	5546	5753	5442	6040

Tabla VI-7. Caudal para la yema luego de afectar las horas laborales con el factor.

Caudales para el huevo entero	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
Litros/mes		67023	147300	230395	274227	305119	313291	360068	373507	392626	435798
Horas/día		1,6	2,8	4	3	3,2	3,2	3,6	3,6	4	4
Litros/hora		2205	2769	3032	4811	5018	5153	5264	5461	5166	5734

Tabla VI-8. Caudal para el huevo entero luego de afectar las horas laborales con el factor.

Con estos nuevos caudales de yema y huevo entero de este sector de la tubería se pueden calcular los grados de aprovechamiento de las máquinas de este sector: quebradora, filtro y tanques. Para esto, es necesario realizar lo mismo que se realizó en el estudio de ingeniería, es decir, teniendo en cuenta los desperdicios de las máquinas procedentes en el proceso, se calculan los caudales a los cuales trabaja cada una de las máquinas (partiendo del caudal conocido en este caso, el de la quebradora) hacia adelante en el proceso. A continuación se demuestran los nuevos grados de aprovechamiento de estas máquinas, teniendo en cuenta lo explicado (Tabla VI-9):

Máquina	Año Maximo aprov.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Nov								
Pasteurizador	Cantidad	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	aprovechamiento	0,70	0,88	0,97	0,77	0,80	0,82	0,75	0,78	0,82	0,90
Quebradora	Cantidad	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	aprovechamiento	0,72	0,90	0,99	0,78	0,82	0,84	0,86	0,89	0,84	0,94
Filtro	Cantidad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	aprovechamiento	0,10	0,12	0,13	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,22	0,25
Tanque	Cantidad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	aprov.yema	0,29	0,36	0,39	0,62	0,65	0,67	0,61	0,64	0,67	0,73
	aprov.abumina	0,31	0,39	0,43	0,68	0,71	0,73	0,67	0,69	0,73	0,80
	aprov.huevo ent	0,31	0,39	0,43	0,68	0,71	0,73	0,67	0,69	0,73	0,80
	aprov.mezcla	0,26	0,32	0,35	0,56	0,58	0,60	0,55	0,57	0,60	0,66

Tabla VI-9. Nuevos grados de aprovechamiento luego de modificar el caudal.

Al comparar la tabla anterior Tabla VI-9 con la Tabla VI-3 se puede observar que los grados de aprovechamiento aumentaron en todas las máquinas (salvo en los años en el cual el factor se determinó igual a uno, en donde el grado de aprovechamiento es igual). Por lo tanto, se logró aumentar el grado de aprovechamiento de la máquina (de esta manera se hace más eficiente su uso de energía; se logró trabajar a un caudal más parejo (lo cual para el uso de la bomba y de las tuberías es mejor); y también permite de esta manera elegir una bomba en el mercado.)

Por lo tanto, reemplazando en las ecuaciones anteriores, se puede obtener el valor de $\Delta P = P_5 - P_4$ para distintos valores de caudales y de esta manera se grafica la curva de requerimiento de la bomba teniendo en cuenta que el caudal puede variar entre el mínimo valor y el máximo de acuerdo a los caudales que se explicaron anteriormente. A continuación se muestra la Tabla VI-10 con los puntos (algunos de ellos) y la curva de requerimiento en el Gráfico VI-1 para la bomba de la yema:

Q (m3/hora)	0,00	1,87	2,08	2,51	2,94	3,37	3,59	3,80	4,23	4,45	5,10	5,53	5,96	6,17	6,60	6,82	7,03
columna (m)	0,00	10,09	10,93	12,62	14,31	16,01	16,86	17,71	19,41	20,26	22,82	24,53	26,24	27,10	28,82	29,68	30,54

Tabla VI-10. Valores de la curva de requerimiento para la bomba de yema.

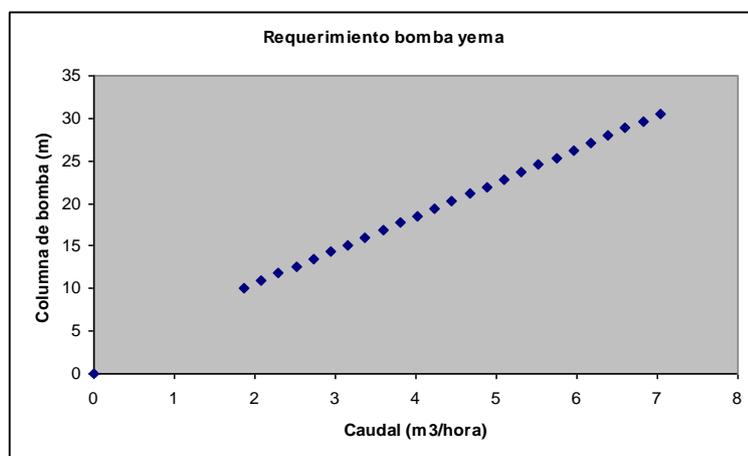


Gráfico VI-1. Curva de requerimiento de la bomba para la yema.

Se muestran los puntos de la curva (Tabla VI-11) y la curva de requerimiento para el huevo entero en el Gráfico VI-2:

Q (m3/hora)	0,00	1,76	2,17	2,38	2,99	3,40	3,81	4,02	4,83	5,04	5,45	5,65	5,86	6,06	6,47	6,68
Columna (m)	0,00	6,34	7,17	7,59	8,84	9,68	10,52	10,94	12,62	13,05	13,90	14,32	14,75	15,17	16,03	16,46

Tabla VI-11. Valores de la curva de requerimiento para la bomba de huevo entero.

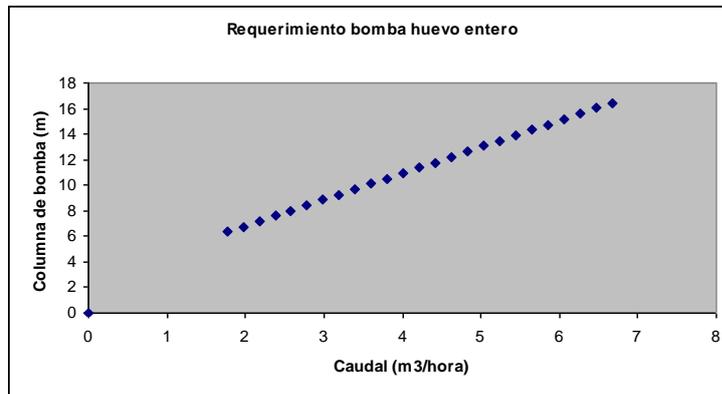


Gráfico VI-2. Curva de requerimiento de la bomba para el huevo entero.

Una vez que se tiene la curva de requerimiento de la bomba, se elige una bomba eligiendo un punto inicial de funcionamiento. En este trabajo se eligen bombas SULZER (ver Anexo 8 para ver las especificaciones de cada una de las bombas que se eligió). Este proveedor da los datos característicos de la bomba así como también la curva de dicha bomba. Para la bomba de la yema se especifica un punto de diseño de 6.6 m³/h y una columna de bomba de 29 m. El proveedor sugiere varias bombas con este punto de funcionamiento, pero se elige una sola. En este caso para la bomba que llevará al huevo entero desde el balde de la quebradora hasta el tanque de almacenamiento, se elige una bomba cuyo punto de diseño es un caudal de 6 m³/h y la columna de la bomba es 15 m. Si se observan las tablas de caudales para la yema en este tramo de la tubería, se puede ver que este es uno de los puntos por los cuales también pasa la curva de requerimiento de la bomba (casillas remarcadas en la Tabla VI-10). Este punto es el punto de intersección entre las dos curvas, el cual significa que la bomba se diseña para que trabaje en ese punto, con ese caudal y esa columna. En el caso de requerir menos caudal por ejemplo para los primeros años, mediante la válvula de control, se cierra un poco y se trabaja para caudales más chicos, y levantando una presión un poco mayor a la requerida. A continuación se muestran las curvas tanto para la yema como para el huevo entero de requerimiento y de la bomba seleccionada en un mismo gráfico, obteniendo la intersección de ambas (Gráfico VI-3 y Gráfico VI-4).

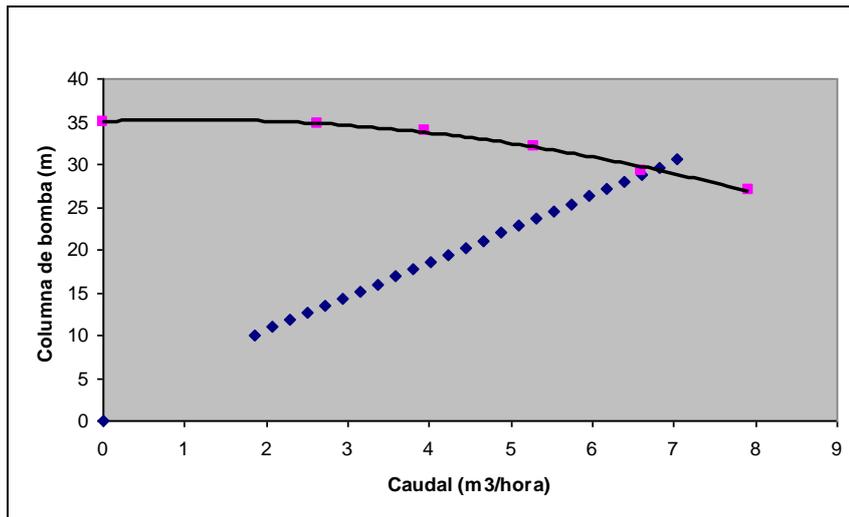


Gráfico VI-3. Curva de requerimiento junto con la curva de la bomba seleccionada

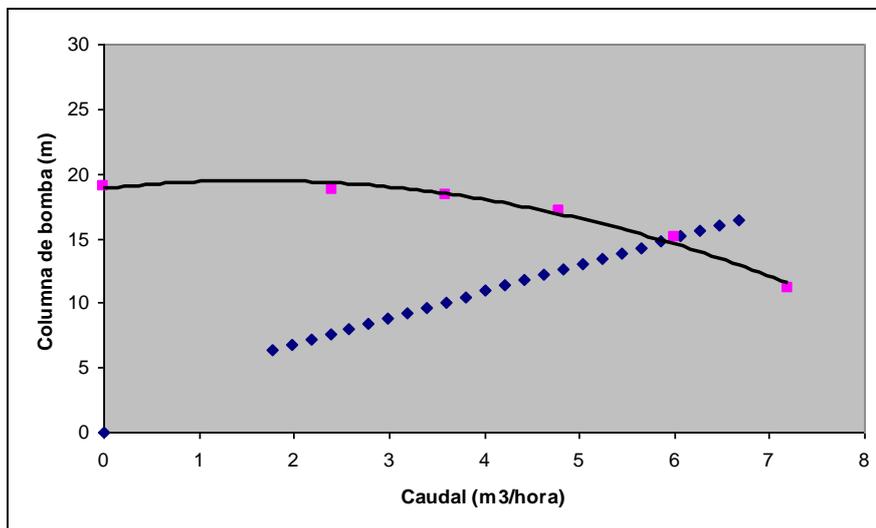


Gráfico VI-4. Curva de requerimiento junto con la curva de la bomba seleccionada

Tanque yema (o huevo entero) – tanque mezcla

Las mezclas se hacen con diferentes proporciones de huevo entero y yema (según el pedido). Por lo tanto, para formar las mezclas, se deberá mover la yema y el huevo entero desde sus respectivos tanques hacia el tanque de mezclas donde se producirá la mezcla según el pedido necesario. Para transportar estos dos productos se vuelve a elegir una bomba centrífuga. La siguiente figura (Figura VI-2) muestra este tramo de tubería, para luego plantear las ecuaciones y encontrar el requerimiento de esta bomba:

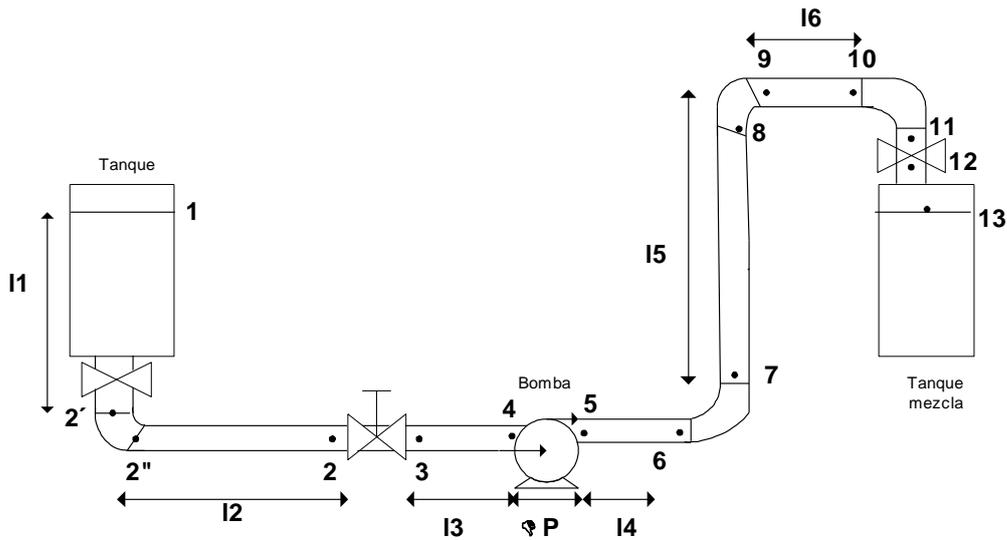


Figura VI-2. Conexión entre el tanque (yema o huevo entero) y el tanque mezcla

Siguiendo el mismo criterio y nomenclaturas que en el caso anterior, se plantean las siguientes ecuaciones:

$$\text{Puntos } 1-2' \square \frac{P_{\text{tanque}}}{\rho * g} + l_1 = \frac{P_{2'}}{\rho * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_1}{D} \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-20}$$

$$\text{Puntos } 2'-2'' \square P_{2''} = P_{2'} - k_{\text{codo}} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-21}$$

$$\text{Puntos } 2''-2 \square P_2 = P_{2''} - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_2}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-22}$$

$$\text{Puntos } 2-3 \square P_3 = P_2 - \underbrace{k_{\text{valv}} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho}_{\text{Pérdida en la válvula}} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-23}$$

$$\text{Puntos } 3-4 \square P_4 = P_3 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_3}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-24}$$

De esta manera, la presión en la entrada de la bomba, queda expresada en función del caudal, debido a que los demás parámetros son conocidos.

$$P_4 = f(Q)$$

$$\Delta P = P_5 - P_4$$

Ahora se debe encontrar la presión a la salida de la bomba (P_5), para luego esquematizar la curva de requerimiento de la bomba.

$$\text{Puntos 5-6} \quad P_6 = P_5 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_4}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-25}$$

$$\text{Puntos 6-7} \quad P_7 = P_6 - k_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-26}$$

$$\text{Puntos 7-8} \quad \frac{P_8}{\rho * g} + l_5 = \frac{P_7}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_5}{D} \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-27}$$

Puntos 8-12 □

$$P_{12} = P_8 - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - 2 * K_{codo} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_6}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-28}$$

$$\text{Puntos 12-13} \quad \frac{P_{13}}{\rho * g} = \frac{P_{12}}{\rho * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-29}$$

Se supone que la superficie del tanque de mezcla se encuentra en estado estacionario (con velocidad nula). Partiendo del dato: $P_{22} = P_{\text{tanque}}$, se puede empezar a deducir el resto de los puntos. El tanque de mezclas está a una presión de: $P_{\text{tanque}} = 101.3 \text{ kPa}$ (P_{atm}).

Los parámetros del huevo tienen los mismos valores que en el caso anterior. Lo que difieren son las longitudes. A continuación se muestran los valores de longitudes de las tuberías de yema y huevo entero (Tabla VI-12 y Tabla VI-13):

Longitudes para yema (m)					
11	12	13	14	15	16
2,5	0,7	0,3	0,8	2,5	1

Tabla VI-12. Longitudes de los tramos de tubería para la yema.

Longitudes para huevo entero (m)						
I1	I2	I3	I4	I5	I6	
2,5	2	0,3	2,5	2,5	1	

Tabla VI-13. Longitudes de los tramos de tubería para el huevo entero.

El caudal a los cuales trabajará esta bomba son los caudales máximos anuales que van desde el tanque de yema o huevo entero hacia el tanque de mezcla. Las horas de trabajo de esta tubería son las correspondientes a las destinadas a cada producto en particular (afectadas ya por el factor que se explicó anteriormente). Los valores del caudal máximo con que debe trabajar esta bomba se muestran en las Tabla VI-14 y Tabla VI-15:

Caudal máximo tanque yema-tanque mezcla (Q)	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
	Litros/mes	4211	9230	14425	17166	19098	19609	22533	23374	24569	27269
Litros/hora	2308	2892	3163	5019	5235	5375	5491	5695	5388	5980	

Tabla VI-14. Caudal entre el tanque de yema y el de mezcla (afectado por el factor).

Caudal máximo tanque huevo entero-tanque mezcla (Q)	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
	Litros/mes	33176	72914	114046	135742	151034	155079	178234	184886	194350	215720
Litros/hora	1091	1371	1501	2381	2484	2551	2606	2703	2557	2838	

Tabla VI-15. Caudal entre el tanque de yema y el de mezcla (afectado por el factor).

Con estos caudales como referencia, se varía el caudal y luego se grafica la curva de requerimiento de las distintas bombas. A continuación, en la Tabla VI-16 se muestran los puntos de la curva y en el Gráfico VI-5 la misma curva:

Q (m ³ /h)	1,85	2,06	2,49	2,91	3,13	3,55	3,98	4,19	4,83	5,04	5,68	5,90	6,32	6,54	6,75	6,96
columna (m)	17,32	19,32	23,32	27,32	29,33	33,33	37,34	39,34	45,36	47,36	53,38	55,38	59,40	61,41	63,41	65,42

Tabla VI-16. Puntos de la curva de requerimiento para la yema

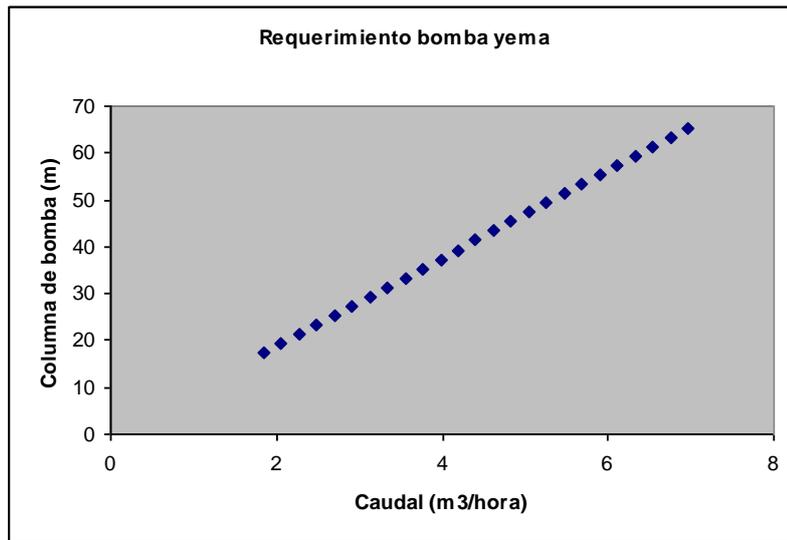


Gráfico VI-5. Curva de requerimiento de la bomba para la yema.

Para el huevo entero, también se muestran los puntos de la curva en la Tabla VI-17 y la curva de requerimiento en el Gráfico VI-6.

Q (m3/h)	1,08	1,38	1,58	1,68	1,99	2,09	2,39	2,49	2,70	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30
columna (m)	7,58	9,72	11,15	11,86	14,01	14,72	16,87	17,58	19,01	20,44	21,16	21,87	22,59	23,31

Tabla VI-17. Puntos de la curva de requerimiento de la bomba para el huevo entero.

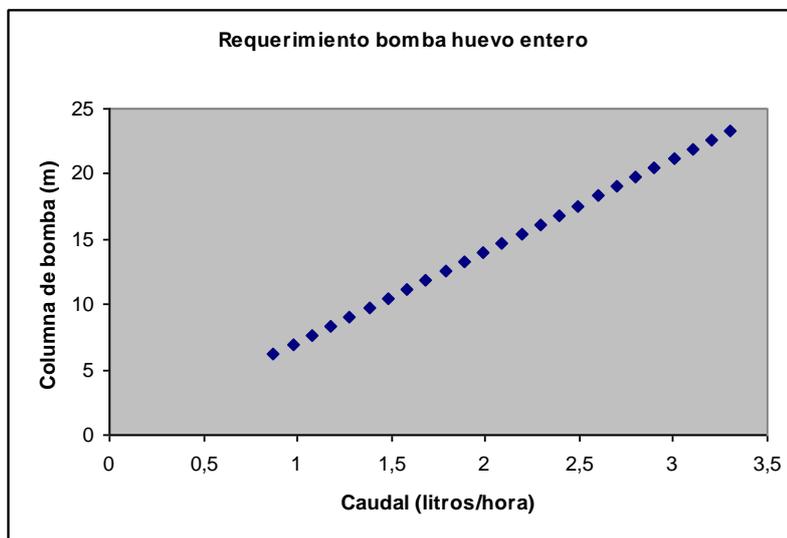


Gráfico VI-6. Curva de requerimiento de la bomba para el huevo entero.

Una vez que se tiene la curva de requerimiento de la bomba, se elige una bomba eligiendo un punto inicial de funcionamiento. Las bombas en este tramo también son SULZER. Para la bomba de la yema se especifica un punto de diseño de 6.5 m³/h y una columna de bomba de 62 m (remarcado en la Tabla VI-16. El proveedor sugiere varias

bombas con este punto de funcionamiento, pero se elige una sola. En este caso para la bomba que llevará al huevo entero desde el balde de la quebradora hasta el tanque de almacenamiento, se elige una bomba cuyo punto de diseño es un caudal de 3 m³/h y la columna de la bomba es 21 m. Si se observan las tablas de caudales para la yema en este tramo de la tubería, se puede ver que este es uno de los puntos por los cuales también pasa la curva de requerimiento de la bomba (remarcado en la Tabla VI-17.) Este punto es el punto de intersección entre las dos curvas, el cual significa que la bomba se diseña para que trabaje en ese punto, con ese caudal y esa columna. En el caso de requerir menos caudal por ejemplo para los primeros años, mediante la válvula de control, se cierra un poco y se trabaja para caudales más chicos, y levantando una presión un poco mayor a la requerida. A continuación se muestran las curvas de requerimiento (como la que se mostró anteriormente) con la curva que brinda la bomba seleccionada en el Gráfico VI-7 y Gráfico VI-8.

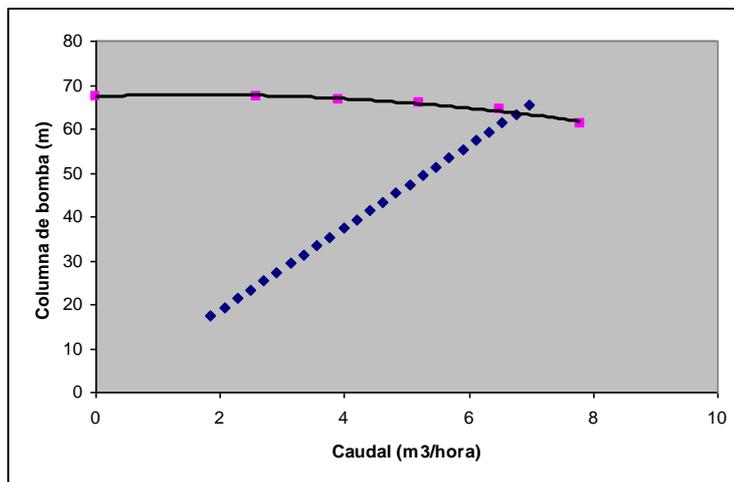


Gráfico VI-7. Curva de requerimiento junto con la curva de la bomba seleccionada

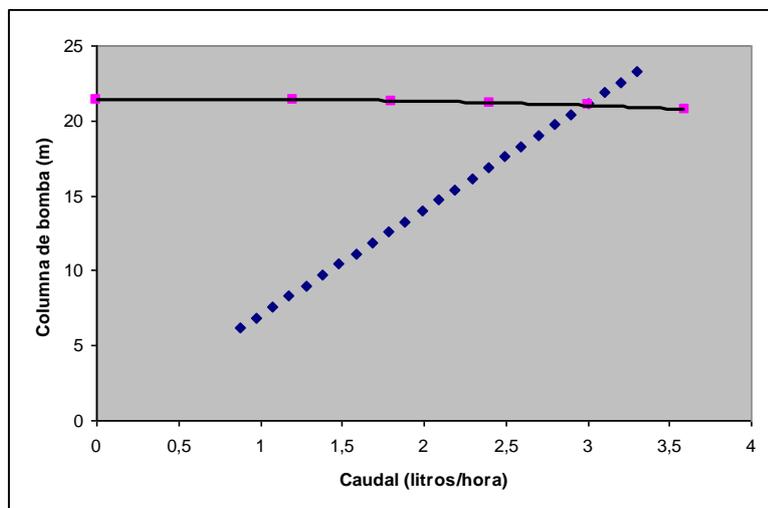


Gráfico VI-8. Curva de requerimiento junto con la curva de la bomba seleccionada

Balde albúmina- filtro albúmina- tanque albúmina

La bomba para transportar la albúmina por las tuberías de la instalación, debe ser de tipo positiva, debido a que si es centrífuga, la albúmina se puede batir demasiado dentro de la bomba. Es por este motivo, que debido a las propiedades de la albúmina, se elige instalar una bomba de tipo positiva. La bomba que se recomienda es la bomba neumática compuesta por membranas ya que no daña las propiedades y la calidad del producto. La ventaja es que la albúmina no tiene riesgo de convertirse en merengue o en espuma. Otra de las ventajas es que esta bomba es silenciosa en su funcionamiento. Sumado a estas ventajas, esta bomba se puede instalar con máquinas de otras marcas que Ovobel (marca de la bomba seleccionada para la albúmina). Existen máquinas que tienen un flujo de agua de 7000 litros/hora para cuando el flujo de huevo es menor a 2000 litros/ hora y 15000 litros/ hora de agua para flujos de huevo mayores.

A continuación, en la Tabla VI-18 se muestra el caudal máximo de cada año (correspondiente al mes de diciembre debido a la estacionalidad y también debido a que en diciembre hay menos horas laborales en todo el mes) al cual trabaja el filtro de la albúmina expresado en litros/hora.

Caudales para la albumina	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
Litros/mes		46075	101001	157854	187843	208980	214572	246578	255773	268855	298394
Horas/día		1,12	1,96	2,8	2,1	2,24	2,24	2,52	2,52	2,8	2,8
Litros/hora		2165	2712	2967	4708	4910	5042	5150	5342	5054	5609

Tabla VI-18. Caudal desde el balde al tanque para la albúmina

Como se puede observar, si se instala una sola bomba de 2000 litros/hora, no es suficiente para bombear la albúmina a lo largo de los años. Es por eso que se instala una bomba con capacidad para transportar 6000 litros/hora, y por lo tanto el flujo de agua es de 15000 litros/hora.

La siguiente figura (Figura VI-3) muestra una foto de este tipo de bomba utilizada generalmente para conservar las propiedades de la albúmina, que es la sustancia del huevo que mayor cuidado debe tener al pasar por la bomba. Esto se debe a que la albúmina si se bate mucho, puede adquirir una consistencia similar al merengue. Es por ese motivo que se utiliza una bomba de tipo positivo en lugar de la centrífuga.



Figura VI-3. Bomba de tipo positivo para la albúmina

Tanques- pasteurizadores

De cada tanque también como se explicó en la descripción del proceso, en lugar de dirigirse al tanque de mezcla se puede pasteurizar directamente. Si es que se dirige al tanque de mezcla, se usa la bomba que se dimensionó en el punto anterior, y después se utiliza la bomba que se dimensiona en el siguiente cálculo. Si no se dirige al tanque de mezcla, va hacia el pasteurizador directamente y se utiliza también esta bomba.

Los primeros tres años del proyecto la planta contará con un pasteurizador, mientras que en la segunda etapa del proyecto (a partir del cuarto año) se contará con dos pasteurizadores. Cada pasteurizador puede procesar un producto por vez, y por lo tanto cada uno tendrá su propia tubería que transportará el producto líquido desde el tanque que contenga el producto que se quiera pasteurizar (yema, albúmina, huevo entero o mezclas). Cada pasteurizador trabajará con la mitad del caudal, es decir que el trabajo estará dividido en forma pareja entre los dos. Por lo tanto cada pasteurizador con su correspondiente tubería contará con su propia bomba.

El cálculo para dimensionar estas bombas se basará en aquel que tenga como resultado la situación más comprometida, es decir aquella que de la mayor columna de bomba. A continuación se muestra este tramo de la planta (Figura VI-4):

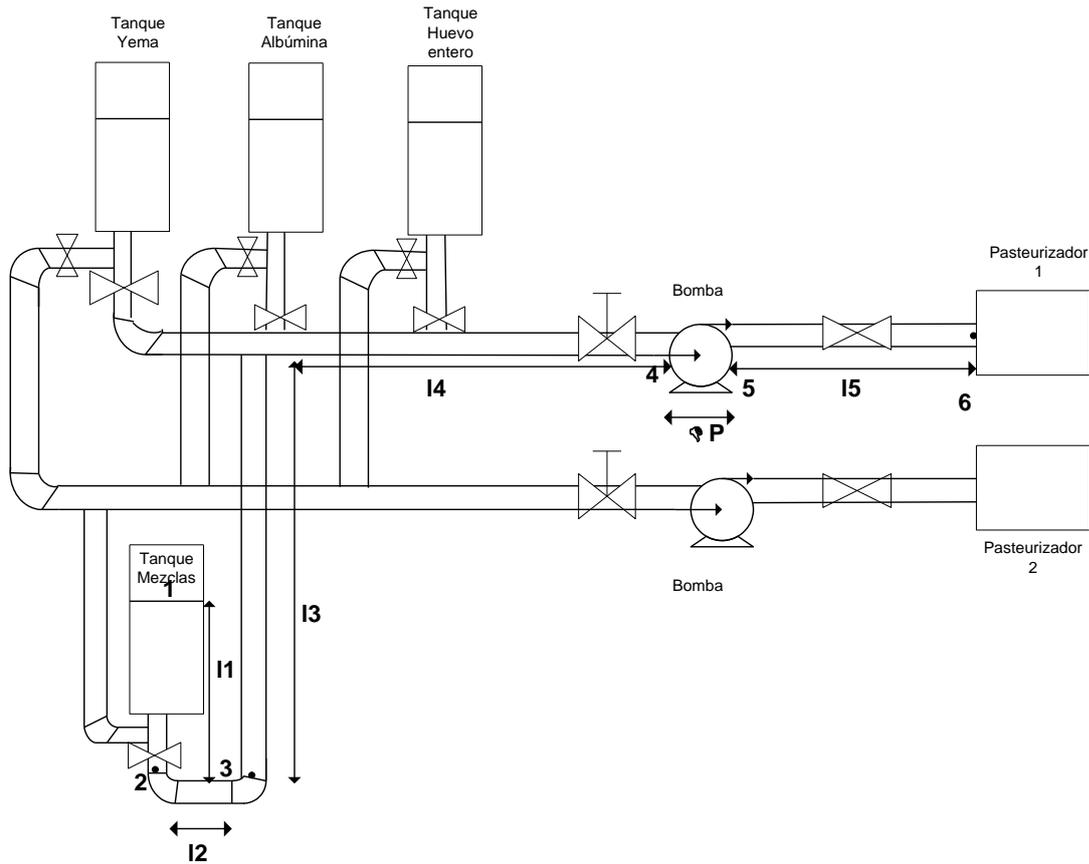


Figura VI-4 Conexión entre los tanques y los pasteurizadores

Tomando las medidas y longitudes del layout, se puede tomar como el caso más comprometido cuando se debe pasteurizar la mezcla con el pasteurizador 1. Es por eso, que se toman las longitudes que unen el tanque de mezclas con el pasteurizador 1 para dimensionar la bomba. La segunda bomba que está en la tubería del segundo pasteurizador será de las mismas características de la primera, esto es así para permitir flexibilidad y poder usar las mismas bombas en el caso en que se rompa alguna de las dos.

Siguiendo el mismo criterio y nomenclaturas que anteriormente, se plantean las siguientes ecuaciones:

Puntos 1-2 □

$$\frac{P_{\text{tanque}}}{\rho * g} + l_1 = \frac{P_2}{\rho * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} + \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * f * \frac{l_1}{D} + K_{\text{valv}} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-30}$$

Puntos 2-4 □

$$P_4 = P_2 - 2 * k_{\text{codo}} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2 * f * (l_2 + l_3 + l_4)}{A^2 * 2 * g * D} - k_{\text{valv}} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-31}$$

$$\text{Puntos 5-6} \square P_6 = P_5 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * (f * \frac{l_5}{D} + k_{valv}) \text{ [Pa]} \quad \text{Ecuación VI-32}$$

De esta manera, la presión en la entrada de la bomba, queda expresada en función del caudal, debido a que los demás parámetros son conocidos.

$$P_4 = f(Q)$$

$$\Delta P = P_5 - P_4$$

Ahora se debe encontrar la presión a la salida de la bomba (P_5), para luego esquematizar la curva de requerimiento de la bomba.

Las longitudes que se señalan en la Figura VI-4 se especifican en la siguiente tabla (Tabla VI-19):

Longitudes (m)					
I1	I2	I3	I4	I5	
	2,5	3,5	0,5	2,8	1

Tabla VI-19. Longitudes para las tuberías

En este tramo se instalan dos bombas, es por eso que cada una tiene que mover la mitad del caudal. Los caudales con los cuales deberá trabajar esta bomba son los siguientes (Tabla VI-20):

Caudal máximo 4 tanques-pasteurizador (Q)	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic
	Litros/mes	132354	290508	454212	540563	601424	617524	709681	736156	773824	858877
	Litros/hora	2177	2730	2988	4742	4946	5078	5188	5381	5091	5651
Q c/past	Litros/hora	1088	1365	1494	2371	2473	2539	2594	2691	2545	2825

Tabla VI-20. Caudales para los pasteurizadores, ya habiendo afectado las horas laborales por los factores.

Conociendo estos caudales, se hacen variar entre un mínimo y un máximo y se grafican las curvas de requerimiento de estas bombas. A continuación se muestran los valores de algunos de los puntos de la curva de requerimiento en la Tabla VI-21 así como también dicha curva en el Gráfico VI-9.

Q (m ³ /h)	0,87	1,07	1,27	1,37	1,58	1,68	1,98	2,08	2,38	2,79	2,89	2,99	3,09	3,19	3,29
columna (m)	-3,18	-2,29	-1,00	-0,21	1,68	2,77	6,63	8,11	13,16	21,28	23,55	25,93	28,40	30,97	33,64

Tabla VI-21. Puntos de la curva de requerimiento de la bomba en este sector.

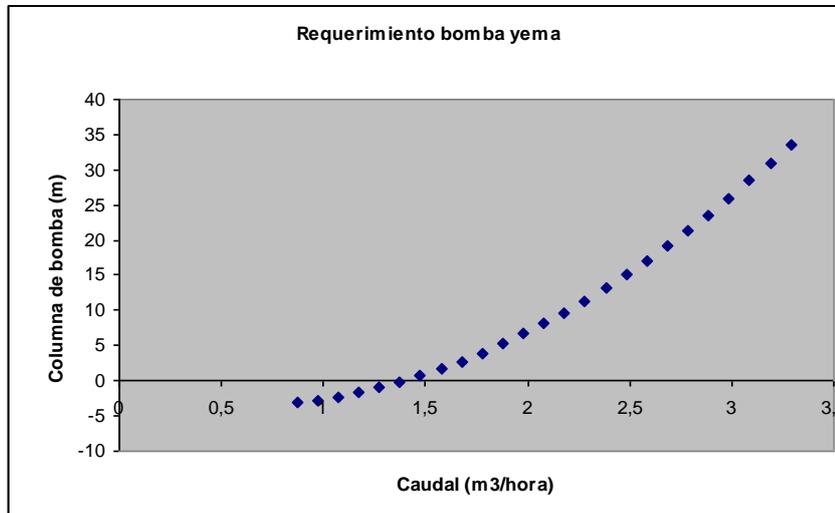


Gráfico VI-9. Curva de requerimiento para la bomba de este sector.

En este caso también se eligen bombas SULZER. Se especifica el punto de diseño en 3 m³/h y una columna de 26 m. A continuación, en el Gráfico VI-10 se muestran las dos curvas, la de requerimiento junto con la de la bomba seleccionada, y en el punto de intersección se muestra el punto de diseño.

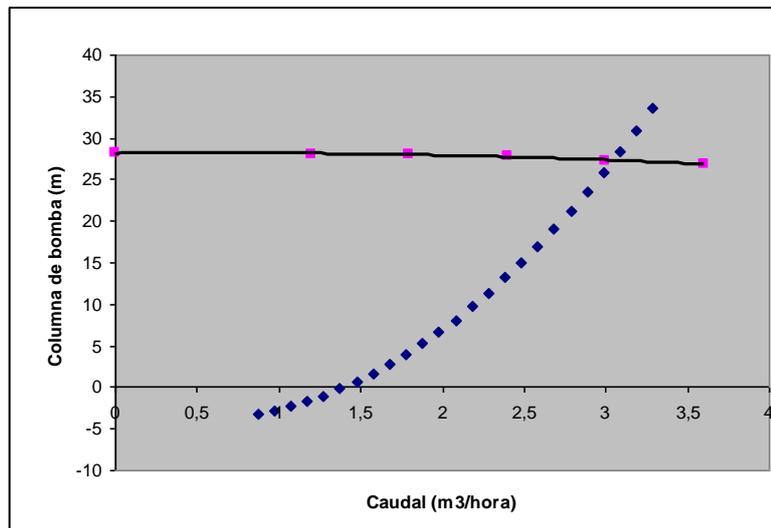


Gráfico VI-10. Curva de requerimiento junto con la de la bomba seleccionada.

Pasteurizador al camión cisterna, contenedor 1000Kg o Spray

En este tramo hay dos tuberías que son las que salen desde los dos pasteurizadores (para llevar cualquiera de los 4 productos), por lo tanto, serán necesarias dos bombas con las mismas características. Esta bomba será dimensionada para que pueda transportar el producto hacia los tres puntos finales diferentes (camión cisterna, contenedor de 1000 Kg o planta de secado.) Se calculará la máxima columna de la bomba requerida, así las demás vías pueden funcionar con la misma bomba (en cuyo caso la bomba trabajará con menos exigencia). Para entender mejor el proceso de selección de la bomba, se esquematiza las conexiones en la Figura VI-5:

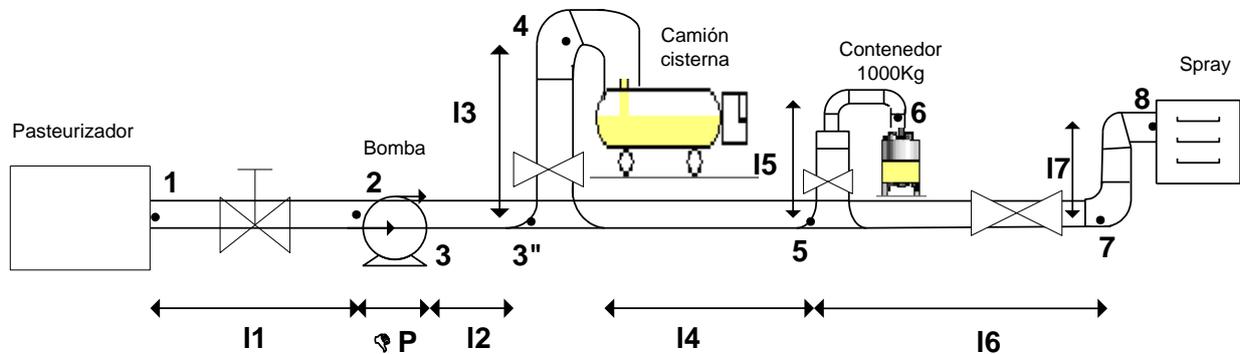


Figura VI-5. Conexión entre el pasteurizador y los distintos despachos

Como se explicó, se calculará el valor máximo de ΔP , es decir, que partiendo de los valores del final de cada una de las vías (puntos 4,6 y 8), se calcula el valor de la presión en el punto 3. El valor de P_3 que resulte máximo será considerado para graficar la curva de requerimiento, y en base a eso elegir la bomba.

Procediendo de la misma manera que en los puntos anteriores, las ecuaciones son las siguientes:

$$\text{Puntos 1-2} \quad P_2 = P_1 - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_1}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-33}$$

$$\text{Puntos 3-3''} \quad P_{3''} = P_3 - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_2}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-34}$$

$$\Delta P = P_3 - P_2$$

$$\text{Puntos 3''-4} \quad \frac{P_4}{\rho * g} + l_3 = \frac{P_{3''}}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * (f * \frac{l_3}{D} + 2 * K_{codo} + k_{valv}) \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-35}$$

$$P_4 = P_{\text{camión cisterna}}$$

$$\text{Puntos 3''-5} \quad P_5 = P_{3''} - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{l_4}{D} \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-36}$$

$$\text{Puntos 5-6} \quad \frac{P_6}{\rho * g} + l_5 = \frac{P_5}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * (f * \frac{l_5}{D} + 2 * K_{codo} + k_{valv}) \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-37}$$

$$P_6 = P_{\text{contenedor}}$$

$$\text{Puntos 3''-7} \quad P_7 = P_{3''} - K_{valv} * \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho - \frac{Q^2}{2 * A^2} * \rho * f * \frac{(l_4 + l_6)}{D} \quad [\text{Pa}] \quad \text{Ecuación VI-38}$$

$$\text{Puntos 7-8} \quad \frac{P_8}{\rho * g} + l_7 = \frac{P_7}{\rho * g} - \frac{Q^2}{A^2 * 2 * g} * (f * \frac{l_7}{D} + 2 * K_{codo}) \quad [\text{m}] \quad \text{Ecuación VI-39}$$

$$P_8 = P_{\text{spray}}$$

Los valores de las longitudes (con referencia al dibujo) son los siguientes (Tabla VI-22):

Longitudes (m)						
l1	l2	l3	l4	l5	l6	l7
2	0,7	3	2,6	1,5	8,2	1

Tabla VI-22. Longitudes de las tuberías en este sector.

De esta manera, se calcula el máximo valor de la presión en el punto 3, que puede resultar de los tres diferentes caminos.

El máximo valor es el que se obtiene en el tramo que conecta el pasteurizador hasta el spray. De esta manera, se dimensiona la bomba tomando en cuenta la presión en el punto 3, partiendo del punto 8 que es la entrada al spray. Y de esta manera, la presión a la salida de la bomba se calcula en base al punto 3 calculado de esta manera. Así, es como se dimensiona esta bomba que podrá transportar el producto desde los pasteurizadores hasta cada uno de los despachos según se requiera.

El caudal al que deberá trabajar cada una de las bombas en este tramo de tubería es el siguiente (Tabla VI-23):

Caudal máximo del pasteurizador (Q)	Unidades	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Nov									
	Litros/mes	132354	290508	454212	540563	601424	617524	709681	736156	773824	858877
	Litros/hora	2177	2730	2988	4742	4946	5078	5188	5381	5091	5651
Caudal de c/bomba	Litros/hora	1088	1365	1494	2371	2473	2539	2594	2691	2545	2825

Tabla VI-23. Caudal al que tiene que trabajar cada bomba (habiendo afectado por el factor).

Conociendo estos caudales y haciendo variar los mismos, se puede graficar la curva de requerimiento de cada una de las bombas de este tramo. A continuación se muestran algunos de los puntos (Tabla VI-24) de esta curva junto con dicha curva (Gráfico VI-11.)

Q (m ³ /h)	0,97	1,07	1,37	1,48	1,58	1,88	1,98	2,28	2,38	2,58	2,79	2,89	2,99	3,09	3,19	3,29
columna (m)	3,00	3,00	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,03	3,03	3,03

Tabla VI-24. Puntos de la curva de requerimiento para la bomba en este sector.

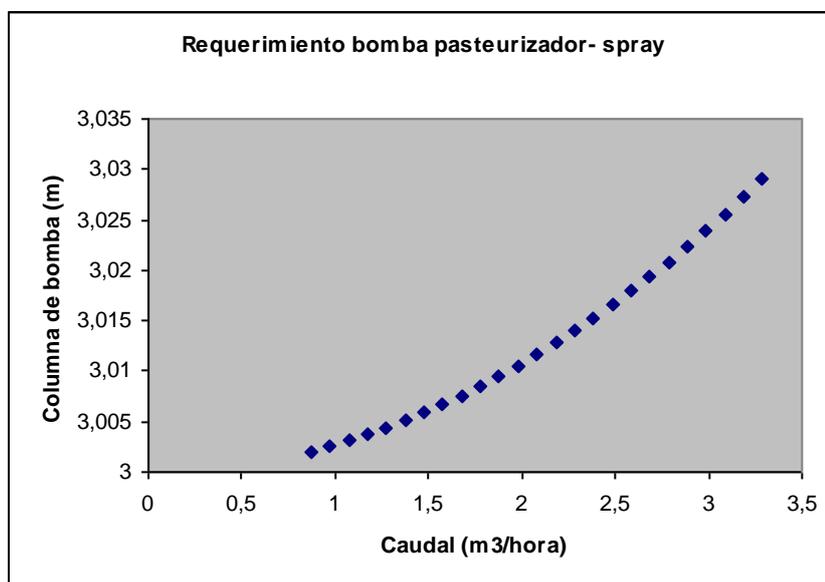


Gráfico VI-11. Curva de requerimiento

Eligiendo el punto 2,9 m³/h como punto de funcionamiento, se selecciona la bomba cuya curva se muestra en el Gráfico VI-12 a continuación en el cual también se grafica la curva de requerimiento de la bomba (se superponen los gráficos.)

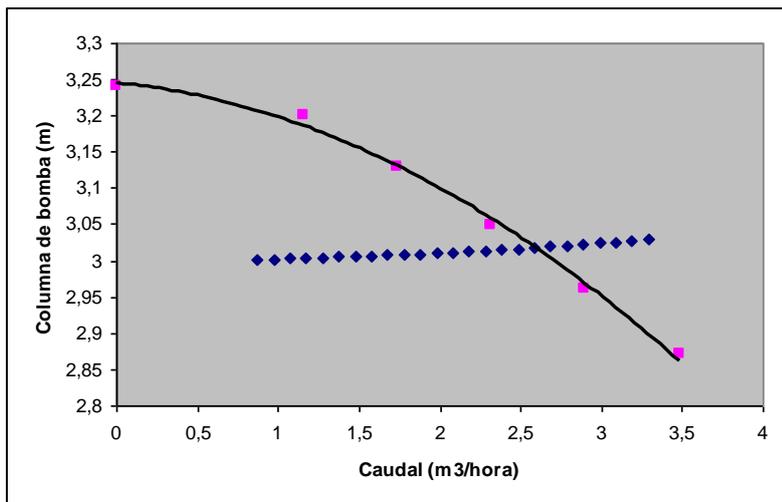


Gráfico VI-12. Curva de requerimiento de la bomba junto con la de la bomba seleccionada.

VALVULAS

Las válvulas se disponen en donde haya que habilitar o deshabilitar el flujo (válvulas esféricas) o en donde haya que controlar y regular el flujo (a la entrada de cada bomba). Como se vino mencionando a lo largo del proyecto, la instalación cuenta de tuberías, con lo cual es indispensable instalar válvulas ya que éstas regulan el caudal en el caso de que se encuentren cerca de las bombas, o también direccionar el flujo del huevo al lugar que sea necesario para continuar con la producción. Las válvulas son del tipo esféricas y se eligen de la marca Wenlen (ver Anexo 9 para especificaciones de estas válvulas).

VII. AUTOMATIZACION

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. En este caso, se transfieren los controles de las válvulas y puesta en marcha de las bombas y máquinas a un control central automatizado para poder llevar la producción de la planta. La planta para su funcionamiento necesita estar automatizada de modo tal que mediante un sistema integrado pueda llevar a cabo la producción. Para este tipo de producción continua y con maquinaria (sin trabajo manual), es indispensable diseñar un sistema automatizado que no dependa de tanta mano de obra. La mano de obra es necesaria para controlar el funcionamiento de algunas de las máquinas e incluso para alimentar las máquinas (como en la lavadora) o verificar y eliminar restos de cáscara que la quebradora no haya podido descartar. Sin embargo, al consistir en una producción continua, no es recomendable que haya operarios controlando cada uno de los dispositivos, o accesorios necesarios para llevar a cabo la producción por los errores que esto puede traer y la rapidez de producción. Es por esta razón que en este apartado, se diseña la automatización de la planta para la industrialización del huevo teniendo en cuenta el diseño de ingeniería que se hizo anteriormente en este trabajo.

A continuación, en el Diagrama VII-1 se muestra la instalación con sus conexiones y accesorios, para que luego sobre eso, se pueda diseñar la automatización que el diseño necesita.

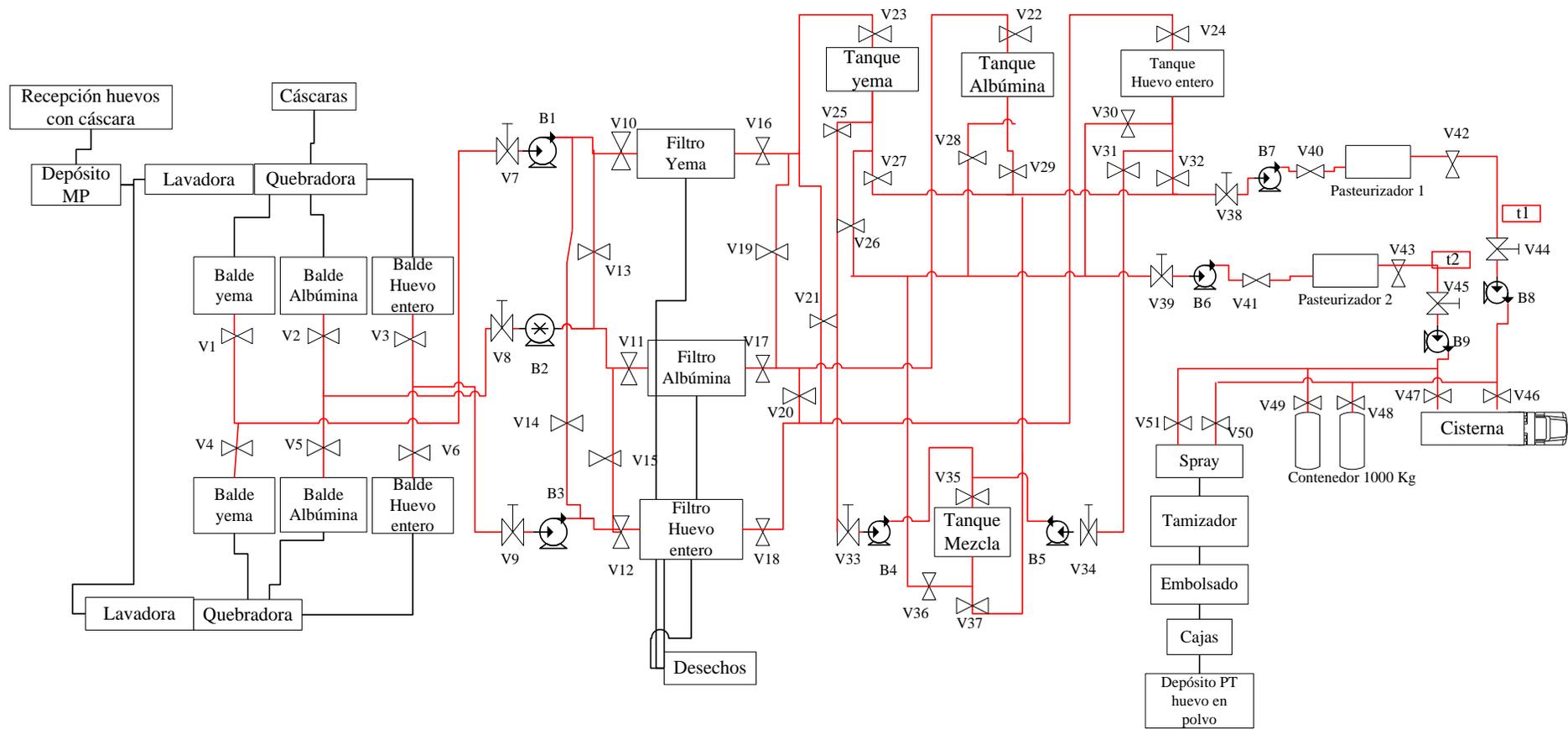


Diagrama VII-1 Diagrama de flujo con los accesorios correspondientes y tuberías.

PLAN DE PRODUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente, el 50 % de la producción se destina al huevo entero, y el 50 % restante se destina un 70 % del tiempo a albúmina y el 30 % a yema. La mitad de la producción, entonces, se estableció que la yema y albúmina no se separan y por lo tanto estos dos componentes continúan el proceso juntos. Los otros porcentajes (30/70) se determinaron en base a la composición del huevo para evitar que parte del huevo quede sin ser producida. De esta manera, todos los huevos con cáscara que entran a la planta, son procesados simultáneamente sin que quede parte de esa tanda de materia prima en stock. Esto se debe en gran parte a que se trata de un producto perecedero significando que no puede quedar el producto almacenado ni en etapas intermedias ni al final del proceso.

De esta manera la planta estará operando la mitad del tiempo con huevo entero, y la otra mitad o bien procesando yema y albúmina o bien albúmina únicamente (en el caso en que la yema ya se terminó de producir por ser menos cantidad por cada volumen de albúmina). Esto es necesario de explicar debido a que las máquinas, tuberías y accesorios para su funcionamiento dependen del tipo de producto que esté siendo procesado.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Condiciones para la puesta en marcha

- Lavadora- tanques

Las posibilidades de producción, desde la lavadora hasta los tanques de almacenamiento son entonces:

- Huevo entero
- Albúmina en simultáneo con yema
- Albúmina

Para empezar la producción que se necesite en ese momento del día, como primer paso se debe verificar el estado de las válvulas que estén en el circuito de producción de ese producto específicamente. Por lo tanto, a continuación se muestra una tabla (Tabla VII-1) en donde se muestra el estado que deberá tener cada válvula en el sector de tubería que va desde el balde hacia el tanque según el producto que se esté produciendo (en el funcionamiento normal.)

Productos Válvulas	Huevo entero	Albúmina/ Yema	Yema/ albúmina	Albúmina
V1	0	0	1	0
V2	0	1	0	1
V3	1	0	0	0
V4	0	1	0	0
V5	0	0	1	1
V6	1	0	0	0
V7	0	1	1	0
V8	0	1	1	1
V9	1	0	0	0
V10	0	1	1	0
V11	0	1	1	1
V12	1	0	0	0
V13	0	0	0	0
V14	0	0	0	0
V15	0	0	0	0
V16	0	1	1	0
V17	0	1	1	1
V18	1	0	0	0
V19	0	0	0	0
V20	0	0	0	0
V21	0	0	0	0
V22	0	1	1	1
V23	0	1	1	0
V24	1	0	0	0

Tabla VII-1. Estado de las válvulas según el producto a producir. (Referencias: 0= cerrado, 1= abierto)

▪ Tanques - pasteurizadores

A partir de los tanques de almacenamiento, se debe decidir nuevamente acerca de los productos que se van a continuar produciendo con el fin de pasteurizarlos y luego despacharlos. En este punto, se pueden elegir nuevamente cuales son los productos a seguir produciendo, ya que ahora sí se puede detener la producción debido a que los productos se encuentran “esperando” en los tanques de almacenamiento donde están siendo homogeneizados. Por lo tanto, se puede elegir entre:

- Yema
- Albúmina
- Huevo entero
- Mezclas

Por lo tanto, dependiendo del producto que se quiera seguir produciendo el estado de las válvulas (en modo normal de funcionamiento) deberá ser el que muestra la Tabla VII-2:

Productos Válvulas	Yema P1	Yema P2	Albúmina P1	Albúmina P2	Huevo entero P1	Huevo entero P2	Mezclas P1	Mezclas P2
V25	0	0	0	0	0	0	1	1
V26	0	1	0	0	0	0	0	0
V27	1	0	0	0	0	0	0	0
V28	0	0	0	1	0	0	0	0
V29	0	0	1	0	0	0	0	0
V30	0	0	0	0	0	1	0	0
V31	0	0	0	0	0	0	1	1
V32	0	0	0	0	1	0	0	0
V33	0	0	0	0	0	0	0	0
V34	0	0	0	0	0	0	0	0
V35	0	0	0	0	0	0	1	1
V36	0	0	0	0	0	0	0	1
V37	0	0	0	0	0	0	1	0
V38	1	0	1	0	1	0	1	0
V39	0	1	0	1	0	1	0	1
V40	1	0	1	0	1	0	1	0
V41	0	1	0	1	0	1	0	1

Tabla VII-2. Estado de las válvulas según el pasteurizador y producto. (Referencias: 0= cerrado, 1= abierto)

Para el caso de mezclas, es necesario que se abra primero la válvula de la yema (válvula V25 y luego la del huevo entero la válvula V31 debido a que el tanque de mezclas tiene una sola entrada.)

- Pasteurizadores- despacho (camión, contenedor o spray)

Por otro lado, es necesario conocer qué tipo de despacho se realiza. Si se opta por despachar a granel en el camión cisterna entonces se deberá abrir la válvula V46 y tener precaución de cerrar la válvula V47, o viceversa (esto es así porque el layout sólo está diseñado para cargar un camión por vez, por un tema de orden y posicionamiento en la planta industrial.) La válvula que se cierra está en la tubería que no está siendo utilizada para llenar el camión, pero puede estar siendo utilizada para llenar contenedores de 1000 kg. o para producir huevo en polvo. En este caso, se deberán abrir las válvulas de la sala de envasado o del spray de la tubería que no está siendo utilizada para el camión cisterna.

Si se decide despachar en contenedores de 1000 Kg., entonces se deberán abrir las V49 y V48, en este caso se pueden abrir las dos simultáneamente debido a que hay varios contenedores que se pueden llenar a la misma vez. También puede ser que una tubería se utilice para llenar contenedores y la otra para el spray. En este caso, se deberá abrir la del contenedor en una de las tuberías y la del spray en la otra.

También se pueden utilizar las dos tuberías para producir huevo en polvo, en este caso las válvulas que se dejan abiertas son las del spray: V51 y V50.

Resumiendo, se podrán tener las siguientes combinaciones de despachos, y sus correspondientes estados de las válvulas que se muestran en la Tabla VII-3:

Tubería 1 (t1)	Camión	Camión	Contenedor	Contenedor	Spray	Spray	Spray
Tubería (t2)	Contenedor	Spray	Contenedor	Spray	Camión	Contenedor	Spray
V42	1	1	1	1	1	1	1
V43	1	1	1	1	1	1	1
V44	1	1	1	1	1	1	1
V45	1	1	1	1	1	1	1
V46	1	1	0	0	0	0	0
V47	0	0	0	0	1	0	0
V48	0	0	1	1	0	0	0
V49	1	0	1	0	0	1	0
V50	0	0	0	0	1	1	1
V51	0	1	0	1	0	0	1

Tabla VII-3. Estado de las válvulas para los distintos despachos

En la tabla anterior (Tabla VII-3) se muestran las distintas combinaciones si es que se decide por utilizar las dos tuberías en simultáneo. Si no se quiere utilizar alguna de las tuberías, entonces se debe verificar que las válvulas de dicha tubería se encuentren cerradas. Por ejemplo, para la tubería 1, las válvulas que deberán estar cerradas si esta tubería no se utiliza son: V42, V44, V46, V48, V50; y para la tubería 2, estas válvulas son: V43, V45, V47, V49, V51.

Si las válvulas no se encuentran en la posición indicada, entonces el sistema tiene que posicionarlas de acuerdo a las tablas y consideraciones anteriores.

Luego de verificar el estado de las válvulas y/o posicionarlas en el estado correspondiente, el sistema debe verificar el nivel de los tanques de almacenamiento, porque de acuerdo a ese nivel, se podrá seguir procesando de ahí en adelante (sí es que el tanque contiene una

cantidad mínima de producto, o bien, los tanques deberán ser llenados con más productos desde las quebradoras).

Cuando se haya verificado el nivel de los tanques, entonces se debe verificar el estado de las tuberías, teniendo que estar todas destapadas y no tener pérdidas. Esto se puede verificar mediante caudalímetros ubicados en los tramos de las tuberías que se desean verificar, para que de esta manera se mida el caudal que está siendo transportado por las tuberías. En aquel caudalímetro que se identifique una disminución del caudal, significa que hay una pérdida antes de ese tramo, es decir, entre el caudalímetro que está midiendo el caudal regular y aquel que marca un menor valor de caudal).

A partir de los tanques, es necesario controlar el estado de ahí en más para también poder saber que despacho hacer (aparte de la verificación y control de las válvulas.) Para poder despachar en camión cisterna, se debe verificar que haya un camión y qué tipo de producto desea cargar (yema, albúmina, huevo entero o mezcla.) Para despachar en los contenedores, es necesario que haya un contenedor en la salida de las válvulas 48 o 49. También deberá conocerse el tipo de producto que se quiere envasar en los contenedores (yema, albúmina, huevo entero o mezcla). Si se decide por deshidratar al huevo líquido, entonces, se deberá tener en cuenta que el spray esté listo para poder funcionar. Si se decide utilizar las dos tuberías para el spray, entonces se debe tener en cuenta que las dos tienen que transportar el mismo producto ya que sino se mezclarían los dos productos, y el spray no podría funcionar normalmente.

Producción

Una vez que se verifica el estado de las válvulas y las tuberías según el producto que se decide producir, se procede a empezar con la producción desde la lavadora. La lavadora debe estar en ON, y debe haber dos operarios para cargar la máquina y descargar el maple vacío. La quebradora está en ON si se enciende la lavadora (como son la misma máquina, cuando se enciende una, la otra se enciende automáticamente.) También deben estar en sus lugares los dos operarios en cada quebradora para realizar el trabajo. Luego, la quebradora tiene que tener determinada la posición en la cual tiene que descargar las bandejas de la yema y la albúmina una vez que se rompe el huevo para que de esta manera caigan la yema y la albúmina en sus respectivos baldes o sino volcar el huevo entero todo junto en otro balde. Esta posición por lo explicado anteriormente, dependerá del producto que se esté produciendo.

Si bien los baldes cuentan con una válvula esférica en su parte inferior, el huevo es transportado inmediatamente luego de que se quiebra el huevo, rápidamente hacia los filtros para que los huevos no estén en contacto con el aire. Estas válvulas a la salida de los baldes, están por seguridad, por si alguna de las bombas o filtros, dejan de funcionar. Por lo tanto, el filtro deberá liberar de impurezas al producto que se decidió procesar salvo que alguna de las máquinas se haya descompuesto. En el caso en que algún filtro haya dejado de funcionar, el balde debe cerrar su válvula de seguridad que tiene en la parte inferior (válvulas 1,2,3,4,5 o 6) y luego, se toman las medidas de contingencia que se explicarán más adelante (ver sección de contingencias). Cuando se enciende la lavadora- quebradora también lo deben hacer los filtros. Normalmente, las válvulas que se encuentran delante de cada uno de los filtros, se encuentran abiertas. Pero si el filtro se rompe, entonces, inmediatamente esa válvula que se encuentra adelante se debe cerrar (válvulas 10,11 ó 12.) Igualmente, se explica más detalladamente en la parte de contingencias, como deben funcionar estas válvulas.

Luego de los filtros, se pasa el producto a cada uno de los tanques de yema, albúmina y huevo entero. Normalmente las válvulas que se encuentran entre los filtros y los tanques permanecen abiertas (válvulas 16 y 23 para la yema, 17 y 22 para la albúmina y 18 y 24 para el huevo entero.) Si algún filtro se rompe, entonces hay que tomar medidas de contingencias (ver parte de contingencias.) Para poder mandar a los tanques, como se explicó anteriormente, se debe controlar el nivel del mismo (éste no tiene que estar por arriba del 70%, en el caso de que el nivel de líquido esté por arriba, entonces, se corta el flujo que va desde el balde hacia el filtro y también el del filtro hasta el tanque mediante el cerramiento de las válvulas.) En síntesis, se debe verificar el nivel de los tanques antes de decidir qué tipo de producto se va a producir.

Luego, a partir de los tanques es necesario decidir nuevamente qué tipo de producto se va a seguir produciendo para luego despachar. Si se va a producir mezcla, entonces, es necesario abrir las válvulas correspondientes que van desde los tanques de la yema y del huevo entero (ya que las mezclas están formadas por estos dos componentes) hacia el tanque de mezclas. Primero se debe abrir la válvula que sale del tanque de la yema y luego la del tanque del huevo entero. Por lo tanto, la balanza (tiene que ser digital) irá pesando primero a la yema y luego pesa a la yema con el huevo entero. De esta manera, se controla el peso y las proporciones de la mezcla requeridas en cada uno de los pedidos.

En este momento, los 4 tanques contienen sus correspondientes productos líquidos. En este punto, es necesario conocer el tipo de producto a despachar y que tipo de despacho se hará. Una vez que se verificó y controló el estado de las válvulas en este sector, se procede a pasteurizar el huevo. Para ello es necesario que el pasteurizador esté a la temperatura

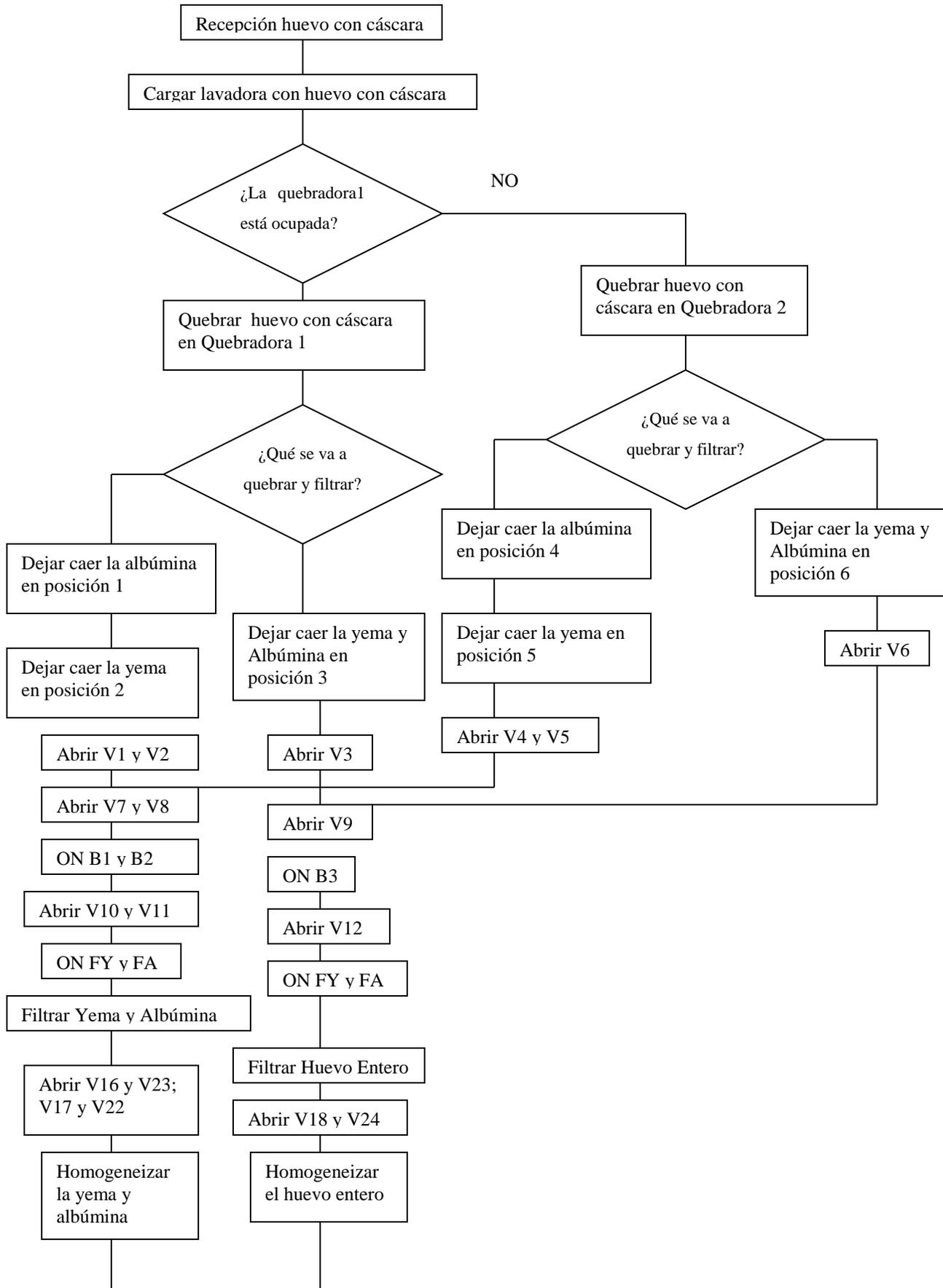
necesaria para llevar a cabo el proceso (entre 62 ° C y 64 ° C.) Dada la importancia de esta etapa productiva, para que se cuente con mayor seguridad, se dispone de una válvula diversora automática para que si luego de la etapa de calor no se llega a la temperatura correcta, automáticamente retorna el huevo al tanque de almacenamiento. Eso en cuanto al sistema de control, pero a la vez, una alarma lumínica y sonora mediante un cambio de luz (verde a roja) y sonido indica que no se ha obtenido la temperatura de pasteurización. Para poder llevar un control del proceso de pasteurización, dentro de lo que se conoce como el control del pasteurizador, se cuenta con el graforegistrador que grafica punto a punto las temperaturas de pasteurización. De esta manera, se guardan los gráficos para documentar el proceso y poder tener un análisis del proceso así como también del desempeño del pasteurizador.

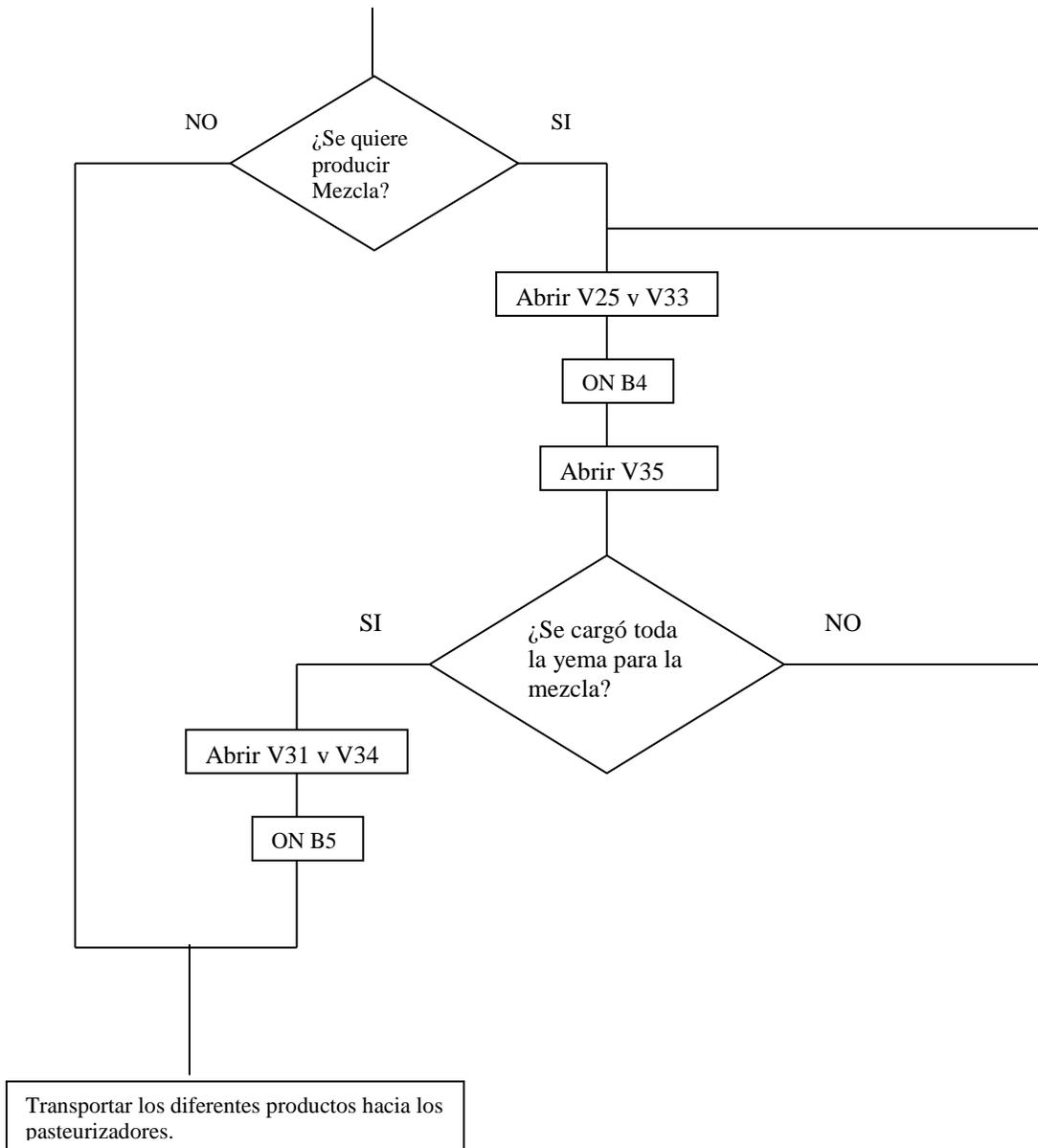
Luego del pasteurizador, es necesario tener en cuenta las consideraciones que se aclararon anteriormente con referencia al despacho. Para saber si hay un camión dispuesto para cargar, el mecanismo funciona mediante el accionamiento de un botón cuando el camión arriba a la planta (y más específicamente al sector de carga de camión cisterna) y está en condiciones de cargar el camión. El método para saber si hay contenedores también es mediante el accionamiento de un botón, que se acciona cuando se apoya el tanque contenedor en una plataforma que se encuentra en el piso. El spray debe estar en ON para poder recibir el producto líquido desde el pasteurizador. Por lo tanto, cuando se decide deshidratar al huevo, se prende el spray en ON.

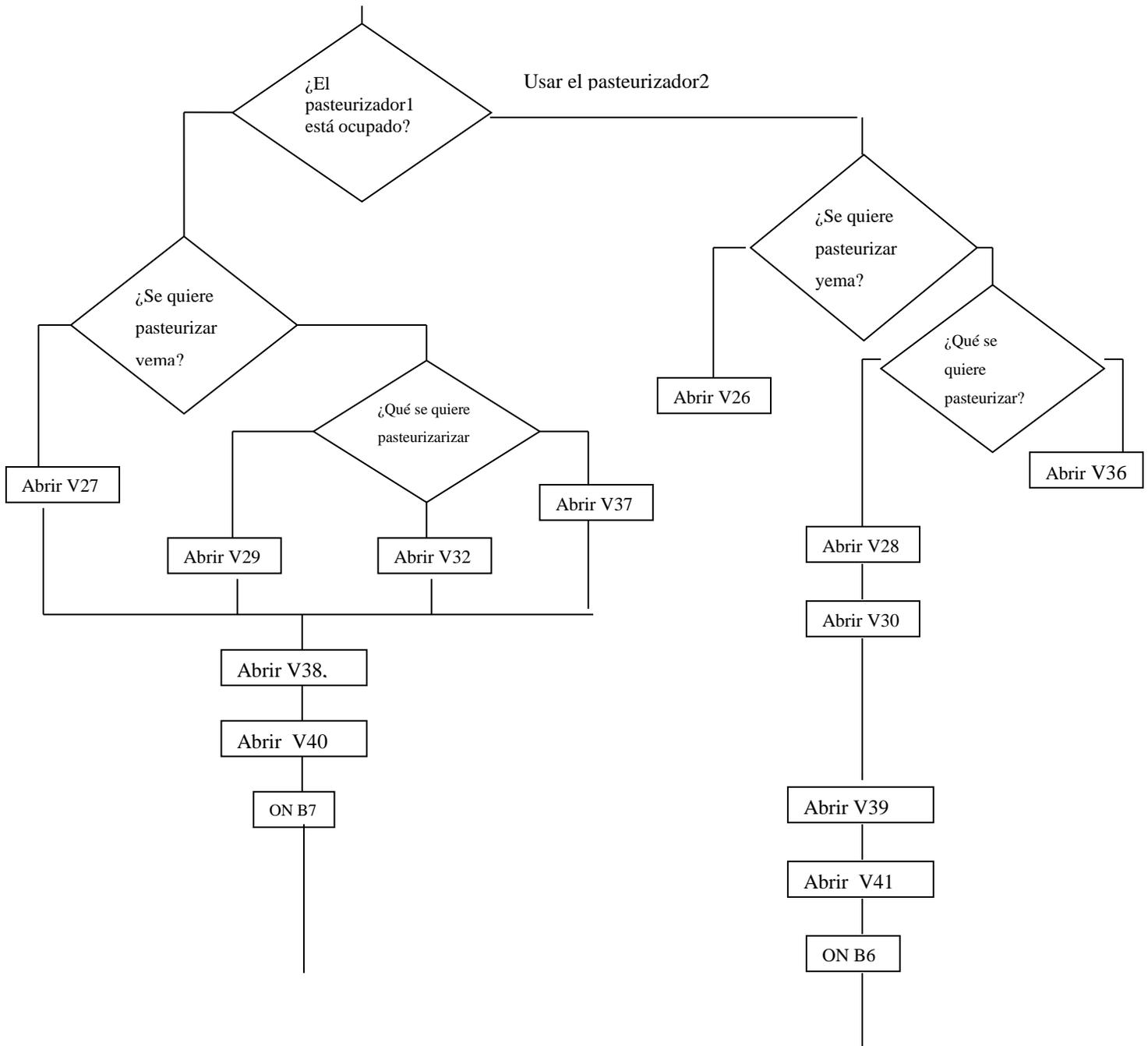
Diagrama lógico

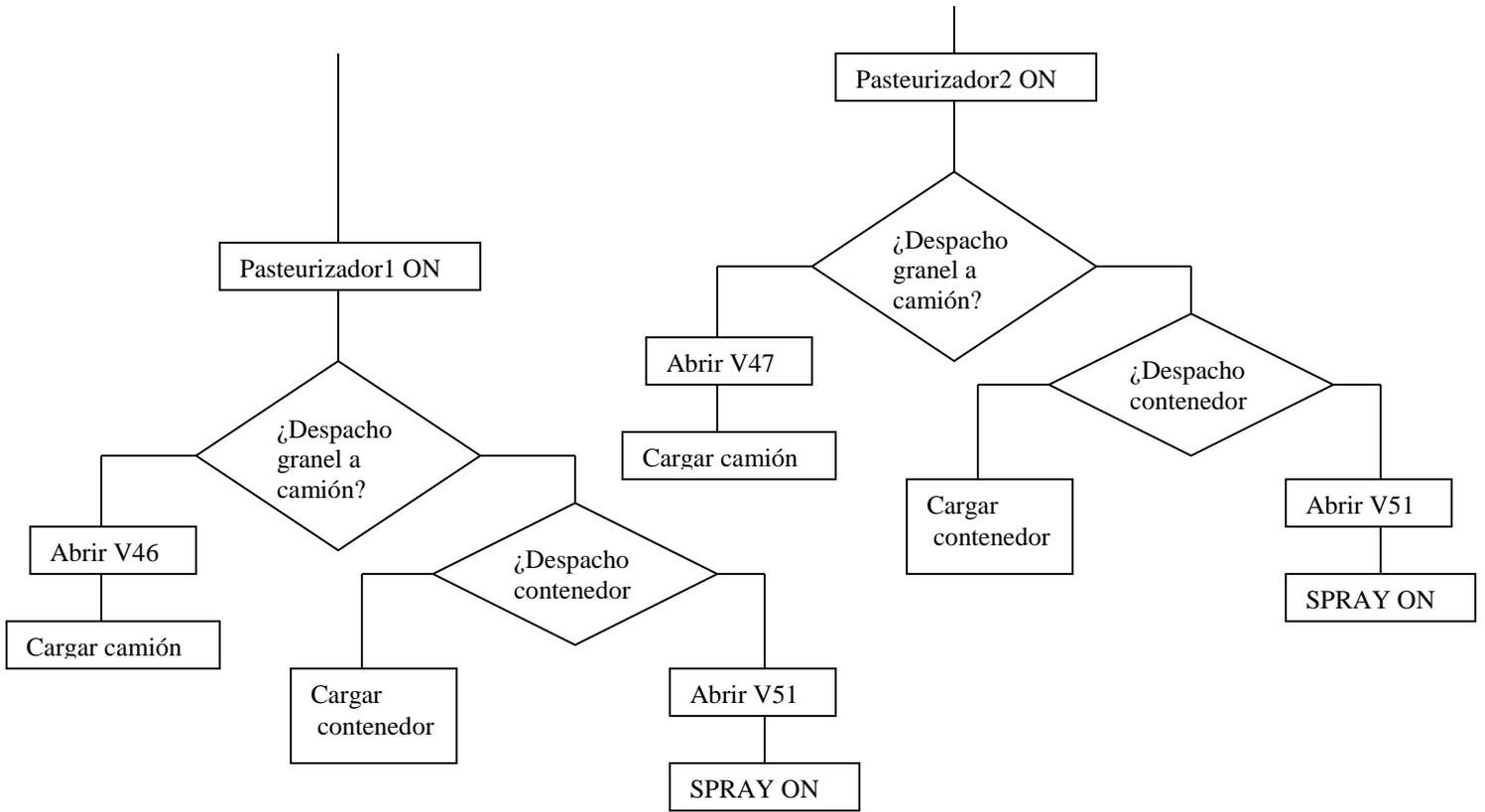
Una vez explicadas las bases para el funcionamiento del sistema y el plan de producción, se realiza el diagrama lógico para la automatización. En este diagrama se determina el movimiento del huevo a través de las tuberías de la instalación. Este diagrama es el circuito que utiliza el PLC (que se selecciona más adelante en el trabajo). Programar un autómatas consiste en introducirle una secuencia de órdenes (instrucciones) obtenidas desde un modelo de control, según una codificación determinada (lenguaje). Así la automatización de procesos comunes (mando de máquinas, cadenas de producción) puede hacerse con diagramas de contactos o con listas de instrucciones, los dos lenguajes básicos para la mayoría de autómatas.

Utilizados originalmente de forma independiente unos de otros, la tendencia actual de los fabricantes pasa por la integración de las diferentes formas en un único lenguaje mixto, que combine la claridad de los lenguajes gráficos para las funciones combinacionales y secuenciales, con la potencia y compacidad de los literales para el cálculo matemático.









CONTINGENCIAS

Es necesario tener un plan de contingencias por si alguno de los dispositivos o máquinas se rompen. Este plan es necesario para perder la menor cantidad posible de ventas o materia prima (según como se mire) debido a que la materia prima es perecedera.

Rotura de la lavadora- quebradora

Si alguna de las líneas de lavadora- quebradora se rompe, los primeros 3 años, no se puede tomar alguna medida para continuar con la producción. No tiene sentido instalar otra línea ya que estas máquinas no es habitual que se rompan. En los siguientes años, al contar con dos líneas, si se rompe una de ellas, entonces se sigue produciendo con la otra (se podrá producir un poco más del 50 % ya que se instalan dos máquinas a partir del cuarto año pero el grado de aprovechamiento no llega al 100% en las dos máquinas, es decir, que cuando se instale la segunda línea y en caso de romperse una de ellas, estas líneas no trabajarán al 100%.)

Rotura de las bombas

En el caso en que se rompan las bombas de la yema o huevo entero, se podrá usar una bomba de backup que hay para estos dos productos. Si se rompe la de albúmina, entonces también se puede utilizar una bomba de backup que hay para este producto. Esto es así, porque, como lo explicado anteriormente, las bombas para la yema y el huevo entero son de tipo centrífugas; en cambio, para la albúmina es distinta, es de tipo positiva.

A partir de los pasteurizadores se tiene una bomba back up para las dos tuberías. Por lo tanto, si se rompe la bomba de la Tubería1, se utiliza la bomba de backup. Si se rompe la tubería2, también se utiliza la bomba de backup. Por lo tanto, si se rompen las dos bombas juntas, no hay posibilidad de seguir utilizando las dos tuberías para producir, hay que seguir con una sola.

Rotura de los filtros

Si se rompe alguno de los filtros, se podrá compartir el filtro entre los productos. Para ello es necesario cerrar y abrir válvulas antes de los filtros y después de los filtros para poder usar los circuitos alternativos. También se cerrará la válvula que está en la parte inferior del balde, y una vez que se reconecte el circuito, entonces ahí sí que se vuelve a abrir la válvula

de dicho balde. Las bombas que se utilizan siguen siendo las mismas pero el filtro cambia. Es decir, que no comparten ni bomba ni tuberías solo se deriva el flujo hacia el filtro, y desde ese filtro hacia en tanque correspondiente. Para que esto pueda utilizarse de esta manera, se debe proceder de la siguiente manera dependiendo cual es el filtro que se rompe:

- Se rompe el filtro de la yema

Como primer medida, se deben cerrar las válvulas de este circuito, para que la yema no se dirija hacia el filtro roto. Por lo tanto, se deberán cerrar las válvulas V10, V7, V4 y V1. Una vez cerradas, se hace la reconexión de las tuberías para re- direccionar el flujo de la yema. La yema como se mencionó en el plan de producción, puede producirse en simultáneo con la albúmina. Por lo tanto, si el filtro de la yema se rompe, es preferible que se utilice el filtro del huevo entero en reemplazo del que dejó de funcionar ya que no está siendo utilizado. Es por esta razón, que para redireccionar al flujo de yema hacia el filtro de huevo entero, hay que abrir la válvula V14. En el caso en que el filtro del huevo entero también esté roto, se deberá redireccionar el flujo de yema hacia el filtro de la albúmina abriendo la válvula V13. Luego, una vez re- direccionado, se abren as válvulas de nuevo menos la de la entrada del filtro de yema, es decir las válvulas: V1, V4 y V7.

Como luego del filtro, el proceso continúa también es necesario redirigir el flujo desde el filtro que se utilizó como emergencia hasta el tanque que corresponde. En el caso de que se utilice el tanque de huevo entero para filtrar la yema, se debe cerrar la válvula V16 y abrir las válvulas V18 y V21 para conectar el filtro de huevo entero con el tanque de yema. En el caso que se decida utilizar el filtro de la albúmina porque el del huevo entero está en uso o roto, se debe abrir las válvulas V17 y V19 para poder conectar el filtro de albúmina con el tanque de yema. En los dos casos la válvula V16 se debe cerrar.

- Se rompe el filtro de la albúmina

Como primer medida, se deben cerrar las válvulas de este circuito, para que la albúmina no se dirija hacia el filtro roto. Por lo tanto, se deberán cerrar las válvulas V11, V8, V5 y V2. Una vez cerradas, se hace la reconexión de las tuberías para re- direccionar el flujo de la albúmina. La albúmina como se mencionó en el plan de producción, puede producirse al mismo tiempo que la yema. Por lo tanto, si el filtro de la albúmina se rompe, es preferible que se utilice el filtro del huevo entero en reemplazo del que dejó de funcionar ya que no está siendo utilizado. Es por esta razón, que para re-direccionar al flujo de albúmina hacia el filtro de huevo entero, hay que abrir la válvula V15. En el caso en que el filtro del huevo entero también esté roto, se deberá re-direccionar el flujo de albúmina hacia el filtro de la

yema abriendo la válvula V13. Luego, se deben abrir las válvulas para que funcione este circuito redireccionado. Las válvulas que se deben abrir son: V2, V5 y V8.

Para conectar los filtros que se usen como alternativa si es que el filtro de albúmina se rompe, con los tanques correspondientes al producto que se está procesando, es necesario abrir ciertas válvulas. En el caso de que se utilice el filtro de la yema para filtrar albúmina, se debe abrir la válvula V16 y V19 para que de esta manera luego de pasar la albúmina por el filtro de la yema, pueda ser transportada hacia el tanque de albúmina. En el caso de que se utilice el filtro de huevo entero para filtrar la albúmina se deberán abrir las válvulas V18 y V20, así la albúmina luego de pasar por el filtro de huevo entero, se redirecciona al tanque de albúmina. En los dos casos es necesario que la válvula V17 se encuentre cerrada (que es la válvula a la salida del filtro de la albúmina que en este caso supuesto no está en condiciones de utilizarse).

- Se rompe el filtro del huevo entero

Como primer paso, se deben cerrar las válvulas de este circuito de huevo entero para evitar que el huevo entero se dirija hacia el filtro que dejó de funcionar. Por lo tanto, se deben cerrar las siguientes válvulas: V12, V9, V3 y V6. Luego, se pueden habilitar los circuitos alternativos. Hay dos opciones para seguir produciendo, o utilizar el filtro de la yema abriendo la válvula V14 o utilizar el filtro de la albúmina abriendo la válvula V15. En este caso, es lo mismo debido a que cuando se está produciendo huevo entero, no se supone que se deban producir los otros dos productos.

Para que se puedan conectar los filtros alternativos utilizados, es necesario abrir y cerrar algunas de las válvulas. En el caso que se utilice el filtro de la yema para filtrar el huevo entero, se deben abrir las válvulas V16 y V21, así el huevo entero luego de ser filtrado por el tanque de la yema, es transportado al tanque de huevo entero por la tubería de huevo entero. En el caso que se utilice el filtro de la albúmina las válvulas que se deberán abrir son las válvulas V17 y V20. De esta manera quedan conectados los filtros “de emergencia” con los tanques del producto que está siendo procesado.

SISTEMA DE LIMPIEZA

Para limpiar la primera parte del proceso (es decir, desde la lavadora hasta los tanques de almacenamiento), se debe hacer cuando se está produciendo en las otras tuberías y máquinas de las que se quiere limpiar. Cuando se vacían los tanques (se puede saber con el medidor de nivel), se pueden lavar los mismos y las tuberías “aguas abajo”, teniendo en cuenta que las válvulas deben estar abiertas para que esto pueda ocurrir. Se establece que se limpiarán los tanques cuando se rote de producto. Es decir, que cuando se pasa a producir huevo entero, se lavan los tanques de yema y albúmina y cuando se produce yema y/o albúmina, se lava el tanque de huevo entero. Dependiendo del tanque y las tuberías que se quieran lavar, en la siguiente tabla (Tabla VII-4) se muestran las válvulas que indefectiblemente tienen que estar abiertas para poder pasar el agua por las mismas (porque también puede ser que haya válvulas que estén cerradas o abiertas dependiendo en lo que se decida producir.)

Limpieza Válvulas	Yema	Albúmina	Huevo entero
V1	X		
V2		X	
V3			X
V4	X		
V5		X	
V6			X
V7	X		
V8		X	
V9			X
V10	X		
V11		X	
V12			X
V13			
V14			
V15			
V16	X		
V17		X	
V18			X
V19			
V20			
V21			
V22		X	
V23	X		
V24			X

Tabla VII-4. Tabla con la apertura de las válvulas para la limpieza

La segunda parte del proceso (a partir de los tanques hasta los despachos), se podrá lavar al finalizar el día. Por lo tanto, en este caso, todas las válvulas de la planta deberán estar abiertas para que se pueda lavar correctamente. En este momento, también se aprovecha para lavar toda la primera parte y así dejar la planta en condiciones de limpieza para el día siguiente.

SELECCIÓN Y ESPECIFICACIONES DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS

1. Sensor de Nivel de los tanques

▪ Funcionamiento

El sensor de nivel de los tanques es necesario para saber cuando es posible seguir procesando desde el tanque en adelante o producir hasta el tanque. Cuando el sensor de nivel marque nivel vacío, la bomba que lleva el producto desde el tanque hacia el pasteurizador (o hacia el tanque de mezcla desde el tanque de yema o huevo entero) se tiene que cortar, es decir hay que detener el funcionamiento de la bomba, porque ya no hay producto para seguir procesando. Cuando el sensor de nivel marque el 70% del tanque lleno, la bomba que conecta a los baldes- filtros- tanques se deberá detener y dejar de mandar producto hacia el tanque. Este es el tope máximo lo cual indica que no puede seguir ingresando producto al tanque.

▪ Características necesarias

Las características con las que deben contar los sensores de nivel de los tanques son básicamente (es decir que son características que necesariamente deben ser consideradas en el momento de seleccionar un nivel) las siguientes:

- apropiado para un recipiente cerrado, venteado, baja temperatura (0-4° C)
- capaz de medir el nivel de líquidos
- el líquido que se medirá es un líquido viscoso
- la salida deseada es puntual, es suficiente medir un nivel máximo y un mínimo, no hace falta medir el nivel medio continuo
- deseable que el sensor sea externo porque no es deseable que se encuentre dentro del huevo ya que afectaría las propiedades del mismo
- el rango a medir es desde el tanque vacío hasta el 70% de tanque lleno como lo explicado en el plan de producción). El tanque de 2400 l tiene una altura

de 1,25m (Anexo 4) con lo cual el rango a medir es desde 0 m hasta los 0,875m.

- deberá ser confiable debido a que si no mide el nivel correctamente, se pueden producir errores en la producción
- deberá tener un funcionamiento simple y fácil de entender por parte de los operarios

▪ Alternativas

Existen en la industria varios tipos de sensores de nivel de líquidos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: Visual, Flotador, Desplazamiento, Presión Diferencial, Resistivo, Conductivo, Capacitivo, Admitancia de Radiofrecuencia, Ultrasonido y Radiación Gama.

Para evaluar las distintas alternativas, se empieza por descartar las tecnologías que su modo de funcionamiento no es compatible con el proceso que es llevado a cabo en el tanque. La tecnología visual si bien es la más simple para utilizar, no tiene salida eléctrica, se utiliza en el caso de un sistema manual, no automatizado. Por lo tanto, esta tecnología para este tipo de instalación no es útil. La tecnología de flotadores no es utilizable porque no es apta para medios viscosos, debido a que tiene partes móviles. La tecnología resistiva no es apropiada porque no es instalable en tanques cerrados. La tecnología capacitiva no es recomendable debido a que la sonda está en contacto con el líquido, y eso puede contaminar al huevo; además este sensor es sensible a las condiciones ambientales del tanque. El sensor de Admitancia de Radiofrecuencia no es considerado porque es altamente costoso y requiere asistencia técnica especializada. El sensor con sistema de ultrasonido no es tenido en cuenta por el alto costo que tiene. Por último, la Radiación Gama no sería apropiada porque requiere altas medidas de seguridad.

Por lo tanto, se pueden considerar las siguientes alternativas que cumplen con los requisitos establecidos anteriormente:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Nivel A: Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Confiable <input type="checkbox"/> Se pueden medir líquidos inmiscibles por su gran sensibilidad <input type="checkbox"/> Aplicable a gran variedad de casos <input type="checkbox"/> Permite distintas variantes de salida eléctrica	<input type="checkbox"/> Sensible a la densidad del líquido: ajuste y calibración <input type="checkbox"/> Rango limitado: 0 a 3 mts. <input type="checkbox"/> Errores del +/- 1%. <input type="checkbox"/> Afectado por depósitos e incrustaciones de sólidos <input type="checkbox"/> Límites de operación en 450° C, 2500 psig <input type="checkbox"/> Ocupa un volumen grande
Nivel B: Presión Diferencial	<input type="checkbox"/> Puede ser utilizado en tanques cerrados y presurizados <input type="checkbox"/> Fácil acceso por su montaje externo <input type="checkbox"/> Simplicidad de instalación <input type="checkbox"/> Muy amplio rango de medición <input type="checkbox"/> Buena resistencia a la corrosión <input type="checkbox"/> Pequeño volumen	<input type="checkbox"/> Dependencia del peso específico del líquido bajo medición

Tabla VII-5. Comparación de alternativas para el sensor de nivel del tanque.

▪ Selección del Sensor de nivel para el tanque

El sensor de nivel que se elige es el Nivel B debido a que aparte de cumplir con los requerimientos básicos que debe cumplir para este tipo de tanque, tiene una instalación simple y ocupa un pequeño volumen. Su salida es eléctrica, y se basa en la medición de presiones en dos puntos para luego medir el nivel del líquido.

▪ Tabla resumen

Los sensores de nivel de tanques que serán necesarios en esta planta son los siguientes (ver Anexo 10 para especificaciones técnicas):

Sensor de Nivel	Tipo	Ubicación	Función	Marca	Modelo
N1	Presión Diferencial	En el tanque de yema	Medir el nivel del tanque de yema	King-Gage	Level Tran
N2	Presión Diferencial	En el tanque de albúmina	Medir el nivel del tanque de albúmina	King-Gage	Level Tran
N3	Presión Diferencial	En el tanque de huevo entero	Medir el nivel del tanque de huevo	King-Gage	Level Tran
N4	Presión Diferencial	En el tanque de mezclas	Medir el nivel del tanque de mezclas	King-Gage	Level Tran

Tabla VII-6. Características de los sensores de nivel para los tanques.

La cantidad total de sensores de nivel de tanques necesaria para el correcto funcionamiento de la planta es 4 (uno para cada tanque).

2. Sensor de Nivel de los baldes

▪ Funcionamiento

El sensor de nivel de cada balde deberá medir el nivel de huevo recién quebrado, ya sea yema, albúmina o huevo entero que cae dentro de los baldes desde la quebradora. Cuando el sensor de nivel marque un nivel máximo, la quebradora se deberá detener y cambiar de producto. Cuando marque el nivel mínimo, entonces la bomba que chupa el producto para llevarlo hasta el filtro, deberá dejar de funcionar debido a que el nivel del huevo es mínimo y ya no queda más producto en el balde para transportar por la tubería.

▪ Características necesarias

Las características con las que deben contar los sensores de niveles de los baldes son básicamente las mismas que para los tanques, con la diferencia de que los baldes son más chicos que los tanques, los baldes tienen una altura de 0,65m por lo que deberán medir hasta el 80%: por lo tanto una altura de 0,52 m.

▪ Alternativas

Las alternativas consideradas son las mismas que para el sensor de nivel de los tanques debido a que las necesidades son muy similares.

▪ Selección del nivel para el balde

El sensor de nivel que se elige es el Sensor de Nivel B: Presión Diferencial debido a que cumple de mejor manera con los requisitos.

▪ Tabla resumen

Los sensores de nivel que serán necesarios en esta planta son los siguientes (ver Anexo 10 para especificaciones técnicas):

Nivel	Tipo	Ubicación	Función	Marca	Modelo
N1	Presión Diferencial	Balde de yema	Medir el nivel del balde de yema	King-Gage	Level Tran
N2	Presión Diferencial	Balde de albúmina	Medir el nivel del balde de albúmina	King-Gage	Level Tran
N3	Presión Diferencial	Balde de huevo entero	Medir el nivel del balde de huevo entero	King-Gage	Level Tran
N4	Presión Diferencial	Balde de yema	Medir el nivel del balde de yema	King-Gage	Level Tran
N5	Presión Diferencial	Balde de albúmina	Medir el nivel del balde de albúmina	King-Gage	Level Tran
N6	Presión Diferencial	Balde de huevo entero	Medir el nivel del balde de huevo entero	King-Gage	Level Tran

Tabla VII-7. Características de los sensores de nivel para los baldes.

La cantidad total de niveles es 6 (uno para cada tanque).

3. Sensor de Caudal

- **Funcionamiento**

El sensor de caudal es un agregado para poder controlar la cantidad de huevo que está siendo transportado por las tuberías. Este es un accesorio que es recomendable para poder detectar posibles obstrucciones en los diferentes tramos de las tuberías y de esta manera poder reparar las fisuras de dichas tuberías o reparar las máquinas que sean necesarias para que la planta siga con su funcionamiento normal.

- **Características necesarias**

- el caudalímetro debe ser capaz de medir el caudal de un líquido
- este líquido es viscoso
- tiene que ser un caudalímetro que sea de uso externo para no afectar las cualidades del huevo
- el caudal a medir tiene un rango de : 1088 litros/hora (año 2006, tubería que va desde los tanques al pasteurizador) y 6040 litros/hora (año 2015, tubería desde el balde de yema hasta el tanque de yema).
- el costo debe ser lo más bajo posible

▪ Alternativas

Existe gran variedad de caudalímetros, todos con diferentes sistemas de funcionamiento. Entre ellos, se pueden nombrar los siguientes: Presión Diferencial (Placa Orificio, Tobera, Tubo de Venturi, Tubos Pitot y Annubar), Caudalímetro por Impacto, Caudalímetro para Canales Abiertos (Vertedero, Canal de Parshall), Caudalímetros de Área Variable (Rotámetros), Caudalímetros de Desplazamiento Positivo (Medidor a Engranajes Ovalados, Sistemas a Pistón Oscilante, Medidor a Disco Nutante), Caudalímetros a Turbina, de Paleta, a Torbellinos o Vórtices, Electromagnético, Ultrasónico, Másicos (Coriolis, Térmicos). Es decir que existe una gran cantidad de posibilidades. Es por eso, que para realizar una selección del sensor de caudal, se descartan todos los caudalímetros que tengan un funcionamiento complejo o los que téngale n un alto costo. También se descartan los que tienen uso interno.

Las alternativas que cumplen con los requisitos establecidos anteriormente, son las siguientes:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Caudalímetro A: Presión Diferencial: Pitot y Annubar</p>	<p><input type="checkbox"/> Bajísima pérdida de carga, permite medir sin gasto de energía</p> <p><input type="checkbox"/> Bajo costo</p> <p><input type="checkbox"/> No tiene partes móviles</p> <p><input type="checkbox"/> Fácil de instalar</p>	<p><input type="checkbox"/> Consideraciones especiales si el Reynolds es menor a 10000</p> <p><input type="checkbox"/> Fácilmente taponado por material en suspensión</p> <p><input type="checkbox"/> Su precisión es baja</p>
<p>Caudalímetro B: Por Impacto</p>	<p><input type="checkbox"/> Bajo costo</p> <p><input type="checkbox"/> Se puede utilizar en fluidos muy sucios o corrosivos</p> <p><input type="checkbox"/> Facilidad para la instalación</p> <p><input type="checkbox"/> Mediciones precisas (errores de 1%)</p> <p><input type="checkbox"/> Amplia flexibilidad para el diseño</p>	<p><input type="checkbox"/> El fluido y las condiciones del proceso deben ser compatibles con una instalación de bandas extensométricas</p>

Tabla VII-8. Características de los sensores de caudal.

▪ Selección de los caudalímetros

El sensor de caudal que se elige es el Caudalímetro de Presión Diferencial de Pitot. Es el más simple y cumple con los requerimientos de diseño.

▪ Tabla resumen

Los sensores de caudal que se eligen tienen las siguientes características (ver Anexo 11 para especificaciones técnicas):

Nivel	Tipo	Marca	Modelo
C1	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C2	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C3	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C4	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C5	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C6	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C7	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C8	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C9	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C10	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C11	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C12	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar
C13	Presión Diferencial: Pitot	RoseMount	Mass Probar

Tabla VII-9. Características de los caudalímetros seleccionados.

Cantidad total de caudalímetros: 13

4. Válvula diversora automática, alarma lumínica y sonora y graforegistrador para el pasteurizador

Estos dispositivos se pueden solicitar a SANOVO cuando se compran las máquinas. Son accesorios del pasteurizador.

5. Bombas

Las bombas se dimensionaron en la sección de diseño de ingeniería. Son bombas de marca Sulzer y a continuación se muestra una tabla con las bombas y sus modelos seleccionados.

También debe tenerse en cuenta que hay bombas backup por si alguna de las que están instaladas y tienen función principal deja de funcionar (como las que se mencionaron anteriormente.) Para el caso de las bombas entre los baldes y los tanques, se cuenta con una bomba de seguridad para compartir entre la yema y huevo entero y otra para la albúmina (ya que es un tipo diferente de bomba.) Estas bombas de seguridad tienen un circuito alternativo instalado en paralelo con la otra bomba que mediante la apertura de la válvula se

redirecciona el flujo hacia la bomba de seguridad. Es por eso, por cada bomba que se agrega, se agrega una válvula más. Y a partir de los pasteurizadores se cuenta con una bomba de seguridad para las dos tuberías, que se encuentra conectada en paralelo con las dos tuberías. En el caso de requerirse, se abre el circuito de la bomba en paralelo mediante una válvula y se cierra la válvula de adelante de la bomba que funcionaba normalmente. Por lo tanto este circuito alternativo agrega una válvula.

A continuación se muestra un cuadro resumen (Tabla VII-10) de todas las bombas que deberá tener la instalación con las especificaciones de cada una de ellas (tipo, ubicación, función, marca y modelo seleccionado):

Bomba	Tipo	Ubicación	Función	Marca	Modelo
B1	Centrífuga	Entre el balde yema y filtro yema	Principal- transportar yema	Sulzer	OHH 1x2x9-1
B2	Positivo (tipo membrana)	Entre el balde albúmina y filtro albúmina	Principal- transportar albúmina	Coenraadts (Ovobel)	Membranas
B3	Centrífuga	Entre el balde huevo entero y filtro huevo	Principal- transportar huevo entero	Sulzer	OHH 1x3x11.5-1
B4	Centrífuga	Entre tanque yema y tanque mezcla	Principal- transportar yema	Sulzer	OHH 1x2x9-1
B5	Centrífuga	Entre tanque huevo entero y tanque	Principal- transportar huevo entero	Sulzer	OHH 1x2x9-1
B6	Centrífuga	A la entrada del Pasteurizador 2	Principal- transportar todos los productos	Sulzer	OHH 1x3x11.5-1
B7	Centrífuga	A la entrada del Pasteurizador 1	Principal- transportar todos los productos	Sulzer	OHH 1x3x11.5-1
B8	Centrífuga	A la salida del Pasteurizador 1	Principal- transportar todos los productos	Sulzer	WRT-O 22-1A 613260
B9	Centrífuga	A la salida del Pasteurizador 2	Principal- transportar todos los productos	Sulzer	WRT-O 22-1A 613260
BS1	Centrífuga	En paralelo con B1 y B3	Secundaria- en caso de rotura de B1 o B3	Sulzer	OHH 1x2x9-1
BS2	Positivo (tipo membrana)	En paralelo con B2	Secundaria- en caso de rotura de B2	Coenraadts (Ovobel)	Membranas
BS3	Centrífuga	En paralelo con B4 y B5	Secundaria- en caso de rotura de B4 o B5	Sulzer	OHH 1x2x9-1
BS4	Centrífuga	En paralelo con B6 y B7	Secundaria- en caso de rotura de B6 o B7	Sulzer	OHH 1x3x11.5-1
BS5	Centrífuga	En paralelo con B8 y B9	Secundaria- en caso de rotura de B8 o B9	Sulzer	WRT-O 22-1A 613260

Tabla VII-10. Tabla con las características de las bombas de la planta.

6. Válvulas

En la siguiente tabla (Tabla VII-11) se muestran las especificaciones (tipo, ubicación y modo) de todas las válvulas de la instalación. La marca de las mismas es Wenlen (para ver especificaciones técnicas, ver Anexo 9).

Válvula	Tipo	Ubicación	Modo
V1	Esférica	A la salida del balde de yema	Normal
V2	Esférica	A la salida del balde de albúmina	Normal
V3	Esférica	A la salida del balde de huevo entero	Normal
V4	Esférica	A la salida del balde de yema	Normal
V5	Esférica	A la salida del balde de albúmina	Normal
V6	Esférica	A la salida del balde de huevo entero	Normal
V7	control	Antes de la bomba B1	Normal
V8	control	Antes de la bomba B2	Normal
V9	control	Antes de la bomba B3	Normal
V10	Esférica	A la entrada del filtro yema	Normal
V11	Esférica	A la entrada del filtro albúmina	Normal
V12	Esférica	A la entrada del filtro huevo entero	Normal
V13	Esférica	Entre las entradas a los filtros de yema y albúmina	Contingencia
V14	Esférica	Entre las entradas a los filtros de yema y huevo entero	Contingencia
V15	Esférica	Entre las entradas a los filtros de albúmina y huevo entero	Contingencia
V16	Esférica	A la salida del filtro yema	Normal
V17	Esférica	A la salida del filtro albúmina	Normal
V18	Esférica	A la salida del filtro huevo entero	Normal
V19	Esférica	Entre las salidas de los filtros de yema y albúmina	Contingencia
V20	Esférica	Entre las salidas de los filtros de yema y huevo entero	Contingencia
V21	Esférica	Entre las salidas de los filtros de albúmina y huevo entero	Contingencia
V22	Esférica	A la entrada del tanque yema	Normal
V23	Esférica	A la entrada del tanque albúmina	Normal
V24	Esférica	A la entrada del tanque huevo entero	Normal
V25	Esférica	A la salida del tanque yema hacia el tanque mezcla	Normal
V26	Esférica	A la salida del tanque yema hacia el Pasteurizador 2	Normal
V27	Esférica	A la salida del tanque yema hacia el Pasteurizador 1	Normal
V28	Esférica	A la salida del tanque albúmina hacia el Pasteurizador 2	Normal
V29	Esférica	A la salida del tanque albúmina hacia el Pasteurizador 1	Normal
V30	Esférica	A la salida del tanque huevo entero hacia el Pasteurizador 2	Normal
V31	Esférica	A la salida del tanque huevo entero hacia el tanque mezcla	Normal
V32	Esférica	A la salida del tanque huevo entero hacia el Pasteurizador 1	Normal
V33	control	Antes de la bomba B4	Normal
V34	control	Antes de la bomba B5	Normal
V35	Esférica	A la entrada del tanque mezcla	Normal
V36	Esférica	A la salida del tanque mezcla hacia el Pasteurizador 1	Normal
V37	Esférica	A la salida del tanque mezcla hacia el Pasteurizador 2	Normal

V38	control	Antes de la bomba B7	Normal
V39	control	Antes de la bomba B6	Normal
V40	Esférica	A la entrada del Pasteurizador 1	Normal
V41	Esférica	A la entrada del Pasteurizador 2	Normal
V42	Esférica	A la salida del Pasteurizador 1	Normal
V43	Esférica	A la salida del Pasteurizador 2	Normal
V44	control	Antes de la bomba B8	Normal
V45	control	Antes de la bomba B9	Normal
V46	Esférica	A la entrada al camión	Normal
V47	Esférica	A la entrada al camión	Normal
V48	Esférica	A la entrada de la sala de contenedores	Normal
V49	Esférica	A la entrada de la sala de contenedores	Normal
V50	Esférica	A la entrada al spray	Normal
V51	Esférica	A la entrada al spray	Normal

Tabla VII-11. Tabla con las características de las válvulas de la planta

7. PLC (o autómatas programables)

- Necesidad de contar con un PLC en la planta automatizada

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos.

▪ Campos de aplicación

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- ❑ Espacio reducido.
- ❑ Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- ❑ Procesos secuenciales.
- ❑ Maquinaria de procesos variables.
- ❑ Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- ❑ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- ❑ Aplicaciones generales: Maniobra de máquinas; Maniobra de instalaciones.; Señalización y control.

▪ Ventajas e inconvenientes de los PLC's

Contar con un PLC en la planta, trae como consecuencia las siguientes ventajas:

- ❑ Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- ❑ Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- ❑ Mínimo espacio de ocupación.
- ❑ Menor costo de mano de obra.
- ❑ Mantenimiento económico.
- ❑ Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- ❑ Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Sin embargo, tiene dos inconvenientes principalmente: se necesita un adiestramiento técnico y el costo.

Igualmente, las ventajas son más importantes que los inconvenientes ya que se puede contar con un operario más calificado para que maneje el PLC y por otro lado, en cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay autómatas para todas las necesidades y a precios ajustados.

Se elige adquirir el PLC MINI PLC EASY 412 del fabricante Pepperl-Fuchs (ver Anexo 12 para mayores especificaciones técnicas). Este PLC tiene varias aplicaciones, sirve para automatizar tareas repetitivas de maquinado, armado, montaje, preparación de fórmulas, control de válvulas, bombas y motores. Este nuevo Mini PLC de Pepperl+Fuchs representa

una interesante alternativa por sus innovaciones, y su precio tentador. Una de estas innovaciones permite crear subrutinas de control independientes que simplifican el control de procesos. Y reducen costos, por ejemplo de cableado y recableado de controles de relé, pues los substituyen mediante reprogramación de rutinas.

VIII. ANALISIS ECONOMICO

ANÁLISIS DE COSTOS

En este apartado se estudia la diferencia de costos entre automatizar la planta y realizar el trabajo manualmente. El análisis de costos no es del todo preciso porque realizando el trabajo manualmente se tienen pérdidas, desgaste físico de los operarios, o rapidez de reacción ya que el operario reacciona con menor velocidad que en el caso de la planta automatizada. Sin embargo, estas consideraciones son difíciles de cuantificar económicamente, es por eso que no es tan preciso este estudio. Se realiza con el fin de poder ver cuales son las principales consideraciones a tener en cuenta en el momento de evaluar si conviene o no automatizar. Para esto se calculan los Costos Anuales Equivalentes de cada caso y se los compara para tomar una decisión tomando en cuenta los costos y las inversiones a lo largo del período del proyecto.

Costos de automatización

Los costos de automatizar son los siguientes:

- Sensor de Niveles

Se necesitan 6 sensores de niveles de baldes. Cada sensor de nivel tiene un costo de usd200, por lo tanto, el costo total es de usd1200, o lo que es lo mismo 3600\$.

También, como se explicó anteriormente se necesitan 4 sensores de niveles de tanques. Cada uno de estos niveles tiene un costo de usd200, con lo cual el costo total es de usd800, o lo que es lo mismo 2400\$.

- Caudalímetros

Se necesitan 13 caudalímetros, con un costo de usd200 cada uno, por lo tanto generando un costo total de 7800\$.

- PLC

El costo del PLC seleccionado es de \$690, con lo cual se genera una inversión el primer año.

Costos de funcionamiento manual

Si la planta tiene un funcionamiento manual también se generan costos, de diferentes aspectos que en el caso de la planta automatizada, pero que deben ser tenidos en cuenta si no se decide realizar la automatización. Los costos adicionales a los que se consideró en el anterior estudio son los siguientes:

- Es necesario contar con un operario que observe el nivel de los baldes (tanto el máximo nivel como el mínimo para actuar en consecuencia con lo explicado en el funcionamiento del sistema en la sección de Automatización.) Es como si el operario actuara de medidor de nivel de baldes. Por lo tanto el costo que se considera es el sueldo de este operario a lo largo de los 10 años del proyecto.
- Otro operario para que observe el nivel de los 4 tanques (también el nivel máximo y el nivel mínimo.) Este operario reemplaza a los niveles de los 4 tanques ya que mide el nivel de los tanques. El costo en el que se incurre es el sueldo de este operario a lo largo de los 10 años del proyecto.

Los sueldos de los operarios son de aproximadamente 600 pesos por mes. Como se tienen dos operarios, esto genera un costo de 1200 pesos por mes.

- Pérdidas y errores humanos que hacen que los baldes rebalsen por ejemplo, o que el proceso se haga más lento. Estas pérdidas se consideran como un porcentaje de la facturación total en cada uno de los 10 años. Para poder evaluar las pérdidas cuantitativamente, se supone que si la planta no se automatiza, se podrían perder 15 minutos aproximadamente en el día. Es decir, que las cantidades que se supusieron para este proyecto se cumplirían con la planta automatizada. Por lo tanto, si no se automatiza la planta, hay 15 minutos que no se podría satisfacer con producción porque los cambios de productos, o las lecturas de niveles, o el encendido de las máquinas harían perder 15 minutos de producción. 15 minutos en 8 horas de trabajo representan un 3% de pérdidas de facturación por día y por ende por mes.

Las ventas (afectadas por la inflación) anuales en pesos son las siguientes:

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3,104,874	7,153,552	12,043,757	15,467,980	18,024,975	19,394,066	23,347,198	25,184,127	27,527,644	31,766,733

Como se dijo, se supone que se pierde el 3% de lo estimado en el proyecto, si no se automatiza la planta. Esto genera un costo anual (en pesos) en carácter de pérdidas de:

19.405	44.710	75.273	96.675	112.656	121.213	145.920	157.401	172.048	198.542
--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Una vez que se tienen los costos de la planta manual y la automatizada, se comparan los CAE (Costo Anual Equivalente.). Se consideran solo los costos que son marginales, es decir, diferentes entre los dos casos (es así, que se dejan de lado todos los demás costos que son comunes a los dos casos). A continuación se muestra el flujo de costos e inversiones a lo largo de los 10 años para los dos casos.

Funcionamiento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<input type="checkbox"/> Manual										
Sueldo operarios	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Pérdidas en ventas	19,405	44,710	75,273	96,675	112,656	121,213	145,920	157,401	172,048	198,542
COSTO TOTAL MANUAL	20,605	45,910	76,473	97,875	113,856	122,413	147,120	158,601	173,248	199,742
<input type="checkbox"/> Automatizado										
Sensores de Nivel	6000									
Caudalímetros	7800									
PLC	690									
COSTO TOTAL AUTOMATIZADO	14490									

Realizando el cálculo de valor actual de los costos de cada una de las opciones descontados a la misma tasa con la que se calculó el VAN del proyecto (14,52%), se obtienen los CAE. El CAE para el caso de planta manual es de 20607.7, mientras que para el caso de la planta automatizada, este valor es de 14490. por lo tanto, es preferible automatizar debido a que se obtiene un menor CAE y también por las ventajas de automatizar que se mencionan más a continuación:

- Se ha comprobado que automatizar los procesos de negocios, aumenta la productividad en 70%, y genera reducción de costos de hasta 90%.
- Genera aumentos en la productividad de los empleados, y aumenta los ingresos de la compañía.
- Un sistema automatizado mejora la calidad del producto, debido a que se cometen menos errores.
- Mejora las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos (o rutinarios como en el caso de mirar el nivel de tanques o baldes) e incrementando la seguridad.

- ❑ Realiza las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente. Controlar el funcionamiento de la planta industrializadora del huevo por dos operarios es prácticamente imposible porque se hace muy difícil que una persona pueda marcar los tiempos exactos de aberturas de válvulas y funcionamiento de las bombas.
- ❑ Simplifica el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- ❑ Integra la gestión y producción.

INVERSIÓN EXTRA

En el estudio anterior no se tuvieron en cuenta algunos dispositivos que son fundamentales para el funcionamiento de la planta industrializadora de huevos. No había conexiones entre las máquinas que permitieran el traslado del huevo por las tuberías entre las distintas etapas del proceso. Por lo tanto, estas incorporaciones generan una inversión extra que debe ser tenidas en cuenta para un posterior análisis económico y de esta manera evaluar correctamente la viabilidad del proyecto.

La instalación de las bombas genera una inversión extra de 8100\$ (9 bombas de usd 300). Por otro lado, es necesario instalar válvulas en las tuberías para dirigir el flujo hacia un lado o hacia el otro o poder cerrar el flujo cuando sea necesario como se explicó anteriormente (en el plan de funcionamiento). Esto también genera una inversión adicional que debe ser considerada, que es de un valor de 45900\$ (51 válvulas de usd 300).

Por otro lado, la automatización (debido a que resulta mejor que con el funcionamiento manual) también genera una inversión adicional como se evaluó en el anterior *análisis de costos*. La inversión comprende principalmente a los niveles (tanto de tanques como de baldes), los caudalímetros y el PLC. Esta inversión es de 14490\$.

Por lo tanto, la inversión total con los accesorios para llevar a cabo la producción y para automatizar la planta es de 68490\$. Esta inversión como se mencionó anteriormente es adicional a la que se consideró en el anterior estudio.

Como conclusión de este análisis, se puede decir que la automatización no es solo una ventaja económica sino que ofrece ciertas ventajas que pueden ser tenidas en cuenta si se decide implementar dicha automatización.

IX. CONCLUSIONES DEL PROYECTO FINAL

Este proyecto final aporta una profundización de la parte de tecnología, realizando un análisis más completo de los procesos; un layout optimizado mediante el uso de herramientas para el diseño de instalaciones; diseño y selección de los accesorios para que el producto pueda ser transportado de una máquina a otra; diseño de la automatización de la planta y análisis económico de la automatización.

Este trabajo brinda un mayor entendimiento del proyecto, para que el inversor pueda definir sobre bases más concretas si es un buen proyecto en donde invertir su plata. Es decir, que le aporta profundización mediante un análisis del proceso y optimización de diseño, automatización y control de la planta industrializada del huevo.

Como en el proyecto anterior se determinó que el proyecto era viable, y el VAN tenía un valor importante, con estas nuevas inversiones que requiere la automatización, el VAN del proyecto sigue siendo positivo, y un poco más realista debido a que en la evaluación anterior no se habían tenido en cuenta elementos fundamentales para el funcionamiento de la planta industrial.

En cuanto a mi experiencia personal, puedo decir que apliqué varias materias aprendidas en la carrera. Algunas de ellas son Diseño de Instalaciones, Mecánica de Fluidos, Economía empresarial; y Proyectos de Inversión. Creo que si bien es un proyecto enfocado a la parte de ingeniería y tecnología, es un estudio integrador que abarca varias materias y conceptos de Ingeniería Industrial.

ANEXOS

Anexo 1-Catálogo de la lavadora

SANOVO EGG WASHERS EGG WASHING SYSTEMS

General

The SANОВО Egg Washers are available with capacities from 10.800 (30 cases) up to 162.000 (450 cases) eggs per hour, and exist in two different types:

- The SW Washers with washing cabinet with brush modules (for carousel type of breakers).
- The SW Modular Washers with a Double-Action Washing System with a combination of brushes and spray nozzles (for linear type of breakers).

The modular washers are available in different lengths and wash times with a variable number of brush and spray modules for maximum washing performance for different qualities of eggs. The modular system prevents excessive washing with a consequent loss of eggs and reduced yield (see next page).

Operational Description

Eggs entering the SW Washer on the roller table are washed with brushes having a high egg-to-brush contact for an optimal washing. Integrated spray nozzles result in an improved egg cleaning (only on modular washers).

A pump is constantly spraying water over the brushes, and the water passes a filter shelf(s) being re-circulated back to the water tank below the washer cabinet.

To obtain an efficient cleaning a detergent is added to the wash water, which is warmed up to 48°C by direct steam injections, or alternatively by an indirect steam heating system.

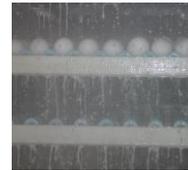
The side doors give excellent access to the brush and spray modules, which are easily removed for inspection and cleaning.

Special features

- Removable brush & spray modules
- Slanting brushes for maximum egg-to-brush contact and gentle washing
- Adjustable brush system for different egg sizes
- Different brush types (soft or hard)
- High volume low-pressure water supply system maximises cleaning and reduces damage of the eggs

Options

- CIP cleaning (only certain models)
- High-Intensity Egg Candling System
- Rotary Filtering System for cleaning of wash water and lower BOD in wastewater
- Pre-rinse systems (soaking)
- Final rinse and sanitizing systems



Safety and Service

All the SANOVO ENGINEERING products and systems are designed to meet the industry safety standards. Accepted by all international veterinarian control organisations.

A comprehensive service organisation is always available to assist in the selection of the right maintenance programme or individual spare part.

SANOVO ENGINEERING A/S Thulevej 25-27 P. O. Box 692 - DK-5210 · Odense NV · Denmark Telephone: +45 66 16 28 32 - Telefax: +45 66 16

50 32 sanovo@sanovoeng.com - www.sanovoeng.com **Solutions for Food and Egg**

WASHER MODEL	SW 30/6	SW 90/6	SW 150/6	SW 180/12	SW 225/8	SW 450/16
CAPACITY (CASES/H - EGGS/H)	30 cph 10.800 eggs/h	90 cph 32.400 eggs/h	150 cph 54.000 eggs/h	180 cph 65.000 eggs/h	225 cph 81.000 eggs/h	450 cph 162.000 eggs/h
MATCHING EGG BREAKER	SB/SBS 1000	SBS 3001	SB/SBS 6-25	SBS 6000	SB/ SBS 8-28	SB/SBS 16-28
NUMBER OF ROWS	6	6	6	12	8	16
AVAILABLE WASHING TIME (sec.)	48	26 & 45	17, 33, 49 & 65	45	15, 29, 44 & 58	15, 29, 44 & 58
HEATING METHOD	Direct steam	Direct steam	Direct steam	Direct steam	Direct steam	Direct steam
WASH SYSTEM	Oscillating	Circular/Rotating	Double-Action (Brushes and Spray modules)	Rotating	Double-Action (Brushes and Spray modules)	Double-Action (Brushes and Spray modules)
TYPE OF BRUSHES	Egg-Shape	Egg-Shape	Slanted	Slanted	Slanted	Slanted
OPTIONS						
HEATING SYSTEMS	Electric	N/A	Tubular Heat Exchanger	N/A	Tubular Heat Exchanger	Tubular Heat Exchanger
CANDELING	X	X	X	X	X	X
ROTARY FILTER	N/A	N/A	X	X	X	X
CIP	N/A	N/A	X	X	X	X
SELF-POWERED DRIVE SYSTEM	X	X	X	X	X	X
BRUSHES	N/A	N/A	Soft/hard	Soft/hard	Soft/hard	Soft/hard

Processing EGG WASHERS EGG WASHING SYSTEMS

SANOVO SW Modular Washers:

WASHER MODEL	WASHTIME (Seconds)	LENGTH OF WASH CHAMBER (mm / feet)	NO. OF BRUSH MODULES (pcs.)	NO. OF SPRAY MODULES (Pcs.)
SW 150/6-17	17	2100 / 7'	0-5	0-5
SW 150/6-33	33	4200 / 14'	0-10	0-10
SW 150/6-49	49	6300 / 21'	0-15	0-15
SW 150/6-65	65	8400 / 28'	0-20	0-20
SW 225/8-15	15	2100 / 7'	0-5	0-5
SW 225/8-27	27	4200 / 14'	0-10	0-10
SW 225/8-44	44	6300 / 21'	0-15	0-15
SW 225/8-54	54	8400 / 28'	0-20	0-20
SW 450/16-15	15	2100 / 7'	0-5	0-5
SW 450/16-27	27	4200 / 14'	0-10	0-10
SW 450/16-44	44	6300 / 21'	0-15	0-15
SW 450/16-54	54	8400 / 28'	0-20	0-20

SANOVO ENGINEERING A/S Thulevej 25-27 P. O. Box 692 - DK-5210 · Odense NV · Denmark
 Telephone: +45 66 16 28 32 - Telefax: +45 66 16 50 32 sanovo@sanovoeng.com -
 www.sanovoeng.com **Solutions for Food and Egg Processing**

Anexo 2-Catálogo de la quebradora

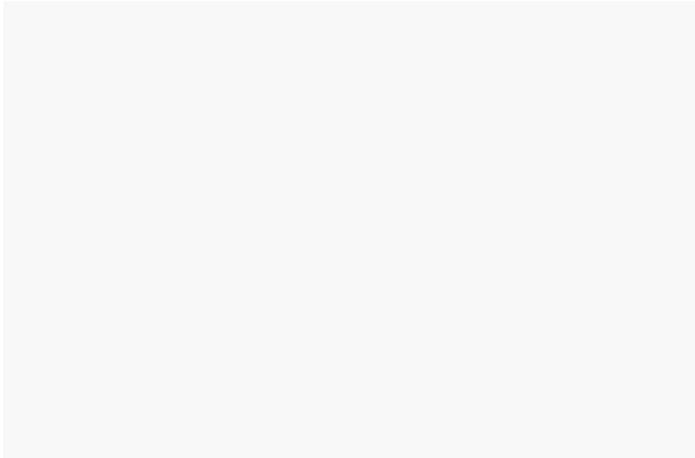
SANOVO SBS 6-25 EGG BREAKING AND SEPARATING MACHINE

General

The SANOVO SBS 6-25 is a fully automatic linear egg breaking and separating system. With 6 rows of working width it has a capacity of up to 54.000 eggs (150 cases) per hour.

The system can be designed either as an in-line operation together with the SANOVO SAT 6-2022 accumulating table or off-line operation with the SANOVO OptiLoader SL 150/1 egg loader.

The SANOVO SW 150 or JW 150 range of egg washing systems may compliment both on-line and off-line systems.



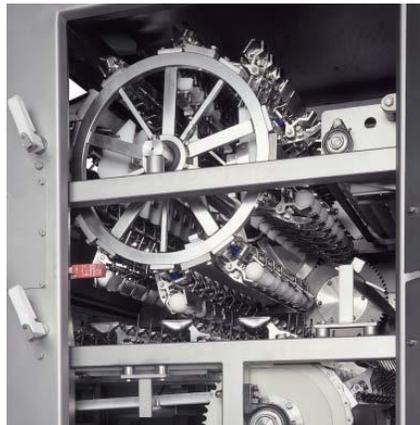
Operational Description

The eggs are delivered into the breaking system by the double speed roller table ensuring a no-break performance even at low capacity operation.

The special constructed breaking wheel fixed into the machine compartment ensures an accurate breaking of the eggs into the separation cups placed in the chain system. A shaking mechanism in combination with a long drainage time ensures that an extremely dry yolk is achieved.

The egg yolk, egg white and whole egg liquid products are delivered in three individual trays for further processing.

All the eggshells are ejected through the built-in sanitary screw conveyor without contaminating the liquid egg products.



Special features

- Frequency controlled speed drive
- Automatic PLC controlled synchronizing of loader, washer and breaker
- Snap on/off-separating cups
- Automatic cups washing



- Easy access for all parts of the machine for easy maintenance and inspection
- Highest sanitary standard in the industry with movable spray bolt nozzles for automatic CIP cleaning
- Single egg inspection system

Options

- SANOVO scanner system, SCC 6 for automatic clean separation of egg yolk and white
- SANOVO rotary albumen recovery system, SARU 6 to maximize the egg white yield

Safety and Service

All the SANOVO ENGINEERING products and systems are designed to meet the industry safety standards. Accepted by all international veterinarian control organisations and approved by the USDA.

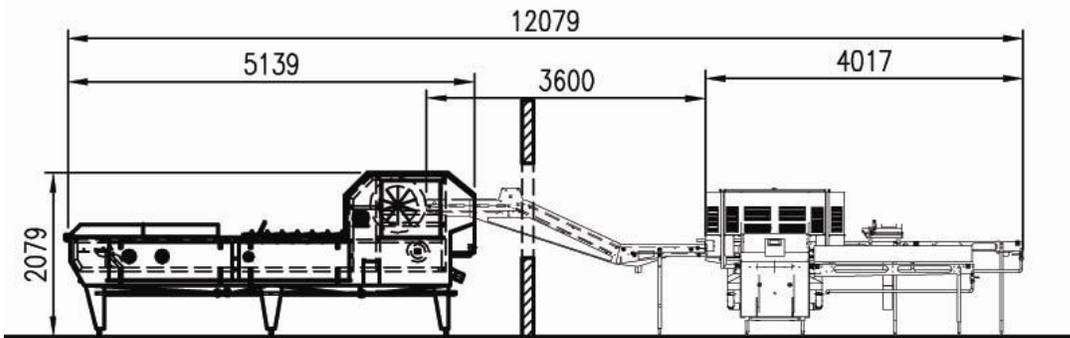
A comprehensive service organisation is always available to assist in the selection of the right maintenance programme or individual spare part.



Solutions for Food and Egg Processing 02 (17. Sep 04) SANOVO ENGINEERING A/S Thulevej 25-27 P. O. Box 692 - DK-5210 · Odense NV · Denmark Telephone: +45 66 16 28 32 - Telefax: +45 66 16 50 32 sanovo@sanovoeng.com - www.sanovoeng.com **SBS 6-25 EGG BREAKING AND SEPARATING MACHINE**

SANOVO SBS 6-25 Egg breaking and separating machine – top view

SANOVO SBS 6-25 Egg breaking and separating line

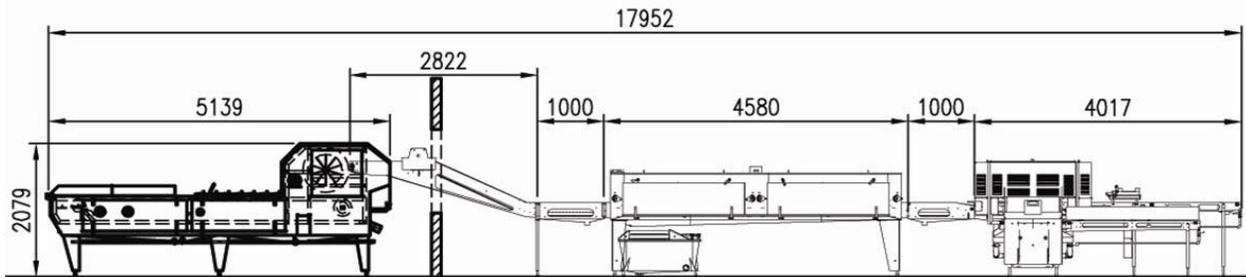


SBS 6-25 Egg breaking and separating machine

SRT 3600 Roller table

SL 150/1 OptiLoader

SANOVO SBS 6-25 Egg breaking and separating line



SBS 6-25 Egg breaking and separating machine

In-feed breaker

Candler

SW 150/6-33 Egg Washer

In-feed

SL 150/1 Opti Loader

Anexo 3-Catálogo del Filtro

SANOVO SAF 8000 & 12000 AUTOMATIC **SELF-CLEANING FILTER**

General

The SANOVO automatic patented self-cleaning filter is designed especially for filtering liquid food products.

The unique design ensures no product loss and no-stop operation with automatic push-out of waste product.

Capacities: SAF8000 8000 litres./hour

SAF12000 12000 litres./hour

The automatic self-cleaning filter is pneumatic operated and designed with 100% automatic C.I.P.cleaning.

Operational Description

The liquid product to be filtered is pumped through the filter element where the waste is retained.

A vertical piston scrapes the inside of the filter element free from sediments and compress the waste in the bottom. At a certain level of waste in the bottom part of the filter, the piston moves downwards closing the bottom part of the filter while liquid product is still being filtered.

The compressed waste, is automatically ejected through the filter button at adjustable intervals first by purging with air and afterwards by flushing with water.

After the ejection of the waste the filter closes and the operation continues.



Special features

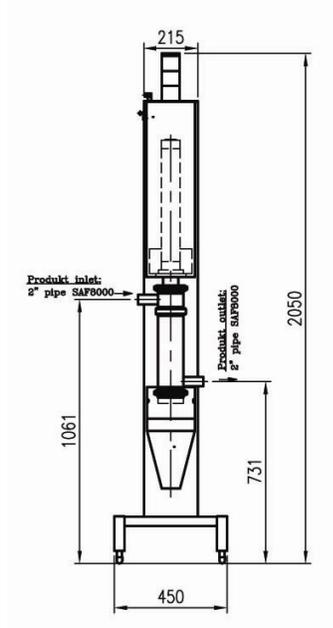
- No-Stop operation
- No product loss
- Patented self-cleaning technique
- Automatic waste push-out
- 100% C.I.P. cleaning
- Pneumatic operated
- Filter insert down to 0.1mm, wedge wire or perforated

Safety and Service

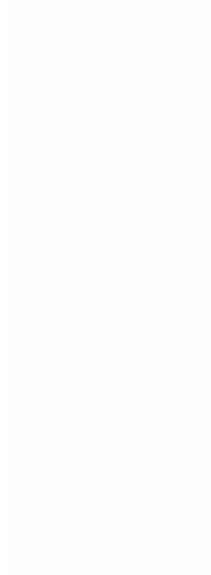
All the SANOVO ENGINEERING products and systems are designed to meet the industry safety standards. A comprehensive service organisation is always available to assist in the selection of the right maintenance programme or individual spare part.

SANOVO SAF Automatic self-cleaning filters

SANOVO SAF 8000
Front view



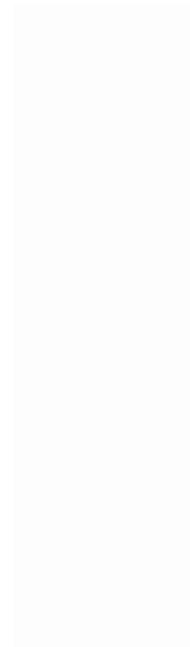
SANOVO SAF 8000
Side view



SANOVO SAF 12000
Front view



SANOVO SAF12000
Side view



Anexo 4-Catálogo de los tanques

SANOVOOvotank Cooling and Mixing Tanks

General

The SANOVO Ovotanks are designed for liquid egg storage, and are typically used in egg processing plant for stardisation, blending, pH adjustment or fermentation.

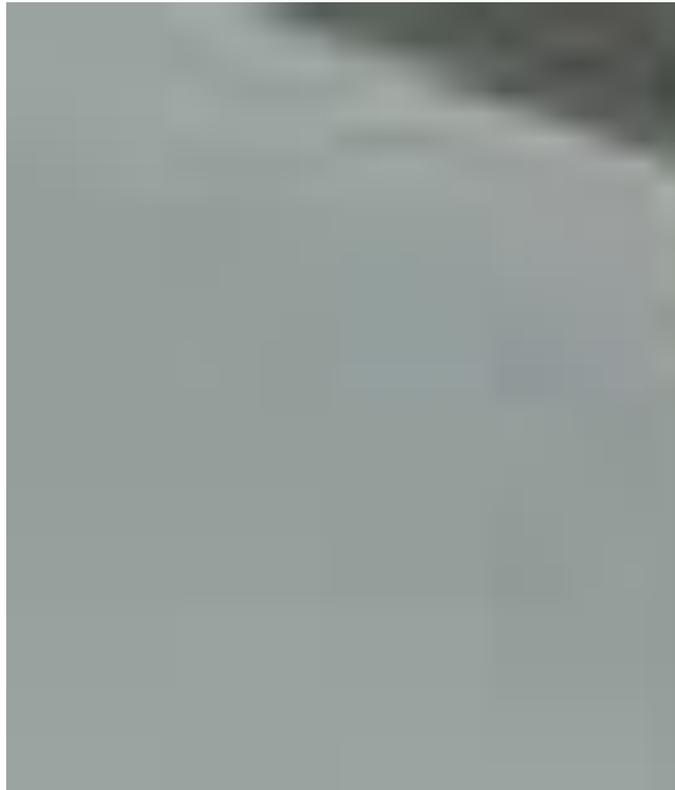
The capacity ranges from 1.200 up to 30.000 litres, which makes it possible to meet any demand from egg processing plants.

The construction is a vertical cylinder with inclined flat bottom or conical bottom, made of stainless steel AISI 304 or 316 with an internal surface finishing ensuring an excellent CIP cleaning.

On the bottom and on the wall, a special heat transfer integral exchanger ensures an efficient and high thermal cooling of the product.

The agitator, with a multi-blade shaft, is designed for egg products, and for blending a double speed reinforced agitator is available.

The control panel includes a digital thermostat with temperature indication and control of the agitator. On request, the Ovotank can be supplied with level controls for maximum, empty and continuously level.

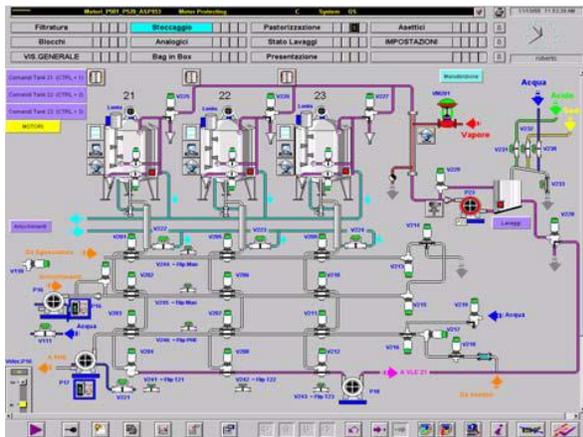


Operational Description

The liquid product can be filled in the Ovotank from the bottom as well as from the top.

The control panel is provided with a thermostat for automatic cooling and agitation in order to improve the heat exchanging. During storage, the agitator runs controlled by a temporiser in order to prevent separation.

A level probe (supplied as option) ensures the control of the maximum, empty and continuous level.



Special features

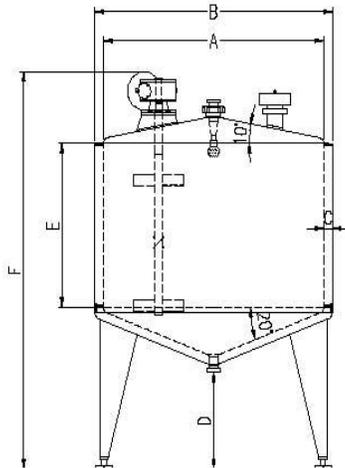
- Closed type with inclined flat bottom.
- Assembled on adjustable feet.
- Exclusive heat transfer heat exchanger.
- Simple and easy handling of the control panel.
- Suitable for all plant sizes.
- Perfectly CIP cleanable

Safety and Service

All SANOVO ENGINEERING products and systems are designed to meet the industry safety standards. A comprehensive service organisation is always available to assist in the selection of the right maintenance programme or individual spare part.

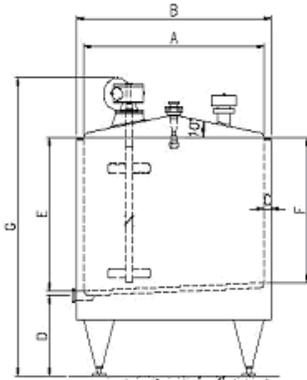
OVOTANK C-C & CSP-C						
Capacity	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm
1.200 Lt	ø1300	ø1400	50	500	850	~2060
2.400 Lt	ø1510	ø1810	50	500	1250	~2500
3.000 Lt	ø1510	ø1630	60	500	1600	~2850
4.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	1600	~2890
5.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	2000	~3290
6.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	2450	~2740
9.000 Lt	ø2030	ø2150	60	500	2700	~4000
12.000 Lt	ø2030	ø2150	60	500	3600	~4900
15.000 Lt	ø2340	ø2500	80	500	3400	~4700
20.000 Lt *	ø2340	ø2500	80	500	4500	~5600

* With 4 legs

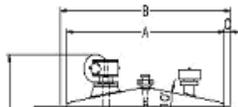


OVOTANK M-C								
Capacity	A	B	C	D	E	F	G	H
1.200 Lt	ø1300	ø1400	50	600	850	750	300	~2470
2.400 Lt	ø1510	ø1610	50	600	1250	1000	300	~2910
3.000 Lt	ø1510	ø1630	60	600	1600	1250	600	~3330
4.000 Lt	ø1750	ø1870	60	600	1600	1250	600	~3300
5.000 Lt	ø1750	ø1870	60	600	2000	1500	800	~3700
6.000 Lt	ø1750	ø1870	60	600	2450	1500	1000	~4150

OVOTANK C-S							
Capacity	A	B	C	D	E	F	G
1.200 Lt	ø1300	ø1400	50	500	950	900	~1850
2.400 Lt	ø1510	ø1610	50	500	1350	1290	~2150



OVOTANK MB-C							
Capacity	A	B	C	D	E	F	G
1.200 Lt	ø1300	ø1400	50	500	850	~2060	300
2.400 Lt	ø1510	ø1610	50	500	1250	~2500	300
3.000 Lt	ø1510	ø1630	60	500	1800	~2850	600
4.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	1600	~2650	600
5.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	2000	~3250	600
6.000 Lt	ø1750	ø1870	60	500	2450	~2740	1000



Anexo 5-Catálogo del pasteurizador

SANOVO EGG PASTEURISERS SANOMINI,

SANOMIDI & SANOMAXI 01 (1. Sep 04)

General

The range of SANOVO egg pasteurizers are designed for an easy and trouble free operation.

Depending on the choice of the final liquid product and the desired level of automation and capacity the SANOVO egg pasteurizers are available in three versions.

SANOMINI is designed for smaller size plants without disregarding product quality and reliability.

The capacity ranges from 600 to 1500 litres whole egg per hour.

SANOMIDI is designed to cover all kinds of liquid egg products and all plant sizes ranking from 600 to 6000 litres per hour.

SANOMAXI is the most powerful egg pasteurizer available and is designed for all kind of egg products. The plant is fully automated to guarantee a total process control. Automatic CIP is also included to obtain a perfect and low cost cleaning process.

Operational Description

To ensure a perfect HTST pasteurisation the plate type of heat exchanger especially designed for liquid egg treatment and for high heat recovery is used.

For heavy duty operation (UHT treatment) the special SANOVO designed shell and tube heat exchanger guarantees a high performance such as high temperatures and long continuous working hours with no need for in-between cleaning.



Options

- Positive pump for egg white handling.
- Construction according to the CEE rules.
- Tubular heat exchanger for heavy-duty operation.
- Special products (salt and sugar) handling.
- Plug & Go Skid-mount assembly



Special features

- No-risk handling of easy burn-on products with the SANOVO multitube tubular heat exchanger.
- Optimal heat exchange and homogenous product treatment through turbulence generated by the twisted tubes.
- Special heat saving design with up to 80% heat recovery.

Safety and Service

All the SANOVO ENGINEERING products and systems are designed to meet the industry safety standards.

A comprehensive service organisation is always available to assist in the selection of the right maintenance programme or individual spare part.

EGG PASTEURISERS SANOMINI, SANOMIDI & SANOMAXI 01 (1. Sep 04)

DETAILS	SANOMINI	SANOMIDI / SANOMAXI
FLOW RATE WHOLE EGG	from 600 to 1500 l/h	from 600 to 6000 l/h
FLOW RATE EGG WHITE	from 600 to 1500 l/h	from 600 to 6000 l/h
FLOW RATE EGG YOLK	from 300 to 750 l/h	from 300 to 3000 l/h
INLET TEMPERATURE	4°C	4°C
PASTEURISING TEMPERATURE	up to 65°C	66/70°C
OUTLET TEMPERATURE	3°C	3°C
HEAT RECOVERY	up to 80%	up to 80%
HOLDING TIME	210"	210"
STEAM CONSUMPTION (KG/H)	from 15 to 36	from 17 to 168
CHILLED WATER 1°C (WATT)	from 9500 to 23000	from 10500 to 105000
TUBULAR HEAT EXCHANGER	N/A	Option
FEEDING PUMP	Centrifugal	Centrifugal
POSITIVE PUMP	Option	Option
INVERTER	Standard	Standard
ELECTRONIC TEMP. REGULATOR	Standard	Standard
FLOW METER	N/A	Standard
ELECTRONIC RECORDER	Standard	Standard
PLANT MANAGEMENT	Manual	Manual/Automatic
CEE STANDARDS	Option	Option
PLUG & GO ASSEMBLY	Option	Option

Anexo 6-Catálogo del spray

SGA Range GENTLE AIR SPRAY DRYING SYSTEMS

General

The SANOVO Gentle-Air spray drying systems for egg liquid products or other similar liquid food ingredients are available in various sizes and can be equipped with numerous types of customer-engineered equipment. The spray dryers are of the horizontal type and are generally smaller than other dryers with the same capacity and can often be installed in an existing building.



Operational Description

The high-pressure pump in liquid feed system brings the liquid up to atomisation pressure before the liquid is sprayed horizontal by a number of nozzles into the drying chamber. A patented plenum distributes the drying air into the drying chamber where the water evaporated from the liquid droplets transforming into powder. An integrated baghouse separates the powder from the exhaust air, and a built-in scraping system removes the powder from the drying chamber.

The powder is transferred to the packaging system by means of a screw conveyor or alternatively by pneumatic or vacuum conveyance systems.

The powder is packed in customized packing systems including silo(s), conveyor(s), a sifter, a semi or fully automatic filling system and an electronic scale. Prior to entering the drying chamber the drying air is filtered to the highest classification, pre-heated by an in-direct heat recovery system before reaching the drying temperature by use of various direct and indirect air-heating systems.

The SANOVO Gentle-Air Spray Dryer includes a PLC operated control panel, and optionally with a SCADA supervisory system.



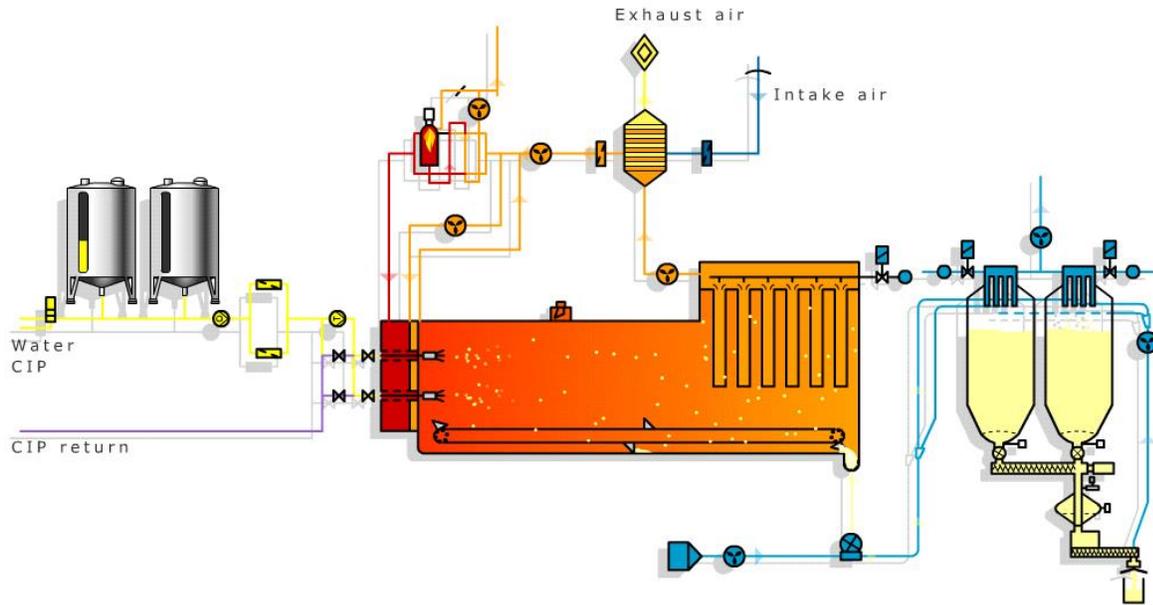
Special features

- Low drying temperature maximises the preservation of the product properties
- Gentle-Air Drying conditions increase bulk density of powder
- Horizontal spray drying reduces the required building height and overall investment
- Integrated baghouse gives an optimal separation and recovery of products
- Low exhaust temperature minimises the energy consumption
- Drying chamber of sandwich panel with injected polyurethane foam for minimal heat loss
- Easy operation and maintenance
- High efficient SANOX air-heater (optional)

Options

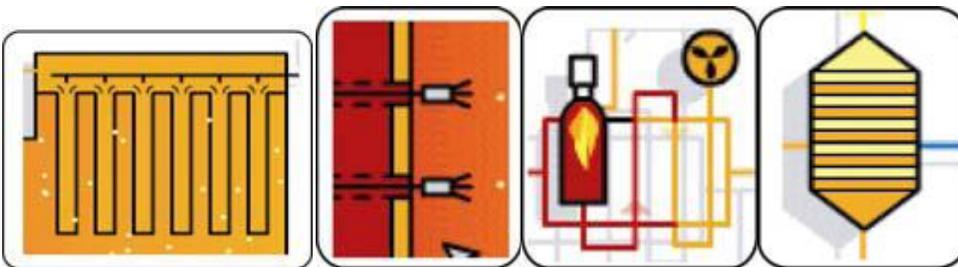
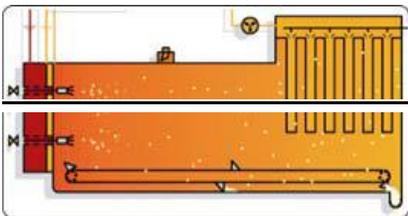
- Various direct and indirect drying air-heating systems: direct natural gas air-heater, steam bank, thermal oil, and indirect oil or natural gas air-heater.
- Built-in heat recovery unit saving up 35% of the energy consumption
- Powder transfer systems: screw conveyor, pneumatic or vacuum conveyance systems.
- Sonic horn, metal detector, rotating magnet.

SANOVO SGA Range
GENTLE AIR SPRAY DRYING SYSTEMS



S A N O V O S P R A Y D R Y I N G S Y S T E M S

Special features



(a)

(b)

(c)

(d)

(a) Insulated Sandwich Panels of Stainless Steel

Minimal Heat Loss

(b) Integrated Baghouse.

No powder Conveying Ducks

(c) Patented Plenum

Optimal Air Distribution into Spray Chamber

(d) SANOX In-direct Air-Heater

98% Efficiency

Technical data

SANOVO SPRAY DRYER	ATER EVAPORATION*		WHOLE EGG		YOLK	EGG WHITE		CONC. EGG WH		Po 6%
			Feed, 24%	Powder, 3%	Feed, 45%	Powder, 3%	Feed, 11%	Powder, 6%	Feed, 20%	
Model	kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	Kgs/h	
SGA 10/1	54	71	18	100	46	61	7	68	15	
SGA 25/1	134	178	44	249	116	152	18	171	37	
SGA 50/2	268	355	88	499	231	304	36	341	74	
SGA 80/4	428	569	141	798	370	486	58	546	118	
SGA 100/4	535	711	176	998	463	607	72	683	148	
SGA 120/6	642	853	211	1198	556	729	87	819	177	
SGA 150/6	803	1066	264	1497	694	911	108	1024	221	
SGA 180/9	963	1280	317	1796	833	1093	130	1229	266	
SGA 225/9	1204	1600	396	2245	1042	1366	163	1536	332	
SGA 300/12	1605	2133	528	2994	1389	1822	217	2048	443	

* at max 200 meters above sea level, 10⁰C and 70% relative humidity and an inlet drying temperature of 160⁰C

Anexo 7- Propiedades del huevo

Physicochemical Constants of Albumen and Yolk

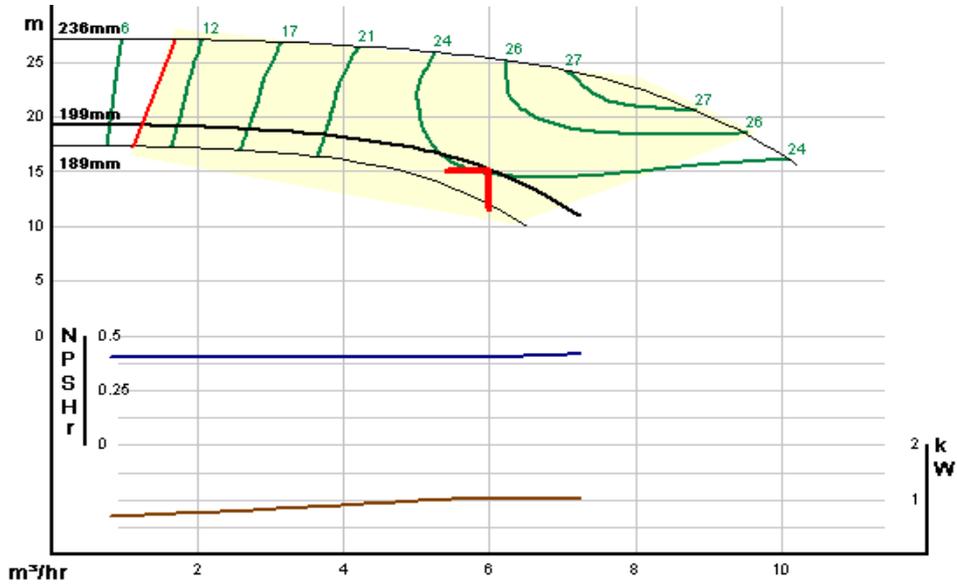
Property/Factor	Albumen	Yolk	Reference
Bound water(%)	25	15	1
Coagulating temperature(C)	61	65	1
Density(gm/cm ³)	1.035	1.035	1
Electrical conductance(mho-cm ⁻¹ x 10 ⁻³)	8.68	3.10	1
Freezing point	-0.424	-0.587	1
Heat of combustion(cal/gm)	5,690	8,124	1
pH	7.6	6.0	1
Refractive Index	1.3562	1.4185	1
Solubility coefficient for CO ₂	0.71	1.25	1
Specific heat(cal/gmC)	0.85	0.78	1
Specific heat (cal/gmC)	0.94		2
Specific resistance (ohm-cm)	0.12	0.32	1
Surface tension (dyn/cm)	53	35	1
Vapor pressure (in % of NaCl)	0.756	0.971	1
Viscosity (poise at 0C)	25.0	200.0	1
Latent heat (But/lb)	127	81	1

Para más información, referirse a la página: www.oregonstate.edu.

Anexo 8- Especificaciones de las bombas seleccionadas



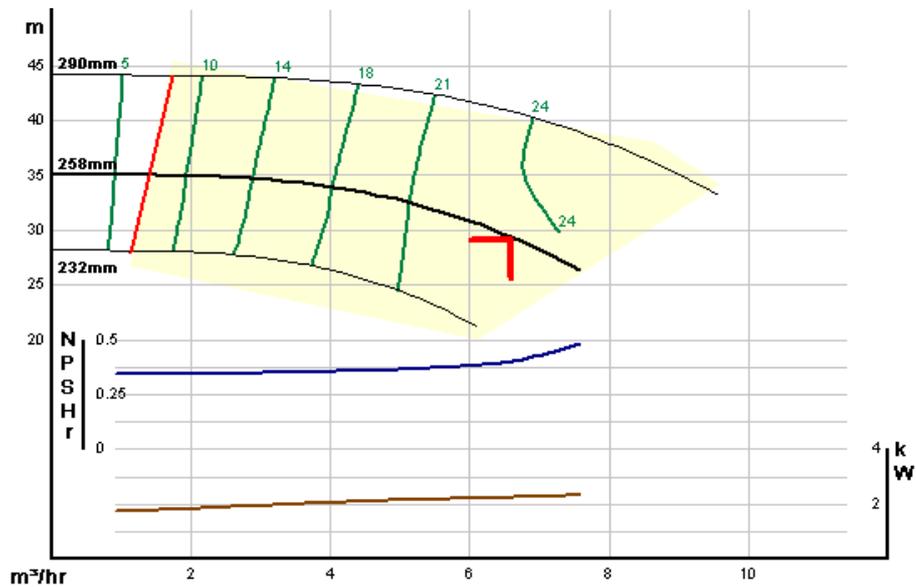
➤ Bomba para el tramo balde- tanque yema



Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
OHH 1x2x9-1	1780	199	15.1	24.1	0.4	1.02	---	--

Design Flow: 6 m³/hr

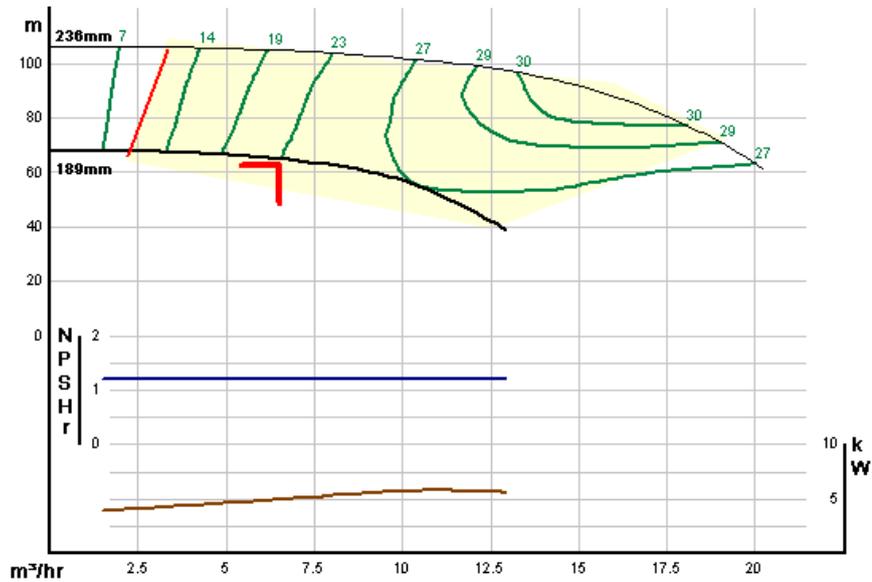
➤ Bomba para el tramo balde- tanque huevo entero



Design Flow:
6,6 m³/hr

Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
OHH 1x3x11.5-1	1780	258	29.1	23	0.411	2.25	---	---

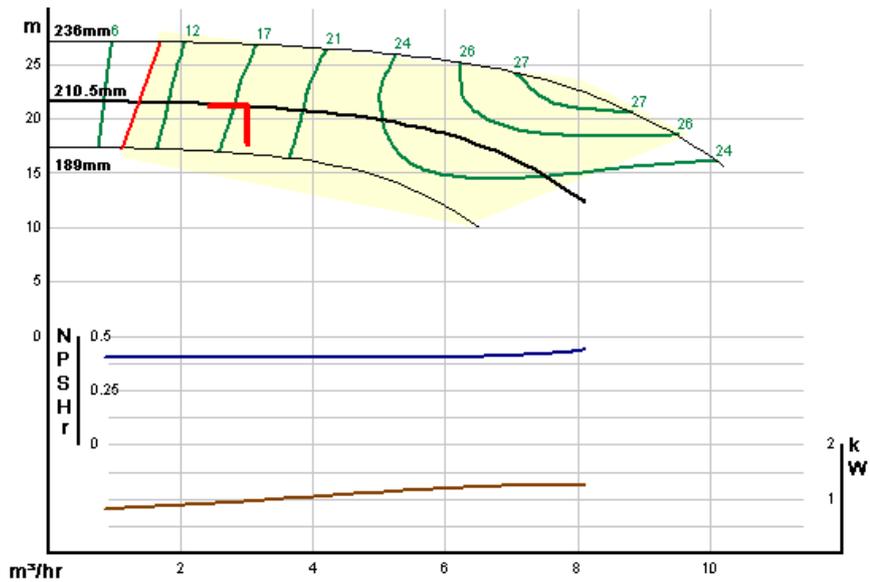
➤ **Bomba para el tramo tanque yema- tanque mezcla**



Design Flow:
6.5 m³/hr

Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
OHH 1x2x9-1	3520	189	64.5	22.9	1.19	4.96	---	---

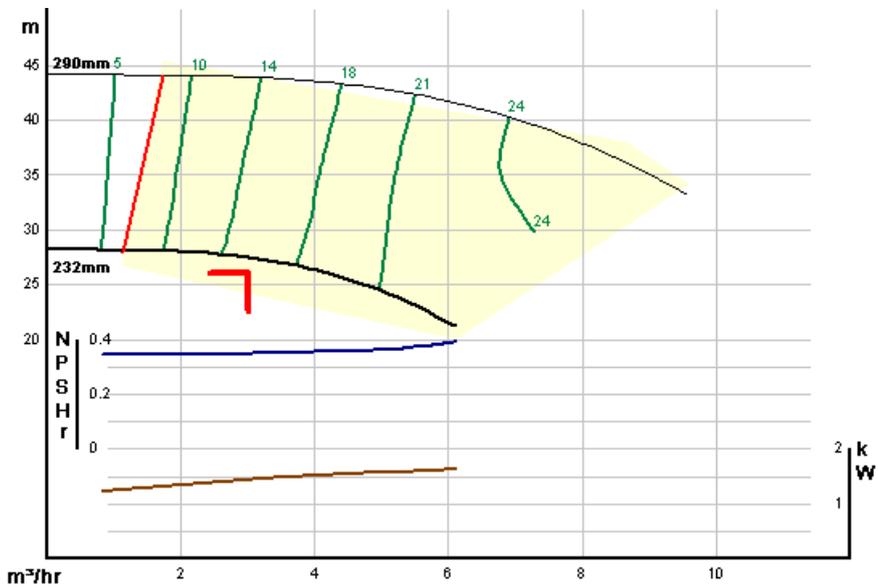
➤ **Bomba para el tramo tanque huevo entero- tanque mezcla**



Design Flow:
3 m³/hr

Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
OHH 1x2x9-1	1780	210.5	21	17.7	0.399	0.961	---	---

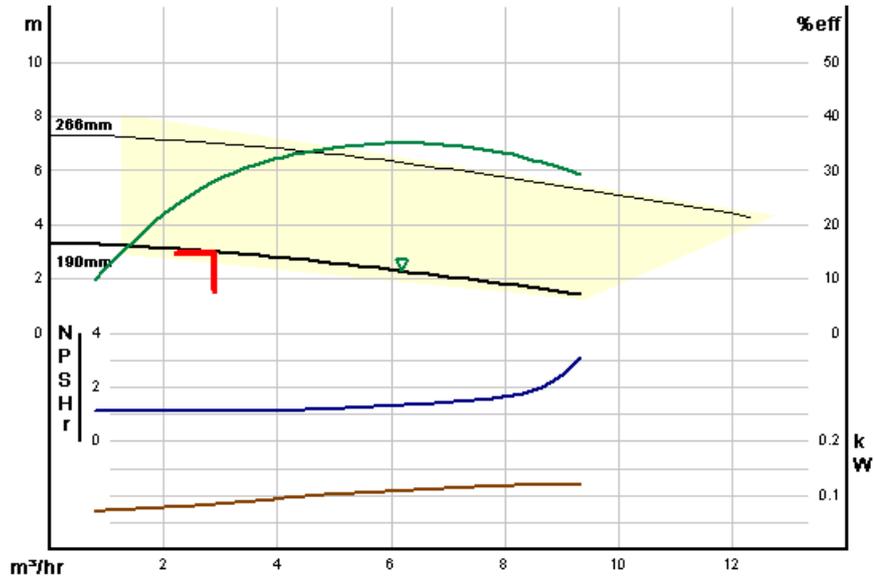
➤ **Bomba para el tramo tanques- pasteurizador**



Design Flow:
3 m³/hr

Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
OHH 1x3x11.5-1	1780	232	27.3	15.4	0.346	1.44	---	---

➤ **Bomba para el tramo pasteurizadotes- despachos**



Type/Size	Speed	Dia	Head	Eff	NPSHr	Power	Motor	Frame
WRT-O 22-1A 613260	840	190	2.96	27.8	1.09	0.0837	---	---

Anexo 9- Especificaciones de las válvulas seleccionadas

WENLEN S.A.

VÁLVULAS ESFÉRICAS

BRIDADA ENTERIZA FLOTANTE

WEF

The diagram shows a cross-section of a floating ball valve. The ball is in the center, surrounded by a seat. The valve body is shown in orange, and the ball is in yellow. The stem is in grey. The handle is in green. The diagram includes dimension lines for E (stem length), D (total height), C (body width), L_{RF} (total length), ØA (ball diameter), and ØB (body diameter). Numbered callouts (01-17) point to various components: 01 (seat), 02 (ball), 03 (stem), 04 (nut), 05 (washer), 06 (O-ring), 07 (O-ring), 08 (O-ring), 09 (O-ring), 10 (O-ring), 11 (O-ring), 14 (nut), and 17 (O-ring).

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Vástago inextensible
- Junta de vástago autoajustable
- Dispositivo antiestático
- Tope independiente de palanca
- Placa base para automatización

Opcionales

- Extensor de vástago
- Traba candado / precinto
- Diseño antifuego
- Accionamiento a volante y cadena
- Extensor de eje del operador
- Servicio criogénico
- Automatización
- Etc.

MATERIALES

Cuerpo	ASTM A216 WCB ASTM A216 WCC / ASTM A352 LCB ASTM A351 CF3M / CF8 / CF8M
Esfera	ASTM A105 / ASTM A351 CF8M / AISI 316 ASTM A351 CF3M / CF8 AISI 304 / AISI 316 L
Vástago	AISI 316 / SAE 4140 ASTM A182 F316
Asiento	PTFE / DELRIN AF PTFE + G / PTFE + FV / PTFE + C + G
Juntas	PTFE / NITRIL GRAFITO / VITON
Diseño	API 6D / BS 5351 / ANSI B16.34
Longitud	API 6D / ANSI B16.10
Extremos bridados	ANSI B16.5
Rayado de bridas	MSS SP6

• **Materiales Estándar**

Nota: A pedido se podrán proveer otros materiales y tipos de extremos.

REVISION: 08/2004

TABLA DE MEDIDAS

MEDIDA	PASAJE		SERIE	DIMENSIONES					
				A	B	C	D	E	L _{RF}
1/2"	T	1/2" x 1/2"	150	13	89	50	67	150	108
			300		95	50	67	150	140
			600		95	60	67	150	165
3/4"	T	3/4" x 3/4"	150	19	98	60	79	150	117
			300		117	60	79	150	152
			600		117	70	79	190	191
1"	T	1" x 1"	150	25	108	60	86	150	127
			300		124	60	86	150	165
			600		124	70	86	190	216
1 1/2"	R	1 1/2" x 1 1/4" x 1 1/2"	150	38	127	68	95	150	165
			300		156	68	104	180	191
			600		156	80	104	180	241
	T	1 1/2" x 1 1/2"	300		156	100	114	250	191
			600		156	95	114	250	241
			150		152	72	114	180	178
2"	R	2" x 1 1/2" x 2"	300	50	165	72	114	180	216
			600		165	95	114	250	292
			150		152	70	123	180	178
	T	2" x 2"	300		165	85	123	180	216
			600		165	146	123	250	292
			150		178	75	123	180	191
2 1/2"	R	2 1/2" x 2" x 2 1/2"	300	62	191	75	123	180	241
			150		210	80	138	320	203
3"	R	3" x 2 1/2" x 3"	300	76	229	80	138	320	283
			150		254	98	146	320	229
4"	R	4" x 3" x 4"	300	100	279	110	275	620	267
			150		318	123	275	620	403
6"	R	6" x 4" x 6"	300	150	343	134	285	620	292
			150		381	134	285	820	419
8"	R	8" x 6" x 8"	150	201	406	158	-	-	330
10"	R	10" x 7 3/8" x 10"	150	252					

• Short Pattern

Las dimensiones están expresadas en milímetros.

Wenlen S.A. se reserva el derecho de efectuar cambios en los diseños sin previo aviso.

LISTA DE PARTES

01	Cuerpo	08	Resorte platillo
02	Tapa	09	Tuerca especial
03	Esfera	10	Buje
04	Vástago	11	Placa tope
05	Asiento	14	Palanca
06	Junta	17	Junta
07	Arandela		

Anexo 10-Especificaciones de los sensores de niveles seleccionados

Supplement 1100-33ESP

LevelTRAN

Transmisor de Nivel de Líquidos

- Diseñado para incrementar su precisión
- Salida de 4 a 20mA para monitorear y/o controlar
- Insuperable desempeño y estabilidad
- Servicio y mantenimiento simplificado

Los transmisores KING-GAGE® LevelTRAN están diseñados para ofrecerle una mayor durabilidad en los ambientes productivos actuales. Ahora, agregue a su comprobada precisión los beneficios de un servicio y un mantenimiento simplificados. Algunas de las características del desempeño de nuestros nuevos transmisores LevelTRAN, son su excelente estabilidad y repetitibilidad (mejor que 0.02% FS)

Los transmisores LevelTRAN encuentran su aplicación en tanques de almacenamiento y proceso cuyo contenido se mantiene a presión ambiente. La señal de salida de 4-20mA es compatible con PLC-s o cualquier otra arquitectura de control. Además, mediciones precisas se logran empleando los indicadores KING-GAGE, que incrementan sus comunicaciones digitales.

Medición de presión hidrostática

Al medir la presión hidrostática generada por la profundidad de un líquido dentro de un tanque, se genera una señal de salida proporcional de 4-20mA apropiada para control de procesos y/o indicación de nivel. Dicha aproximación garantiza una medición precisa y constante ya que se basa en la masa total del líquido, no en su volumen o desplazamiento relativos.



Facilidad de Mantenimiento

La superficie de contacto del elemento sensor esta diseñada para reducir el peligro de daño accidental. En el raro caso en que se diera un extremo daño físico, el elemento sensor puede ser reemplazado en minutos, dentro de su planta, y sin requerir de calibraciones adicionales. Los ajustes se eliminan con el nuevo transmisor.

Servicio y partes de repuesto

Una característica destacable del transmisor LevelTRAN es su intercambiabilidad en campo. Además que el sensor da servicio sin necesidad de calibraciones. El elemento sensor de reemplazo garantiza la precisión de la instalación.



 **KING-GAGE®**
Since 1937 KING ENGINEERING CORPORATION

LevelTRAN - Transmisor de Nivel de Líquidos

- Recuperación térmica insuperable
- Calibración simplificada
- Mayor estabilidad a largo rango

Especificaciones

Rangos de presión

0-5, 0-10, 0-15, 0-30, 0-50 psig (Presión rredida en relación a la presión atmosférica)

Precisión

Menos de $\pm 0.15\%$ FS, típica incluyendo linealidad, histerisis, errores no repetitivos.

Medio

Líquido o gas compatible con el diafragma de acero inoxidable ai-316, silicon.

Electricidad

Voltaje de entrada (excitación) 18-32 Vdc
Salida (corriente dc) 4-20 rriamperes, 16 mA span

Estabilidad

Cambios rmenores a 0,003mA en la corriente de salida por cada volt de variación en las terminales de entrada

Linealidad (Peor caso)

Menos de $\pm 0.13\%$ FS

Histerisis (Peor caso)

Menos de $\pm 0.05\%$ FS

No repetibilidad (Peor caso)

Menos de $\pm 0.02\%$ FS

Rango térmico de operación

-17° a 79° C



Dos estilos para elegir

El nuevo LevelTRAN le presenta dos configuraciones que se ajustan a sus necesidades de instalación. Elija la caja de conexiones aparte (incluye 4.5m de conduit flexible y caja de conexiones como se muestra) o montada sobre el sensor en una cobertura de acero inoxidable.

LevelTRAN modelo 5411 (Montaje estandar)

El montaje estandar ensambla en nuestra carcaza 1777 para tanques aislados. Además se puede montar sobre otro tipo de conexiones, y/o en tanques de pared sencilla.



LevelTRAN modelo 5412 (Montaje largo)

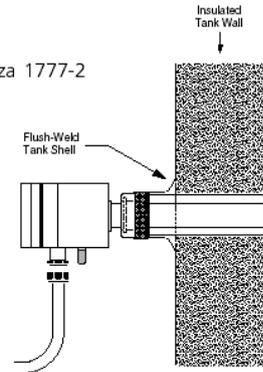
El montaje largo esta diseñado para montaje al raz en tanques aislados con conexiones de otros fabricantes, o aislamientos de hasta 17 cm. Ensambla en nuestra carcaza 1777-3

LevelTRAN modelo 5410 (Montaje corto)

El montaje corto ensambla en nuestra carcaza 1777-2 para tanques de pared sencilla.

Configuraciones sanitarias

El LevelTRAN es adecuado para instalarse en ambientes mojados incluso aquellos que son lavados frecuentemente a alta presión. Su diafragma de acero icubre con **las normas 3-A** para aplicaciones de CIP.

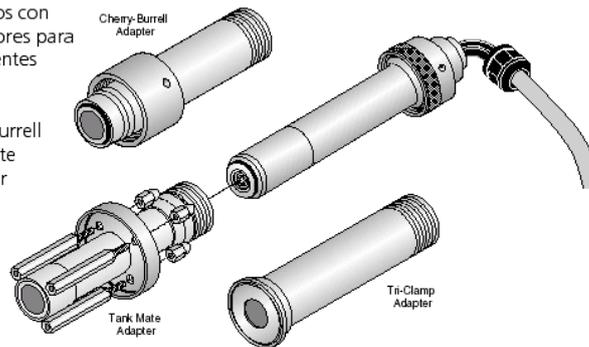


Aplicaciones

Adaptores KING-GAGE nos permiten reemplazar equipos de otros fabricantes. Por medio de un adaptador, err bona con conexión clamp de 2" (Tri-Clamp).

Contamos con adaptadores para las siguientes marcas:

- Cherry Burrell
- Tank Mate
- Tri-Clover



Box 1228, Ann Arbor, Michigan 48106-1228 U.S.A.
Phone: (734) 662-5691 • FAX: (734) 662-6652

© KING-GAGE y el emblema de KE son marcas registradas de King Engineering Corp.

2/2002 Printed in U.S.A.

Anexo 11- Especificaciones de los sensores de caudal

MASS PROBAR

Mass Probar es un caudalímetro másico de fácil instalación. Consta de un transmisor de presión diferencial 3095MV y un sensor Annubar integrado.

Lo que permite medir simultáneamente y con gran precisión la presión diferencial y estática y la temperatura de proceso, calculando con un modelo dinámico el caudal másico compensado.

- Elemento primario de medición de alta tecnología
- Funcionalidad del computo de caudal en un conjunto compacto.
- Precisión del 1% sobre un rango de caudal de 8:1
- Cuatro medidas (Qm, PD, P, T).
- Compensación dinámica de caudal másico.



Anexo 12- Especificaciones del PLC seleccionado

Control relay

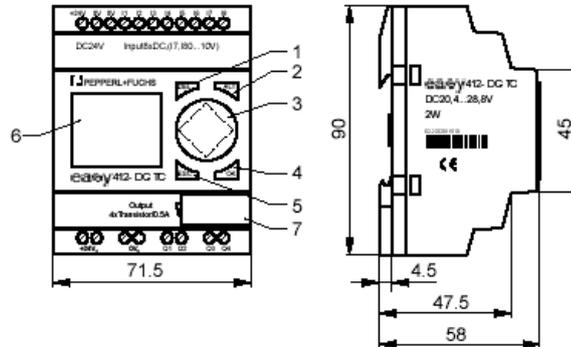


Features

Control relay
EASY412-DC-TC

Description

- 8 digital inputs, 2 of which can be used as analogue inputs
- 4 Transistor outputs
- 4-line LCD display
- Control panel / keys
- Real-time clock / timing relay
- Interface for transfer to memory card or PC

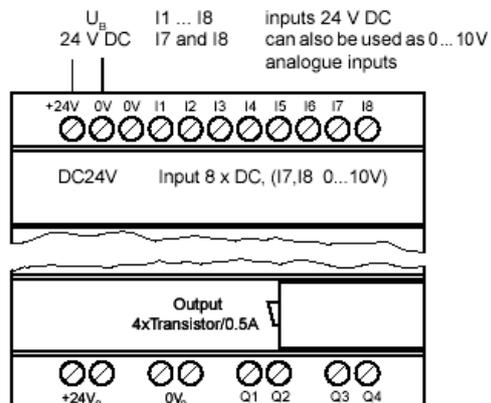


- | | |
|--------------|--|
| 1 DEL key | 5 ESC key |
| 2 ALT key | 6 LCD display |
| 3 Cursor key | 7 Socket for PC Interface (with cover) |
| 4 OK key | |

Controls and displays

- 1 DEL key: Deletion of contacts / relays / connections / empty current path
- 2 ALT key: Indicate connections / changeover switch: Contact = N.O. or N.C. / insert current path
- 3 Cursor keys: right, left, up, down
Contacts, relays, select number
P key for: Input P1 cursor left
Input P2 cursor up
Input P3 cursor right
Input P4 cursor down
- 4 OK key: Step forward in menu, accept entry
- 5 ESC key: Take one step back in menu
Menu, exit parameter function relay
Exit without saving
- LCD display: Inputs / outputs status indication
Operating status
Circuit diagram
Display time

Connection



FD0043BE 10/2000 00

Technical data:		Documentation	
Order code	EASY412-DC-TC		
Operating voltage U_B	[V DC]	24, (-15%, +20%)	
Current consumption	[mA]	80	
Power loss at 24 V	[W]	2	
Digital inputs 24 V DC	8, (I1 ... I8)		
Rated voltage			
0-state	[V DC]	< 5	
1-state	[V DC]	> 15	
Galvanic isolation			
Outputs		exists	
Analogue inputs, alternative		2	
I7, I8	[V DC]	0 ... 10	
Resolution	[V]	0,1	
Input impedance	[k Ω]	11,2	
Galvanic isolation			
Outputs		exists	
Outputs		4, semiconductor, short-circuit / reverse polarity protection	
Rated voltage U_a	[V DC]	20.4 ... 28.8	
Supply current			
0-state [mA]	9, max. 16		
1-state [mA]	12, max. 22		
Rated current I_a	[A]	max. 0.5	at 1-state
Residual current per output	[mA]	< 1	at 0-state
Max. output voltage			
0-state, load <10 M Ω	[V]	2.5	
1-state, $I_a = 0,5 A$	[V]	$U = U_a - 1 V$	
Ambient conditions			
Ambient temperature t_b	[°C]	-25 ... +55	
Storage temperature t_s	[°C]	-40... +70	
Protection class in accordance with EN 60 529		IP 20	
Mechanical data			
Weight	[g]	300	
Connection			
Supply/Inputs, outputs		Screw terminals, max. 4 mm ²	
Indicators		LCD display	
Description		Accessories	
<p>The EASY 412-TC-DC is an electronic control relay with logic, time, counter and clock timing functions. It is designed for convenience in small control tasks, for example on machines and plant systems. The circuit diagram is "wired" in the ladder diagram technique and input directly into the display.</p>		<p>EASY-Soft CD, Menu selection in 5 languages Requirement: WIN 95/98/NT</p> <p>EASY-M-8K 8K module for storing all the EASY circuit diagrams for the EASY412-DC-TC</p> <p>EASY-PC-CAB Connection cable for 9-pin serial PC interface, 2 m long</p>	

F00042EE 10.2000 00

BIBLIOGRAFIA

- www.Ovobel.com – accesorios y máquinas para la industrialización del huevo
- www.sanovo.eng.com – maquinaria para industrialización del huevo
- www.sulzer.com- bombas
- Información provista por la empresa Ovoprot S.A. (para conocer más acerca de esta empresa: www.ovoprot.com)
- Información y apuntes de la material Diseño de Instalaciones
- Vademécum de Mecánica de los Fluidos
- <http://www.tvtronica.com.ar/Plc1.htm>- información de PLC
- www.omega.com.ar- información sobre automatización
- http://www.schillig.com.ar/presion_fr.htm - selección de PLC
- www.oregonstate.edu- propiedades del huevo