

**UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD REGIONAL PARANÁ  
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL INTEGRADOR**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE VAPOR  
EN UN FRIGORÍFICO AVÍCOLA”**

**DOCENTE ENCARGADO  
ING. HOLLMAN, HORACIO**

**INTEGRANTES DEL PROYECTO  
GRUNEVALTT, DAMIÁN ALEJANDRO  
TORRES, ANDRÉS JOAQUÍN**

**2018**

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

### **Dedicatoria Damián**

*Este documento va dedicado a todas y a cada una de las personas que formaron parte de este largo camino como estudiante universitario.*

*A los que estuvieron de alguna u otra manera acompañando y apoyando, en los momentos buenos y en los malos, para que pudiera llegar a este objetivo tan importante para mí.*

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

iii

**Dedicatoria Joaquín**

*Para Luciana...*

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

### **Agradecimientos Damián**

*Les doy las gracias en primer lugar a mis padres, hermanos y familiares. No sólo porque me ayudaron económicamente a empezar y terminar la carrera, sino principalmente por haberme brindado su apoyo emocional y psicológico en todo momento y fundamentalmente en las etapas de crisis y adversidades, cuando en ocasiones ni yo mismo creía que podía llegar. Para ellos, no alcanzan las palabras de agradecimiento.*

*También les agradezco mis amigos y allegados de la vida por acompañar este largo proceso y haber creído en mí.*

*A mis compañeros-amigos de estudio y cursado doy gracias por brindarme su apoyo y ayuda de todas las formas posibles, pudiendo aprender siempre de cada uno de ellos.*

*Mis agradecimientos a cada uno de los profesores por haberme formado como futuro profesional, no sólo transmitiendo conocimientos, sino también formando personas directa e indirectamente. De cada uno me llevo alguna o muchas enseñanzas. Y en especial al Ing. Horacio Hollman por habernos permitido llevar a cabo este proyecto y habernos guiado con la mejor predisposición para terminarlo en tiempo y forma.*



<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

v

### **Agradecimientos Joaquín**

*Gracias a mi familia cuyo apoyo constante fue fundamental para la alcanzar la meta.*

---

**TORRES, ANDRÉS JOAQUÍN**

**GRUNEVALTT, DAMIÁN ALEJANDRO**

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, trata acerca del Proyecto Final Integrador de carrera para obtener el título universitario de grado de Ingeniero Electromecánico.

Consiste en la realización de actividades que comprenden el rediseño del sistema de distribución de vapor en el frigorífico de aves SOYCHÚ S.A.I.C.F.I.A. Planta Salto, Prov. de Buenos Aires, el cual se dedica a faenar aves y a procesar sus vísceras y plumas para la realización de harinas, las cuales son utilizadas para la elaboración de alimento para animales, también denominado proceso de rendering o de subproductos.

El buen dimensionamiento de una red de vapor garantiza una conveniente distribución, y ello corresponde con el principal objetivo en el presente trabajo. Se llevó a cabo la familiarización con todos los procesos productivos y servicios industriales existentes; se ejecutó además una revisión general de todos los equipos consumidores de vapor. Se tuvo en cuenta las diferentes aplicaciones e incorporación de maquinarias nuevas con diferentes requerimientos de presión y temperatura del vapor que las alimenta, reduciendo y optimizando el tiempo del proceso productivo.

Se logró aumentar la producción de la nueva maquinaria en el sector de rendering, y como consecuencia, permitiría a la planta contar con mayor capacidad ociosa. Cabe destacar que es el sector más redituable y rentable de la empresa.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

La producción de subproductos, de particular interés por su diferencial de precio, es directamente proporcional a la producción animal primaria que los origina.

Se inició el estudio analizando el mercado avícola mundial ya que provee el principal insumo para la fabricación de harina de vísceras de pollo. Esta fuente de proteína es a su vez una de las más utilizadas mundialmente por la industria de alimento balanceado. En Argentina particularmente, el mercado se encuentra saturado por el crecimiento dispar entre la industria avícola y la industria de alimento balanceado para mascotas.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Introducción .....	1
1.1 Reseña de la empresa.....	3
1.1.1 Reseña histórica de la firma y descripciones generales.....	5
1.2 Descripción breve de las plantas de producción.....	7
1.3 Aprovechamiento de la planta de faena.....	9
1.4 Objetivos del proyecto.....	10
1.4.1 Objetivo general.....	11
1.4.2 Objetivos específicos.....	11
Capítulo 2 Análisis del entorno y antecedentes .....	12
2.1 Generalidades .....	12
2.1.1 Componentes nutricionales de la carne de pollo.....	12
2.1.2 Esquema de la cadena productiva avícola en Argentina.....	13
2.1.3 Medio Ambiente.....	17
2.2 Mercado Global Mundial.....	19
2.2.1 Producción y comercio mundial.....	19
2.2.2 Precios internacionales.....	23
2.2.3 Inserción Argentina en el comercio mundial.....	24
2.2.4 Pronóstico de oferta, de demanda y precios.....	26
2.3 Estudio de mercado nacional: evolución de la cadena de carne aviar Argentina.....	28
2.3.1 Faena de Aves.....	28
2.3.2 Producción de carne aviar.....	29
2.3.3 Exportaciones de carne aviar y subproductos.....	30
2.3.4 Consumo de carne aviar.....	31
2.4 Entorno del procesamiento de subproductos o renderizado (rendering).....	32
2.4.1 Productos y Subproductos.....	32
2.4.2 Nutrición y proteína aviar.....	33
2.4.2.1 Diferencias entre proteína animal y vegetal.....	34
2.4.3 Concepto de rendering.....	35
2.4.4 Reseña histórica del rendering.....	36
2.4.5 Reseña del rendering avícola en Argentina.....	38
2.4.6 Marco Regulatorio Argentino: Normativa del SENASA.....	39
2.4.7 Ventajas y desventajas del rendering avícola.....	40
2.4.8 Harinas de subproductos avícolas para la alimentación animal.....	40
2.4.8.1 Especificaciones de la harina de pollo.....	42
2.4.9 Descripción del proceso y recomendaciones: rendering.....	43
2.4.9.1 Zona sucia.....	44

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

2.4.9.2 Zona limpia.....	46
2.4.10 Etapas de proceso.....	46
2.4.10.1 Digestor.....	48
2.4.10.2 Prensa.....	49
2.4.10.3 Molino.....	50
2.4.10.4 Zaranda.....	51
2.4.10.5 Tolva y Carga de Bolsones.....	51
2.4.10.6 Proceso de hidrólisis de plumas.....	52
2.4.11 Otras consideraciones.....	54
2.4.11.1 Tratamiento de olores.....	54
2.4.11.2 Tratamiento de efluentes.....	54
2.5 Conclusiones: Diagnóstico de la situación.....	56
2.5.1 La evolución:.....	56
2.5.1.1 Mundial.....	56
2.5.1.2 Nacional.....	56
2.5.2 Las perspectivas:.....	56
2.5.2.1 Los alimentos.....	56
2.5.2.2 Las áreas de producción.....	57
2.5.2.3 La economía.....	57
2.5.2.4 El mercado.....	57
Capítulo 3 Marco teórico: fundamentos de distribución de vapor.....	58
3.1 Características del empleo de vapor.....	58
3.2 Los estados del vapor.....	59
3.2.1 Vapor húmedo.....	59
3.2.2 Vapor seco.....	60
3.2.3 Vapor sobrecalentado.....	60
3.3 Distribución del vapor.....	60
3.4 Fundamentos de los sistemas de vapor.....	61
3.5 Presión de trabajo.....	63
3.6 Reducción de presión.....	65
3.7 Dimensionamiento de cañerías.....	66
3.7.1 Estándares y espesores de tuberías.....	67
3.7.2 Dimensionamiento de cañerías según la velocidad del vapor.....	67
3.7.3 Dimensionamiento según caída de presión.....	68
3.8 Líneas de distribución y purga.....	69
3.8.1 Puntos de purga.....	70
3.8.2 Purga de línea.....	71
3.8.3 Selección de purgadores.....	72

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

X

3.9 Golpe de ariete .....	74
3.10 Conexión de derivaciones .....	76
3.11 Separadores de gotas .....	76
3.12 Filtros .....	78
3.13 Colector de vapor .....	79
Capítulo 4 Análisis de prefactibilidad técnica y económica .....	80
4.1 Objetivo del análisis .....	80
4.2 Prefactibilidad técnica .....	80
4.2.1 Planteo de la situación o problemática .....	80
4.2.2 Propuesta de solución a la problemática .....	86
4.3 Prefactibilidad económica .....	88
Capítulo 5 Anteproyecto .....	91
5.1 Objetivo del Anteproyecto .....	91
5.2 Cálculos técnicos pertinentes .....	91
5.2.1 Cálculos de consumo de vapor .....	91
5.2.2 Cálculo del nuevo colector .....	103
5.2.3 Cálculo de cañería a tanques de aceite .....	105
5.3 Otras consideraciones de cañerías restantes .....	107
5.4 Consideraciones del aislante .....	108
5.5 Calderas: características técnicas .....	108
5.6 Maquinaria y equipos del proceso de rendering .....	110
5.6.1 Digestor continuo .....	110
5.6.2 Hidrolizador continuo de plumas .....	113
5.6.3 Tolva de recepción .....	118
5.6.4 Compuerta neumática .....	119
5.6.5 Unidad de bombeo .....	120
5.6.6 Sistema de pesaje .....	121
5.6.7 Rampa magnética .....	122
5.6.8 Prensa continua .....	123
5.7 Consideraciones del resto de los equipos .....	126
5.8 Distribución en planta (lay out) .....	126
Capítulo 6 Proyecto definitivo .....	128
6.1 Presupuesto de Materiales .....	128
6.1.1 Presupuesto de aislación .....	129
6.2 Mano de obra .....	129
6.3 Planificación de tareas .....	129
6.4 Presupuesto de mano de obra del proyecto .....	132
6.5 Diagrama de Gantt (ideal) .....	133



 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

6.6 Costos de tareas de ingeniería e imprevistos .....	134
6.7 Costo total del proyecto .....	134
6.8 Financiamiento total del proyecto .....	134
Capítulo 7 Estudio económico financiero.....	135
7.1 Precios de las harinas.....	136
7.2 Ingresos antes del proyecto.....	136
7.3 Descripción de los egresos antes del proyecto .....	137
7.3.1 Costos de producción:.....	137
7.3.1.1 Mano de obra de producción.. .....	137
7.3.1.2 Mantenimiento.. .....	138
7.3.1.3 Materia prima.....	138
7.3.1.4 Flete de materia prima.. .....	139
7.3.1.5 Servicios de energía.....	140
7.3.2 Costos administrativos:.....	140
7.3.3 Costos de comercialización: .....	140
7.4 Ingresos después del proyecto .....	143
7.5 Egresos después del proyecto .....	143
7.5.1 Costos de producción proyectados: .....	143
7.5.1.1 Mano de obra de producción.. .....	143
7.5.1.2 Mantenimiento.. .....	143
7.5.1.3 Materia prima.....	144
7.5.1.4 Flete de materia prima.. .....	144
7.5.1.5 Servicios de energía.....	144
7.5.2 Costos administrativos proyectados: .....	144
7.5.3 Costos de comercialización proyectados: .....	144
7.6 Rentabilidad.....	145
7.7 Flujo de caja.....	146
7.8 Determinación de los criterios de evaluación: VAN y TIR.....	148
7.8.1 Cálculos del VAN y la TIR.....	150
Bibliografía.....	152
Anexos .....	154
ANEXO I: GLOSARIO AVÍCOLA.....	154
ANEXO II: SIGLAS.....	156
ANEXO III: PLANOS.....	157
Conclusiones Finales .....	158

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

### Lista de tablas

Tabla 1. Aprovechamiento de la planta de faena.	10
Tabla 2. Comparativo carne de pollo vs. carne de vaca.	13
Tabla 3. Principales productores y consumidores mundiales de carne aviar.	21
Tabla 4. Principales competidores en mercados relevantes de la carne.	25
Tabla 5. Faena de aves en establecimientos con habilitación nacional.	28
Tabla 6. Exportaciones de productos avícolas 2015-2016-2017.	30
Tabla 7. Destino de las Exportaciones de Pollo.	31
Tabla 8.*Consumo aparente de carne aviar. Años 2015-2016-2017.	32
Tabla 9. Sectores en las plantas de rendering.	44
Tabla 10. Propiedades de vapor saturado con GESTRA CALCUquick.	87
Tabla 11. Características técnicas de las calderas.	108
Tabla 12. Datos técnicos digestor.	112
Tabla 13. Datos técnicos hidrolizador.	116
Tabla 14. Datos técnicos tolva recepción.	119
Tabla 15. Datos técnicos unidad de bombeo.	121
Tabla 16. Datos técnicos prensa continua.	125
Tabla 17. Presupuesto de materiales.	128
Tabla 18. Costo total del proyecto.	134
Tabla 19. Ingresos antes del proyecto.	137
Tabla 20. Egresos antes del proyecto.	142
Tabla 21. Ingresos después del proyecto.	143
Tabla 22. Egresos después del proyecto.	145
Tabla 23. Flujo de caja antes del proyecto.	147
Tabla 24. Flujo de caja después del proyecto.	147
Tabla 25. Cálculo de VAN y TIR del proyecto.	150

### Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la empresa.	4
Figura 2. Sectores de la planta de faena.	8
Figura 3. Etapa del rendering.	9
Figura 4. Esquema de la cadena productiva.	15
Figura 5. Composición de establecimientos primarios por tipo de actividad.	15
Figura 6. Producción mundial de carne.	20
Figura 7. Mercado mundial de carne aviar.	23
Figura 8. Precios internacionales de la carne aviar – E.E.U.U y Brasil.	24
Figura 9. Evolución anual de la faena enero-abril 2017.	29
Figura 10. Distribución de la faena por provincia en % 2017.	29
Figura 11. Etapas del proceso de rendering.	47
Figura 12. Proceso de vísceras.	53
Figura 13. Proceso de plumas.	53
Figura 14. Circuito de vapor típico.	63
Figura 15. Estación reductora de presión.	65
Figura 16. Conexión de puntos purga.	71
Figura 17. Tipos de purgadores.	74
Figura 18. Golpe de ariete.	75
Figura 19. Conexión de derivaciones.	76
Figura 20. Sección de un separador de gotas.	77
Figura 21. Sección de un filtro.	78
Figura 22. Distribución original de vapor.	84
Figura 23. Foto de la instalación original.	84
Figura 24. Distribución original de los viejos digestores.	85
Figura 25. Esquema básico de vapor del nuevo rendering.	86
Figura 26. Instalación de vapor modificada.	102
Figura 27. Esquema de un colector.	104
Figura 28. Esquema de diseño del nuevo colector.	105
Figura 29. Plano esquema tendido de nueva cañería.	107
Figura 30. Foto de caldera Fontanet.	109
Figura 31. Foto de caldera Gonella.	109
Figura 32. Foto del digestor continuo en planta.	110
Figura 33. Digestor Continuo 1200US.	111
Figura 34. Foto del hidrolizador continuo en planta.	113
Figura 35. Hidrolizador continuo CH-75.	113

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b>  <b>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</b>	<b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b>	<b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b>
---	--	--

Figura 36. Partes principales hidrolizador.	115
Figura 37. Tolva de recepción.	118
Figura 38. Compuerta neumática.	119
Figura 39. Unidad de bombeo.	120
Figura 40. Sistema de pesaje.	121
Figura 41. Rampa magnética.	122
Figura 42. Prensa continua.	123
Figura 43. Partes principales prensa continua.	125
Figura 44. Esquema de distribución en planta.	127
Figura 45. Diagrama de Gantt (ideal).	133

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## Capítulo 1

### Introducción

Desde hace algunos años la industria avícola de nuestro país está en constante expansión. Son diversos los factores que contribuyen a este crecimiento, entre los que se pueden mencionar la mejora en la eficiencia productiva y la reducción de costos de producción, que son consecuencia de una mayor inversión en tecnología en toda la cadena. Asimismo el aumento del consumo de carne aviar, ligado al bajo precio relativo de este producto, y a la tendencia hacia el consumo de carnes magras y de fácil preparación generan una demanda y un desarrollo constante.

Si bien este crecimiento tiene innumerables ventajas económicas y productivas, también se plantea el problema de un considerable aumento de los desechos orgánicos de esta industria, principalmente los derivados de la faena como son las plumas, vísceras y sangre. Actualmente sólo algunas empresas avícolas del país cuentan con plantas para procesamiento de subproductos, mientras que la mayor parte de estos son desechados (se acumulan o se incineran) ocasionando perjuicios al ambiente. Además generan un gasto extra a las empresas ya que deben ser transportados diariamente fuera de las plantas faenadoras. La producción de harinas de plumas, de vísceras, de sangre y de aceite o grasa de pollo se presenta como una opción para solucionar tales inconvenientes. Asimismo, agrega valor a estos subproductos los cuales se utilizan, principalmente, como materia prima en la industria de alimentación animal

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

(saborizantes y harinas para alimentos de mascotas, harinas para concentrados, alimentos para acuicultura, etc.). Esto último asegura la existencia de un mercado para la comercialización de los subproductos obtenidos.

El objetivo de dicho estudio es determinar la viabilidad del proyecto exponiendo cada una de las razones y/o condiciones necesarias que permitan o no llevarlo a cabo.

Como proceso, la investigación requiere: determinar el mercado potencial para el producto, determinar proveedores, volumen y uso de la materia prima en la elaboración de los subproductos de origen animal; analizar el tipo de tecnología que se está utilizando actualmente en el mercado (ventajas y/o desventajas que representa su uso en la elaboración de los subproductos); identificar las variables económicas que delimitan el proyecto; establecer los beneficios y/o ventajas que se obtendrían al importar maquinaria con mayores especificaciones técnicas y tecnológicas para el procesamiento de subproductos de origen animal; determinar la viabilidad del estudio en términos financieros.

La eficiencia en los procesos y la calidad de los productos son factores que resultan de una adecuada implementación técnica y orientan a la empresa hacia el desarrollo de estrategias competitivas que permitan el crecimiento y aseguren una posición estable dentro del mercado. Ello es lo que justifica la adquisición de nueva maquinaria y equipos tecnológicos destinados a tales procesos de producción.



 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

El otro enfoque de este estudio se basa en el conocimiento y la caracterización técnica del vapor como fluido a ser transportado y de los componentes que conforman su sistema de distribución, estos conceptos nos van a dar las bases técnicas sustentables para el correcto rediseño y selección de cada uno de los componentes individuales que conformarán la red de distribución, bajo las necesidades requeridas, mismas que se unen a condiciones técnicas de diseño ya normalizadas para este tipo de sistemas como son: la velocidad, la presión y la temperatura.

### **1.1 Reseña de la empresa**

El presente proyecto se llevará a cabo en el frigorífico de aves SOYCHÚ S.A.I.C.F.I.A., dedicado a la faena de aves y al procesamiento de sus vísceras y plumas para la realización de harinas, las cuales son utilizadas para la elaboración de alimento para animales principalmente.

La planta actualmente faena alrededor de 120.000 aves diarias, las cuales equivalen a, aproximadamente, 300.000 kg de producto.

La planta se ubica en la Ruta 191 en el Km 94 ½ en la localidad de Salto, de la provincia de Buenos Aires.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

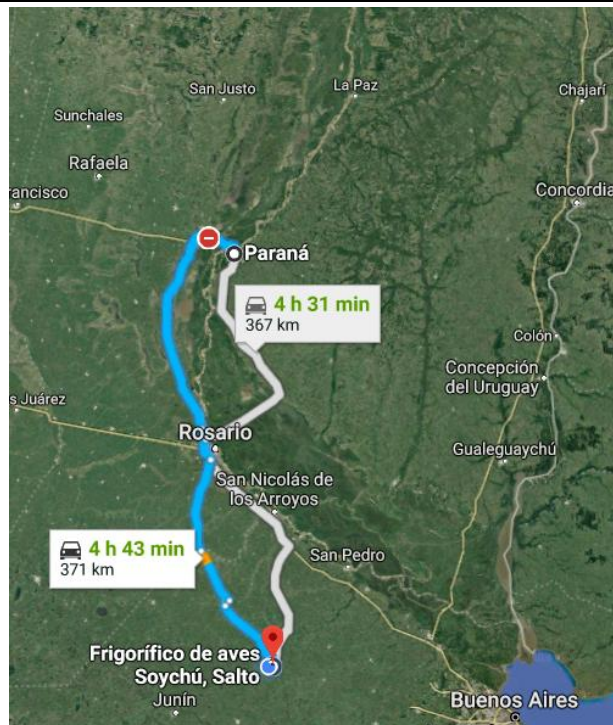


Figura 1. Ubicación de la empresa.

La empresa tiene otra planta en la localidad de Gualeguay, de la provincia de Entre Ríos, la cual faena 240.000 aves diarias. Siendo ésta la de mayor jerarquía y el origen de la firma.

En la localidad de Mar del Plata, de la provincia de Buenos Aires, cuenta con una planta de elaboración de pre-fritos de pollo.

En la localidad de Arrecifes, de la provincia de Buenos Aires, se encuentra la planta de alimentos, donde se elabora el alimento para autoabastecer las granjas de aves.

El principal centro de distribución es el de Buenos Aires, estando situados los otros en Córdoba, Rosario, Misiones, Mar del Plata, Chaco y Neuquén.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

### **1.1.1 Reseña histórica de la firma y descripciones generales. Frigorífico de Aves**

Soychú S.A. fue fundada en el año 1962, época en que la avicultura comenzaba a transformarse en una actividad industrial. En la localidad de Gualeguay, al sur de la provincia de Entre Ríos, la familia Santangelo instaló la planta de faenamiento que daría origen a la empresa, con una producción promedio de 150 pollos por hora.

En 1972, y como consecuencia de un constante crecimiento y adecuación a los procesos productivos, la empresa inauguró la planta frigorífica que, por sus dimensiones y capacidad de faenamiento, se ubicó entre las más importantes de esa provincia.

Desde entonces, Frigorífico Soychú ha mantenido un desarrollo constante: a la integración vertical de las etapas productivas se sumó la permanente modernización de su infraestructura y la conformación de un calificado equipo de profesionales y técnicos. Años más tarde, con la incorporación de la segunda generación familiar, la empresa fue logrando una marcada expansión, reflejada no sólo en el aumento continuo de los índices de producción, sino también en la creciente demanda de sus productos.

Parte de la expansión de la empresa está reflejada en la reciente instalación de modernas granjas de reproductores en la localidad de Nonogasta, Departamento de Chilecito, provincia de La Rioja. Ubicada al pie de las sierras, esta zona completamente aislada y con un máximo grado de pureza ambiental resulta óptima para la crianza de las aves.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

Las otras granjas de reproductores están ubicadas en Gualeguay, zona que también brinda un marco de pureza y condiciones de bioseguridad inmejorables.

Todas las granjas están equipadas con implementos automatizados de última generación, lo que unido a los factores ambientales y al estricto control de profesionales, asegura la higiene y sanidad de las aves.

Entre ambas provincias, las granjas suman una capacidad para alojar 360.000 reproductores.

La planta de incubación se encuentra entre las más modernas del país y cuenta con un equipamiento de procedencia estadounidense (Chick Master) líder en el mundo. La climatización ambiental de esta planta, obtenida con equipos de enfriamiento evaporativo refrigerada, humidificadores y extractores, aseguran óptimas condiciones de temperatura y humedad para el nacimiento de los pollitos BB.

Actualmente, la planta tiene una capacidad para incubar 3 millones de huevos, cifra que aumentará considerablemente en poco tiempo, dado que está prevista la ampliación de sus instalaciones.

Por otra parte, la empresa supervisa periódicamente las granjas y las provee con el alimento balanceado que fabrica en molinos propios. La planta de alimento balanceado se sitúa en Gualeguay, y produce 15.000 toneladas de alimento por mes, con las que la empresa se

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

autoabastece. El 60% del maíz y la soja, principales componentes del alimento, es provisto por productores de esa zona.

La planta frigorífica, que desde su inauguración ha sido sometida a numerosas reformas y ampliaciones, tiene actualmente 10.000 m<sup>2</sup>. En esta planta equipada con líneas de producción totalmente automatizadas (de origen americano y holandés), se realizan la faena y el envasado, con una producción de 8.000 pollos por hora.

Los productos terminados: pollos enteros, trozados y semi-preparados (condimentados); son trasladados a las cámaras de enfriamiento, cuya capacidad de stock es de 1.000 toneladas. La distribución es realizada por terceros, con la supervisión de la empresa. Para el transporte se emplean camiones térmicos, acondicionados para la óptima conservación de los productos.

La calidad de los productos de Frigorífico Soychú ha permitido una fuerte penetración en el mercado interno, por lo que la empresa cuenta con centros de distribución en las principales ciudades del interior del país, que aseguran la llegada de sus productos a todo el territorio argentino.

## **1.2 Descripción breve de las plantas de producción**

Lo siguiente pretende explicar de forma simple y sintética los dos procesos productivos de mayor relevancia del frigorífico, los cuales son: la planta de faena y la planta de subproductos.

Con respecto a los sectores de la *planta de faena*, la siguiente figura ilustra los sectores más importantes y a continuación sigue la descripción de cada proceso:



Figura 2. Sectores de la planta de faena.

- **Playa:** sector donde se reciben las aves y son colgadas en la noria de playa para ser aturdidas y sacrificadas.
- **Sangrado:** sector donde las aves, una vez sacrificadas, pierden la sangre por gravedad.
- **Desplume:** sector donde las aves son escaldadas a 57 °C (apertura de poros) y se pasan por máquinas peladoras de plumas. En este sector también se arrancan las cabezas de las aves.
- **Eviscerado:** sector donde las aves son despojadas de sus garras y vísceras.
- **Garras:** sector donde se procesan las garras. Escaldado a 60 °C, pelado y selección.
- **Empaque:** sector donde las aves son embolsadas junto con sus menudos y se arman los cajones de 20 kg.
- **Trozado:** sector donde se fraccionan las aves en alas, supremas, muslos y carne picada de pollo.
- **Túnel de congelamiento:** sector donde los cajones permanecen en bandejas a -35 °C.
- **Picking:** sector de palletizado del producto.

A la par de la planta de faena, se encuentra la *planta de Rendering* (o subproductos) donde se aprovecha los derivados de la planta de faena (vísceras, plumas, cabezas, garras que no superan la clasificación y pollos decomisados).

La mencionada planta de rendering, es el sector más rentable de la empresa y por tal motivo es de vital importancia que trabaje al mejor rendimiento posible.



Aparte de las plumas y vísceras derivadas de la planta de faena, también se procesan dichos derivados de otros frigoríficos que no los procesan.

La siguiente figura ilustra de manera esquemática y general en qué consiste la etapa del rendering. Más adelante se explicará en detalle el proceso completo.

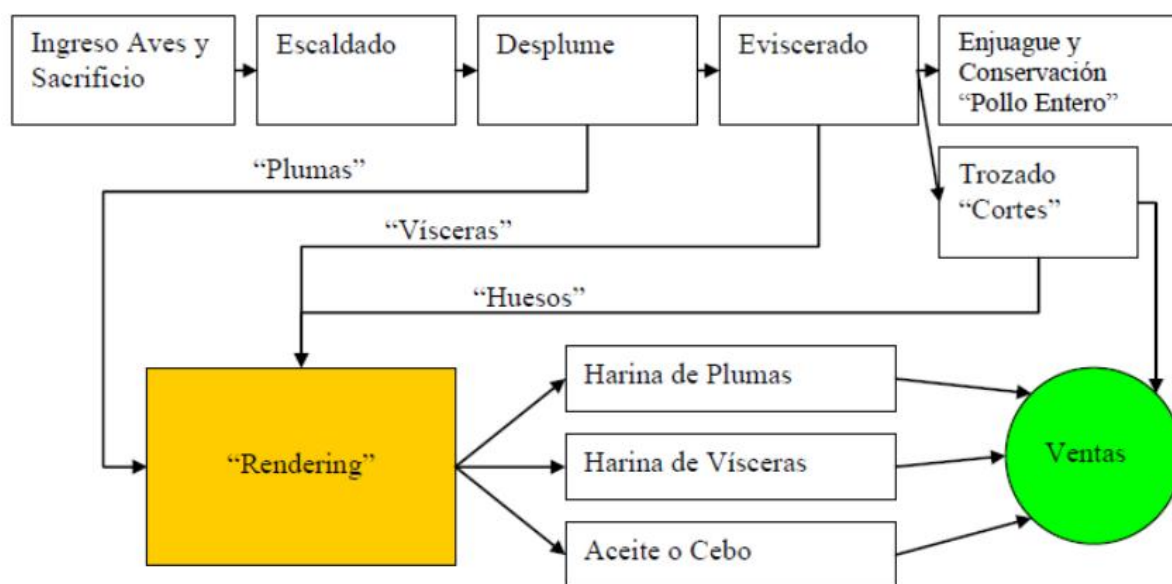


Figura 3. Etapa del rendering.

### 1.3 Aprovechamiento de la planta de faena

Por cada pollo se aprovechan muchas de sus partes, ya que se considera que el mismo tiene desperdicio 0 %. Estas partes son sometidas a distintos procesos productivos según el producto o subproducto que se quiera obtener.

A continuación, se muestra una tabla con los valores aproximados en porcentajes referidos a cada pollo:

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

Tabla 1. Aprovechamiento de la planta de faena.

PARTE DEL POLLO	PORCENTAJE APROVECHADO
<b>POLLO</b>	<b>100 %</b>
<b>POLLO EVISCERADO SIN MENUDOS</b>	<b>68 %</b>
<b>PLUMAS</b>	<b>6,5 %</b>
<b>INTESTINOS</b>	<b>6 %</b>
<b>CABEZA</b>	<b>3 %</b>
<b>GARRAS PROCESADAS</b>	<b>3 %</b>
<b>SANGRE</b>	<b>3 %</b>
<b>TACOS (PRE GARRA)</b>	<b>2 %</b>
<b>COGOTE</b>	<b>2 %</b>
<b>HÍGADO</b>	<b>2 %</b>
<b>OTROS (PULMONES, VESÍCULA BILIAR, PUNTA DE ALA, MOLLEJA, PRE ESTOMAGO)</b>	<b>2 %</b>
<b>PANZA</b>	<b>1,5 %</b>
<b>CORAZÓN</b>	<b>0,5 %</b>

Para estos valores, determinamos que de la faena de planta (120.000 aves/diarias) se aprovechan:

- 40.000 kg/diarios de vísceras crudas para procesar.
- 19.500 kg/diarios de plumas para procesar.

El rendimiento ideal de la harina de vísceras es del 30 % y el de la harina de plumas también es del 30%.

También hay que considerar que se reciben vísceras de terceros por unos 30.000 kg/diarios y de plumas por 30.000 kg/diarios.

#### 1.4 Objetivos del proyecto

Anteriormente, tanto en el resumen como en la introducción inicial, se hizo mención acerca de los objetivos. No obstante, resulta conveniente el hecho de poder clasificarlos de una manera más precisa. Esto intentará dar claridad de comprensión a la idea inicial.

Se considera realizar la siguiente clasificación: Objetivo general y objetivos específicos.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

**1.4.1 Objetivo general.** Se pretende abastecer, de la manera más eficiente posible, el vapor producido en la sala de calderas de un frigorífico avícola donde también se procesan los derivados de la faena (vísceras y plumas), teniendo en cuenta las diferentes aplicaciones e incorporación de maquinarias nuevas con diferentes requerimientos de presión y temperatura del vapor que las alimenta. Esto es con el fin de aumentar la producción, minimizando tiempos.

**1.4.2 Objetivos específicos.** Se busca lograr lo siguiente:

- Resolver los problemas técnicos al menor costo posible.
- Mejorar el abastecimiento de vapor haciendo un análisis de la instalación actual, y una vez detectados los errores y falencias, se plantea una reestructuración de la distribución del mismo.
- Aumentar la producción de la nueva maquinaria en el sector de rendering, y como consecuencia, permitiría a la planta tener mayor capacidad ociosa.
- Una vez que se cuenta con mayor capacidad para producir, la empresa puede ganar terreno en el mercado de la víscera de otros frigoríficos que no cuentan con planta de procesamientos de dichos subproductos.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## Capítulo 2

### Análisis del entorno y antecedentes

Este capítulo está destinado a explicar todo lo relacionado al entorno, tanto productivo como de mercado, del sector avícola. El estudio consiste en la recopilación de información necesaria con la finalidad de evaluar y justificar la viabilidad económica-financiera del proyecto.

Primeramente, se presentan generalidades de información nutricional y la descripción de la cadena productiva en Argentina. Luego se presentan los análisis o estudios de mercado, tanto a nivel mundial como nacional. Seguidamente se presentará lo relacionado al sector de rendering, en cuanto a definiciones, conceptos, antecedentes. Y por último, se mostrarán las conclusiones finales o diagnósticos.

### 2.1 Generalidades

**2.1.1 Componentes nutricionales de la carne de pollo.** La carne de pollo es altamente nutritiva, pues contiene mucha proteína de alta calidad, vitaminas, potasio, calcio y fósforo, entre otros componentes y la cantidad de grasa es mínima comparada con otras carnes como la vacuna y porcina. Debido a estos valores es la carne preferida por las personas que cuidan su peso y aquellos que deben restringir su consumo en grasa. La carne de pollo forma parte de una dieta balanceada en la que existe una inmensa variedad de alimentos, necesarios para llevar una vida equilibrada y saludable.

Es un alimento muy versátil que admite todos los acompañamientos imaginables y se puede preparar de tantas formas como gustos existan.

Tabla 2. Comparativo carne de pollo vs. carne de vaca.

Nutrientes *	Carne de pollo	Carne vacuna
Calorías	100 Kcal	145 Kcal
Proteínas	20,00 g	20,00 g
Colesterol	51 mg	90 mg
Grasas totales	5 g	7 g
Grasas saturadas	1,30 g	3,50 g
Grasas monoinsaturadas	2,50 g	2,90 g
Grasas poliinsaturadas	1,20 g	0,60 g

Fuente: “Grasas y Colesterol”: Torreani E. Somoza. Lineamientos para el cuidado nutricional. Buenos Aires, Argentina. Año 1999.

**2.1.2 Esquema de la cadena productiva avícola en Argentina.** La producción avícola posee dos cadenas productivas diferenciadas, la de carne (línea genética pesada) y la del huevo (línea genética liviana). Si bien presentan encadenamientos y entramados productivos afines, se diferencian, tanto por sus procesos y estructuras productivas, como por los agentes intervinientes y productos finales. El caso de la producción ovícola se analizará como una cadena independiente.

El ciclo productivo de la cadena de valor de carne aviar comienza con la cría de abuelos, importados principalmente de Europa, EE.UU. y –en menor medida– de Brasil, a partir de los cuales se obtiene la generación de padres, aves reproductoras de los pollitos BB parrilleros. Según el RENAVI, los padres reproductores tienen un período de recría que transcurre entre la semana 1 y 24 de vida, mientras que la postura (etapa en donde producen los

huevos) se extiende, aproximadamente, de la semana 25 a la 65. Los stocks de abuelos y padres constituyen bienes de capital de la producción primaria. Los pollitos BB parrilleros, son enviados a las granjas de engorde en donde transcurren 48 días, en promedio, para luego ser trasladados a las plantas de faena.

El procesamiento industrial comienza con la faena, transformación industrial básica. Luego se derivan distintos procesamientos de la carne de pollo que dan origen a productos como pollo entero, trozado, deshuesado, o bien alimentos congelados pre-cocidos con mayor agregado de valor. El margen de desperdicios de la industria de carne aviar es muy bajo ya que, además de la carne, se comercializan diversos subproductos no comestibles como harinas o aceites a partir de la transformación de los desechos de la faena (plumas, vísceras, sangre, grasa, etc.). Estos subproductos resultan materia prima para la industria de alimentación animal (saborizantes y harinas para alimentos de mascotas, harinas para concentrados, alimentos para acuicultura, etc.).

Los eslabonamientos primarios están dedicados a diversas actividades con distintos requerimientos tecnológicos. Del total de establecimientos primarios, el 82% está destinado al engorde de pollos parrilleros, con una fuerte presencia de estructuras de tipo familiar, por lo que poseen importantes heterogeneidades tecno-productivas entre establecimientos. El 18% restante, se dedica a actividades de reproducción, cría, recria, incubación, tanto para carne como para huevos. En estas etapas se desarrolla más intensamente la Investigación y Desarrollo (I+D),



trabajando sobre la preservación y genética del animal a fin de lograr una mayor eficiencia en la producción.

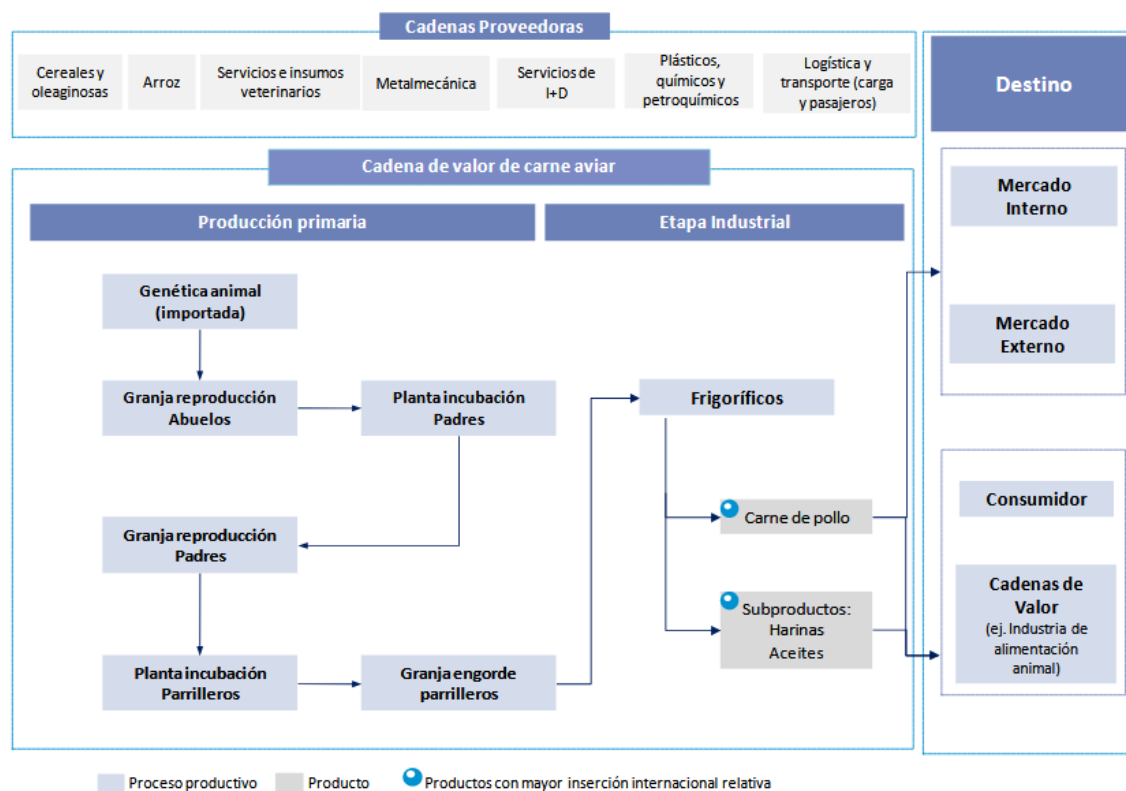


Figura 4. Esquema de la cadena productiva.

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en Ministerio de Agroindustria y SENASA.

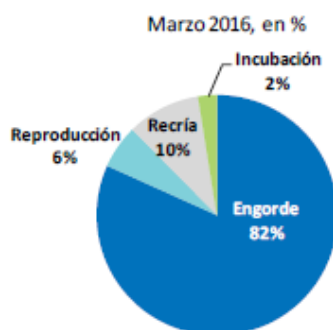


Figura 5. Composición de establecimientos primarios por tipo de actividad.

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en CAPIA.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

La cadena está mayormente integrada en forma vertical. Las empresas frigoríficas (integradores) concentran la producción de padres, pollitos BB parrilleros, alimento balanceado, faena y comercialización. A medida que las empresas aumentan en escala, se alcanza un mayor grado de integración aguas arriba (actividades reproductivas) y aguas abajo (desarrollo logístico). En particular, el eslabonamiento vinculado a la reproducción de aves con portación genética (cría y recría de abuelos), está en manos de unos pocos frigoríficos licenciatarios de firmas extranjeras que desarrollan genética pesada; en la Argentina existen sólo 3 empresas importadoras de genética<sup>1</sup>.

El engorde es un eslabón tercerizado, en más de un 80% en relación al total nacional. Los establecimientos que prestan dicho servicio son independientes (granjas integradas), y reciben los pollitos BB, el alimento balanceado, la sanidad y el asesoramiento profesional de las empresas faenadoras (integradores). No obstante, las instalaciones, la mano de obra y los servicios de luz y gas, son aportados por los productores primarios. Estas granjas de engorde son, en general, de tipo familiar, con una marcada heterogeneidad en sus estructuras productivas.

A nivel país predominan las granjas con capacidad de alojamiento menor a 50 mil aves, siendo las de mayor frecuencia las que alojan entre 10 y 20 mil aves (granjas de tipo familiar), localizadas principalmente en las provincias de Entre Ríos y Buenos Aires. En la primera provincia predomina la estructura de tipo familiar con capacidad menor a 30 mil aves, mientras

---

<sup>1</sup>Cobbs, asociada a Granja Tres Arroyos; Ross, asociada a Rasic Hnos.; y Arbor Acres, asociada a Soychú.

que en Buenos Aires, si bien también se destacan las granjas familiares, predominan las granjas de mayor tamaño, que superan las 100 mil aves.

En lo que respecta al procesamiento industrial, en 2014 existían un total de 58 frigoríficos en actividad con habilitación SENASA según información suministrada por ex Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (abril de 2015). La etapa de industrialización presenta altos niveles de concentración; en 2015 cinco empresas centralizaron el 49% de la faena. No obstante, la crisis de uno de los frigoríficos con mayor volumen de faena a nivel nacional, generó que el nivel de concentración se redujera 3 puntos porcentuales respecto a 2014<sup>2</sup>. Estos grandes agentes de la cadena a su vez coexisten con una gran cantidad de frigoríficos que faenan como máximo 5 millones de cabezas anuales.

Estos niveles de concentración en la faena también se ven reflejados en las exportaciones. Los frigoríficos de mayor escala y envergadura tecnológica, son los que poseen las habilitaciones y certificaciones para la exportación a países con altas exigencias sanitarias como la UE y China, entre otros.

**2.1.3 Medio Ambiente.** La producción avícola debe cumplir con distintas normas y requisitos básicos para garantizar la bioseguridad en la producción, tanto en los eslabones primarios como industriales, no sólo para la obtención de un producto seguro para el consumo

---

<sup>2</sup> Los datos de concentración están calculados sobre la base de 54 frigoríficos publicados por CAPIA con su correspondiente faena anual.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

humano, sino también para minimizar el impacto ambiental derivado de los desechos de la producción primaria e industrial que generan residuos y emisiones.

En las granjas avícolas las normas de bioseguridad están asociadas a la ubicación del galpón, diseño y materiales con los cuales se construyen los galpones, ingreso del personal y vehículos, plan de vacunación de aves, tratamiento de aves muertas, tratamiento de camas y guano, control integral de plagas, entre otras medidas. De acuerdo al Manual de Normas Básicas de Bioseguridad de una Granja Avícola del INTA, particularmente, las aves muertas deben ser eliminadas mediante el método de compostaje, un proceso que se realiza mediante la degradación que producen bacterias, hongos y otra microflora de la mezcla de aves muertas, cama, pasto seco o viruta y que permite transformar los desechos en abono orgánico. Este método tiene la ventaja de tener un bajo costo y generar un menor impacto ambiental. Debido a la necesidad de minimizar los riesgos derivados de la descomposición de los animales muertos, es necesario transportar el residuo a una instalación de procesamiento dentro de las veinticuatro horas o conservarlos en depósitos habilitados para tal fin. No obstante, la muerte producida por alguna enfermedad, requiere que el tratamiento se efectúe dentro del predio del mismo establecimiento para evitar diseminación de agentes infecciosos que afecten el rendimiento de las aves. Asimismo, las camas y del guano y cualquier otro desecho de la granja, tampoco puede ser trasladados fuera del establecimiento cuando las aves hayan presentado síntomas de enfermedades infectocontagiosas (Res. SENASA 542/10).

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

Asimismo, también es necesario el tratamiento de los desechos derivados de la faena que tienen un gran impacto en el medio ambiente. Por otro lado, el tratamiento de los efluentes líquidos del procesamiento industrial también requiere de un proceso para disminuir el riesgo de contaminación ambiental.

## **2.2 Mercado Global Mundial**

**2.2.1 Producción y comercio mundial.** En el período 2010-2015 la producción mundial de carne aviar creció a una tasa del 2,5% a.a., llegando en el último año a las 88.712 miles de toneladas. Por su parte, el consumo mundial se movió en el mismo sentido, con un incremento del 2,4% a.a. para el mismo período. Esta dinámica de crecimiento respondió principalmente al aumento de la demanda de proteína animal de países como China e India, así como también a la favorable relación de precios con respecto al resto de las carnes. No obstante, en los últimos años este crecimiento presentó una leve desaceleración, vinculada a la crisis de los países petroleros (principales consumidores de carne aviar) por el derrumbe del precio internacional del petróleo, lo cual trajo aparejada una caída en el precio internacional de la carne aviar. Asimismo, además de los factores que afectan la demanda; por el lado de la oferta, China, tercer productor mundial de carne de ave, registró una disminución en sus volúmenes producidos en 2013 y 2014, en parte por los brotes de influenza aviar que han afectado distintas regiones del país, entre otros factores.

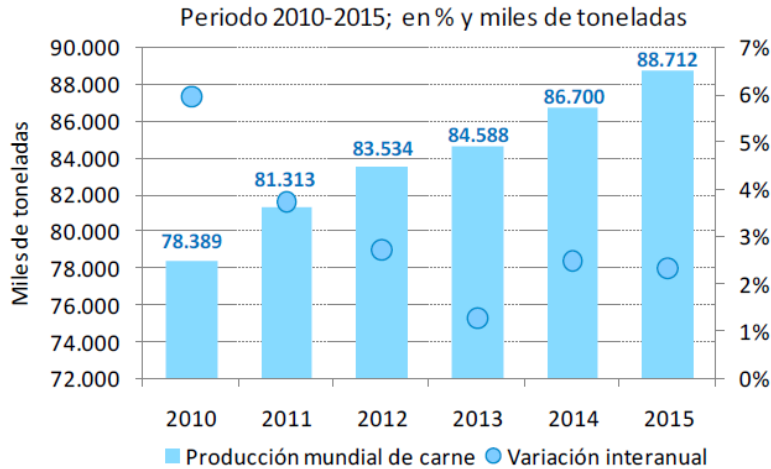


Figura 6. Producción mundial de carne.

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en USDA.

Los principales países productores y consumidores de carne aviar son EE.UU., Brasil y China, los cuales representaron el 50% de la producción mundial en 2015. Argentina ocupa el octavo lugar, detrás de la UE, India, Rusia y México, con una participación que apenas llegó al 2% del total producido a nivel global. Si bien la producción avícola argentina se enfrenta a fuertes competidores como Brasil y EE.UU., cuenta con importantes ventajas comparativas por ser un país productor de granos con capacidad para transformarlo en proteína animal.

La producción brasilera en 2015 ascendió a las 13.146 miles de toneladas, un 3,6% mayor respecto al año anterior incentivado por el aumento del consumo doméstico y el incremento de las exportaciones. En este sentido, la devaluación del real durante 2015 mejoró la competitividad de la carne aviar brasilera. EE.UU., a pesar de la crisis por la afección de influenza aviar en producciones de distintas zonas del país, creció incluso por encima del ritmo brasilero y de la media mundial.

Rusia en particular tiene un crecimiento destacado en la producción por los incentivos públicos para incrementar la producción interna.

Tabla 3. Principales productores y consumidores mundiales de carne aviar.  
Año 2015. En miles de toneladas y % de variación

Ranking	Productores	2015	Var. 2015/14	Ranking	Consumidores	2015	Var. 2015/14
1	EEUU	17.971	3,8%	1	EEUU	15.095	7,5%
2	Brasil	13.146	3,6%	2	China	13.267	3,4%
3	China	13.400	3,1%	3	UE	10.171	3,2%
4	UE	10.620	3,3%	4	Brasil	9.309	1,9%
5	India	3.900	4,7%	5	India	3.892	4,7%
6	Rusia	3.550	8,9%	6	México	3.981	6,5%
7	México	3.196	5,7%	7	Rusia	3.728	1,4%
8	Argentina	2.080	1,5%	8	Japón	2.298	3,2%
9	Resto	20.849	-2,4%	9	Resto	25.229	-2,7%
	Mundo	88.712	2,3%		Mundo	86.970	2,1%

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en USDA.

En términos de comercio mundial, Brasil y EE.UU. son también los principales jugadores del mercado de carne aviar; en conjunto concentraron el 52% del total de las ventas mundiales de 2014. Otros productores relevantes, son la UE, Hong Kong y Turquía. Por su parte, Argentina ocupó el sexto lugar como exportador mundial, aunque sólo participó del 2% de las exportaciones globales.

Del total de las exportaciones mundiales, el 62% del volumen exportado durante 2014 corresponde a trozos y despojos de carne aviar, seguido de la carne entera (16%) y preparaciones y conservas (11%). El 11% restante se compone de subproductos y animales para reproducción.

Si analizamos los principales exportadores por segmentos de mercado, se observa que el producto de exportación más relevante, pollo trozado y despojos, está encabezado por Brasil,

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

EE.UU. y Países Bajos (Argentina, en el onceavo lugar, participa del 1%); por su parte, Brasil, Turquía y Francia constituyen los principales proveedores de pollo entero, mientras que Argentina ocupa el cuarto lugar con una participación del 6%. En la exportación mundial de subproductos, EE.UU., Países Bajos, China y Alemania son los principales comercializadores, mientras que Argentina ocupa el sexto lugar. Las exportaciones de preparaciones y conservas, segmento en el cual Argentina no tiene prácticamente inserción internacional, están lideradas por Tailandia, China y, en menor medida, Brasil y Alemania.

En lo que respecta a animales vivos, algunos países relevantes en la exportación son Alemania, Países Bajos y Malasia. Este segmento exporta, en general, aves con contenido genético que tienen por finalidad la reproducción ya sea para producción de huevos para consumo o carne. No obstante, también se comercializan huevos fertilizados.

Además de los principales mercados competidores por producto, en el siguiente cuadro se observan los principales mercados demandantes bajo el mismo nivel de corte:



Mercado mundial de carne aviar  
 2014, en toneladas

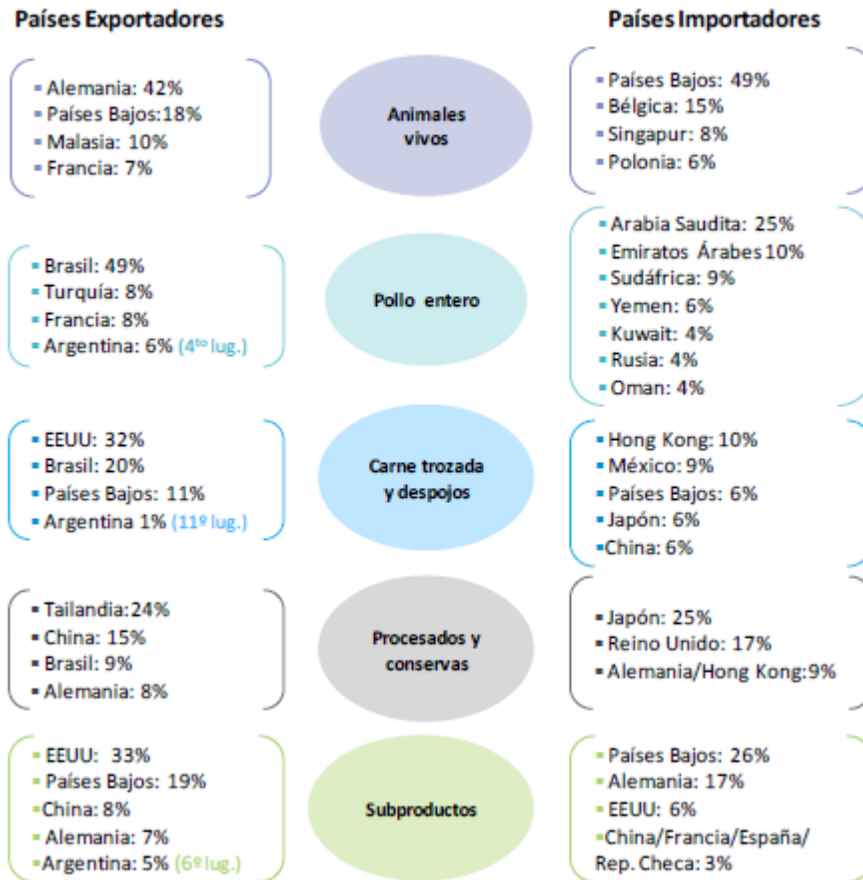


Figura 7. Mercado mundial de carne aviar.

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en UN COMTRADE.

De los principales productos demandados -carne entera, trozada y despojos- los principales mercados importadores son Hong Kong, México, Países Bajos, Japón, China, Sudáfrica y los países del Medio Oriente.

**2.2.2 Precios internacionales.** El precio internacional de la carne de ave ha mostrado una evolución creciente entre 2005 y 2012 explicado principalmente por el aumento de la demanda

mundial de carne (producto de mayor ingreso disponible en los países emergentes) y por un cambio de preferencias por parte de los consumidores mundiales, cuya demanda tuvo un crecimiento relativo mayor en las carnes de cerdo y de ave, en relación a la carne vacuna. En este período, la carne aviar ha demostrado un gran dinamismo, que históricamente ha dependido del precio y desarrollo de las otras carnes a nivel mundial.

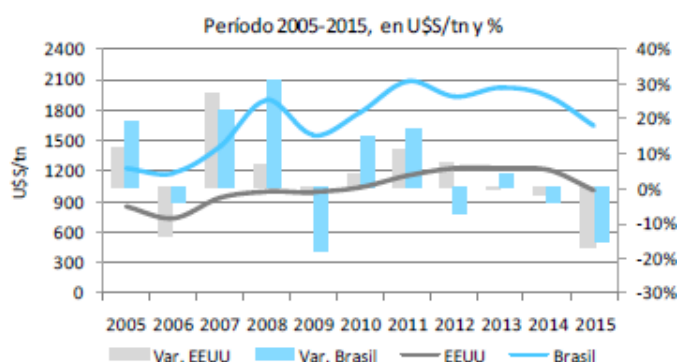


Figura 8. Precios internacionales de la carne aviar – E.E.U.U y Brasil.

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en FAO.

No obstante, durante los dos últimos años el precio tuvo un comportamiento descendente, explicado principalmente por la caída internacional del precio del maíz, y en menor medida, por el aumento de la producción de los países importadores que redujo la necesidad de suministros externos de carne aviar. Asimismo, los brotes de influenza aviar que han afectado a diversas zonas productoras de EE.UU. a partir de enero de 2015 provocó que numerosos países suspendan las importaciones desde ese país.

**2.2.3 Inserción Argentina en el comercio mundial.** A nivel mundial Argentina es el tercer proveedor de carne de pollo en el mercado chino y el séptimo en el de Arabia Saudita y

Sudáfrica, aunque su nivel de participación en el total de las importaciones de dichos países es baja (6%, 1% y 3%, respectivamente). Asimismo, en los mercados de Hong Kong y Emiratos Árabes, ocupa el noveno y onceavo lugar, también con bajos niveles de participación. En todos estos mercados hay una fuerte presencia de las exportaciones brasileras y, en menor medida de EE.UU., ambos principales productores y comercializadores a nivel global.

Si bien la presencia de estos países dificulta las posibilidades de inserción de productos avícolas argentinos, existen pequeñas porciones de mercado en donde Argentina podría competir con países de menor envergadura en los que respecta a la producción avícola, particularmente en los segmentos de pollo entero y trozado. Otros mercados relevantes con posibilidades de inserción son Japón y la UE. No obstante, demandan principalmente productos procesados, un segmento en donde Argentina actualmente tiene escasa participación.

Tabla 4. Principales competidores en mercados relevantes de la carne.

Año 2014, en % de participación											
China			Arabia Saudita			Sudáfrica			Emiratos Árabes		
N°	Exportadores	Part. %	N°	Exportadores	Part. %	N°	Exportadores	Part. %	N°	Exportadores	Part. %
1	Brasil	55%	1	Brasil	77%	1	Brasil	27%	1	Brasil	68%
2	EEUU	24%	2	France	15%	2	Países Bajos	25%	2	EEUU	11%
3	Argentina	6%	3	Emiratos Árabes	3%	3	Reino Unido	16%	3	Arabia Saudita	4%
4	Chile	3%	4	EEUU	1%	4	Alemania	8%	4	Tailandia	4%
5	Francia	2%	...7	Argentina	1%	...7	Argentina	3%	...11	Argentina	1%
Hong Kong			Japón			UE					
N°	Exportadores	Part. %	N°	Exportadores	Part. %	N°	Exportadores	Part. %			
1	Brasil	30%	1	Tailandia	32%	1	Tailandia	46%			
2	EEUU	28%	2	Brasil	31%	2	Brasil	33%			
3	China	18%	3	China	30%	3	China	10%			
4	Turquía	3%	4	EEUU	2%	4	Ucrania	3%			
...9	Argentina	2%	...21	Argentina	0%	...6	Argentina	1%			

Fuente: Subsec. de Planificación Económica con base en UN COMTRADE.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

La inserción de la producción avícola en los mercados de los países que componen la Alianza del Pacífico (Chile, México, Colombia y Perú) se dificulta por una fuerte presencia de Brasil y EE.UU., que concentran más de las dos terceras partes de las ventas de productos de carne aviar a los países miembros. Nuestra participación en el mercado chileno y peruano es elevada (28% y 17%, respectivamente).

En los segmentos en donde Argentina tiene una mayor inserción internacional (carne entera y carne trozada y despojos), los países árabes y asiáticos son relevantes en términos de demanda mundial. Para los productos procesados, Japón, Reino Unido, Alemania y Hong Kong, son los principales compradores; mientras que para los subproductos son relevantes los Países Bajos, Alemania, EE.UU., China, Francia, España y República Checa.

Este tipo de productos presentan un desafío a la producción avícola local a efectos de generar mayor valor agregado a precios competitivos.

**2.2.4 Pronóstico de oferta, de demanda y precios.** De acuerdo a las estimaciones realizadas por USDA, el crecimiento de la producción de carne aviar en 2016 fue apenas del 1,1%, frente al 2,4% promedio anual de los dos años previos. Según un análisis de FAO, esta desaceleración del crecimiento podría radicar en que las tecnologías sobre las cuales se logró en décadas pasadas una alta eficiencia en la conversión de cereales a carne y altas ganancias de productividad derivadas de una mayor eficiencia técnica y de economías de escala, ya comienzan a estar ampliamente difundidas, dejando menores márgenes de ganancia. Esta situación toma

mayor relevancia en un contexto de competencia por la tierra, la mano de obra y el agua que se está dando a nivel global. Se espera entonces que en los países de mayor desarrollo tecnológico, la productividad dependa de crecientes inversiones en I+D; mientras que los países de mayor atraso relativo podrían incrementar la productividad gracias a la mayor adopción y difusión de las tecnologías y desarrollo de economías de escala. A pesar que se espera un ritmo de crecimiento menor que en la década pasada, la carne aviar seguirá dominando la canasta de consumo de carne a nivel global por ser considerada una fuente accesible de proteína animal, más económica respecto al resto de las carnes y de mayor aceptación en términos religiosos.

En lo que respecta a precios, la producción aviar presenta una fuerte correlación con los precios de los principales insumos (maíz, y en segundo lugar soja). En este sentido, se espera que los precios disminuyan en el corto plazo, para luego ascender a 1.550 US\$/ton, en el transcurso de los próximos 10 años, dado que los costos de alimentación muestran una tendencia alcista en la proyección.

Los principales contribuyentes al crecimiento del comercio de la cadena avícola a nivel global, serían EE.UU. y Brasil. Este último consolidaría su liderazgo exportador por sus costos altamente competitivos, explicado por la depreciación del real, los bajos costos de alimentación y el avance de genética aviar que se desarrolló en los últimos años.

El crecimiento en la importación mundial de carne de aves estaría traccionado por China, países del Medio Oriente, del Sudeste Asiático y Sudáfrica. Otros mercados más pequeños en

crecimiento como Cuba, Chile y Colombia también verían incrementadas sus importaciones de carne aviar.

Si bien Argentina actualmente tiene inserción en importantes y dinámicos mercados como China, Emiratos Árabes, Sudáfrica y Chile, se presenta como desafío mejorar la inserción en otros países cuyas importaciones se proyectan crecientes. La producción avícola argentina tiene una participación marginal (e incluso, en algunos casos, nula) en mercados relevantes en términos de crecimiento proyectado como Tailandia, Malasia y Colombia, en menor medida Haití, Kuwait, Gabón, Ghana y Filipinas.

## 2.3 Estudio de mercado nacional: evolución de la cadena de carne aviar Argentina

**2.3.1 Faena de Aves.** Durante el período enero-abril del año 2017 la faena nacional de aves en establecimientos con habilitación de SENASA, alcanzó 238 millones, 6,8 % más que en 2016.

Tabla 5. Faena de aves en establecimientos con habilitación nacional.

Año	2016	2017	Dif. 2017/16
Mes	Miles de cab		%
E	55.134	60.214	9,2
F	50.953	53.221	4,5
M	59.425	65.452	10,1
A	57.072	58.877	3,2
M	59.302		
J	60.502		
J	58.412		
A	63.446		
S	60.458		
O	57.471		
N	59.929		
D	61.919		
<b>Subt: Ene-abr</b>	<b>222.583</b>	<b>237.764</b>	<b>6,8</b>
<b>Total</b>	<b>704.023</b>		

Fuente: Área Avícola, con datos de SENASA.

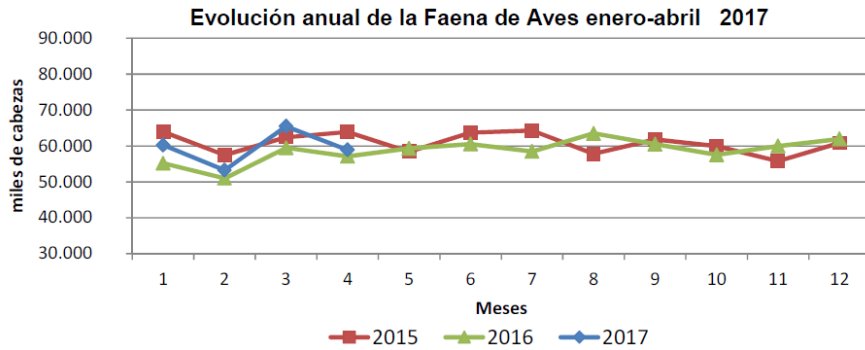


Figura 9. Evolución anual de la faena enero-abril 2017.

La faena de aves habilitada por SENASA se distribuyó mayoritariamente en las provincias de Entre Ríos 50% y Buenos Aires 37%, el 13 % restante se reparte entre: Santa Fe, Córdoba, Río Negro, Mendoza, y Salta. La provincia de La Rioja se encuentra faenando en el año 2017 a través de su habilitación provincial.

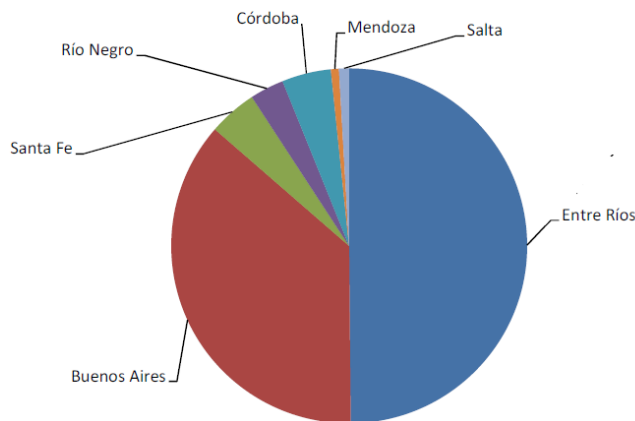


Figura 10. Distribución de la faena por provincia en % 2017.  
 Fuente: Área Avícola-Minagro con datos de SENASA.

**2.3.2 Producción de carne aviar.** La producción de carne aviar, estimada a partir de la faena en establecimientos con habilitación de SENASA, provincial y municipal, teniendo en

cuenta el peso del ave viva a faena (fuente Avimetria) y un rendimiento del 85 %, fue durante el período enero-abril del 2017, de 680 mil toneladas.

**2.3.3 Exportaciones de carne aviar y subproductos.** Las exportaciones de carne aviar y subproductos del año 2017 en el período enero-abril aumentaron 22% con respecto a las del año anterior, alcanzando las 66,5 mil toneladas. Considerando solamente productos comestibles (pollo entero, trozado y procesado), el aumento fue de 26% en volumen. Cabe destacar que la exportación de productos comestibles es un 75% de la exportación total de productos, esa relación se mantiene a través de los años.

Hasta el momento no se registraron exportaciones de productos de otras especies tales como pavos y patos.

Tabla 6. Exportaciones de productos avícolas 2015-2016-2017.

AÑO	2015		2016		2017		Dif. Tn	Dif. U\$S FOB
	Tn	Miles U\$S FOB	Tn	Miles U\$S FOB	Tn	Miles* U\$S FOB	2017/2016 %	2016/2015 %
E	27.092	38.914	16.174	24.880	17.635	7.585	9	-70
F	15.555	22.640	11.729	16.693	15.908	6.358	36	-26
M	20.191	28.723	12.762	15.857	16.707	8.746	31	-45
A	19.512	26.577	13.872	10.681	16.275	7.558	17	-60
M	21.899	29.619	17.731	8.688				
J	20.811	29.109	18.907	8.489				
J	21.157	34.451	15.655	5.904				
A	19.825	27.190	20.681	9.824				
S	22.170	32.248	19.180	8.642				
O	21.485	27.739	15.182	8.589				
N	17.529	22.740	17.022	7.835				
D	14.757	24.833	16.540	3.064				
<b>Ene-abr</b>	<b>82.351</b>	<b>116.854</b>	<b>54.538</b>	<b>68.111</b>	<b>66.525</b>	<b>30.247</b>	<b>22</b>	<b>-56</b>

Fuente: Área Avícola-Minagro con datos de SENASA.

Nota: incluye pollos, pavos y patos (enteros, trozados y subproductos).



De acuerdo con el volumen, las exportaciones avícolas se distribuyeron principalmente entre los siguientes países: 26% China, 12% Sudáfrica, 9% Chile, 4% Hong Kong, 0,2% Alemania, el 50% restante corresponde a otros países como Omán, Angola, Emiratos Árabes, Bélgica, Vietnam, Singapur, Cuba, Islas Comoros, etc.

Tabla 7. Destino de las Exportaciones de Pollo.

Volumen Año 2017							
Pais	Alemania	China	Hong Kong	Chile	Sudáfrica	Otros	Total
Mes	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Ene		5.803	765	1.831	1.835	7.401	17.634
Feb	48	3.930	655	1.344	2042	7.889	15.908
Mar	75	3671	543	1571	2095	8.751	16.707
Abr	22	3.730	502	1.410	1.710	8.901	16.275
May							
Jun							
Jul							
Ago							
Sep							
Oct							
Nov							
Dic							
<b>Ene-abr</b>	<b>146</b>	<b>17.134</b>	<b>2.465</b>	<b>6.156</b>	<b>7.682</b>	<b>32.942</b>	<b>66.524</b>
<b>Particip. %</b>	<b>0,2</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Área Avícola-Minagro con datos de SENASA.

Durante enero-abril de 2017 el 30% de envíos correspondieron a ave entera, 33% a otros productos comestibles entre los que se destacan bocaditos, carne cocida, patitas, milanesas pata, muslo etc. 5% pata/muslo, 6% pechuga, 0.8% gallina procesada, el 14% correspondió a garras, 11% harina de plumas y un 2% a otros no comestibles entre los que se encuentran harinas de vísceras, cuerito, crestas etc.

**2.3.4 Consumo de carne aviar.** El consumo aparente total de carne aviar registrado durante el año 2017 aumentó 7 % en relación con el mismo período del año 2016. Por su parte, el

consumo per cápita alcanzó 44,55 kg/persona/año, aumentando 7% respecto a enero-mayo de 2016.

El consumo de otras carnes en el mismo período del 2017 alcanzó a 57 kg/cápita/año en la carne bovina y 12,5 kg/cápita/año en la carne porcina.

Tabla 8. \*Consumo aparente de carne aviar. Años 2015-2016-2017.

MES	2015	2016	2017	Dif. 2017/2016	
	Kg/cap/año	Kg/cap/año	Kg/cap/año		%
E	45,28	39,27	42,77		9
F	45,95	39,46	42,59		8
M	45,63	45,70	48,76		7
A	48,95	45,27	44,46		-2
M	43,10	45,48	47,36		4
J	49,90	48,52			
J	48,0	45,38			
A	43,08	48,02			
S	46,58	46,96			
O	44,30	44,29			
N	42,37	48,16			
D	46,23	47,04			
<b>Prom. ene-abr</b>	<b>46,45</b>	<b>42,43</b>	<b>44,65</b>		<b>7</b>

Fuente: Área Avícola-Minagro con datos de SENASA.

\*Consumo aparente: producción+impo-expo. No incluyen variaciones de stock producidas de un mes a otro.

## 2.4 Entorno del procesamiento de subproductos o renderizado (rendering).

**2.4.1 Productos y Subproductos.** Los productos y subproductos cárneos de origen aviar son los que se obtienen al finalizar la industrialización.

Dentro de los productos cárneos se tiene:

- Aves enteras evisceradas, envasadas, refrigeradas o congeladas, con o sin menudos, que podemos tomar directamente de la góndola del supermercado.
- Presas, envasadas, refrigeradas o congeladas.
- Menudos de aves, formados por hígado, corazón y estómago muscular desprovisto de mucosa.

- Chacinados, como por ejemplo, hamburguesas, matambre de pollo, milanesas de pollo, pre-fritos, etc.
- Conservas como el paté de foie, pavita en escabeche, caldos de ave, etc.
- Carne mecánicamente separada, definida según el Decreto 4238/68 como: “el producto resultante de la separación y remoción por medios mecánicos del músculo esquelético y otros tejidos adheridos a las carcasas y partes de carcasas de aves”.

Los ovoproductos, son productos obtenidos a partir del contenido de los huevos, despojados de sus cáscaras. Se pueden presentar en estado líquido, concentrado, deshidratado, en escamas, congelado o ultra congelado. Algunos ejemplos son: huevo líquido, yema en polvo, etc.

Los subproductos se pueden dividir en dos grupos, según el grado de elaboración, en:

- Elaborados, por ejemplo: harina de vísceras, aceite de vísceras, etc.
- Sin elaborar, por ejemplo: plumas, cáscaras, etc.

También pueden clasificarse con respecto al consumo humano en:

- Comestibles para la especie humana: grasa, albúmina de sangre, hígado, corazón.
- Incomestibles para la especie humana: sebo, cuero, alimento para consumo de los animales, hueso.

**2.4.2 Nutrición y proteína aviar.** Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevado peso molecular. Contiene, al igual que las grasas y los carbohidratos, oxígeno, carbono e hidrógeno, pero todas ellas tienen además nitrógeno y muchas de ellas azufre. Las proteínas son cadenas de aminoácidos. Cuando las proteínas son hidrolizadas por las enzimas, ácidos o álcalis, se desintegran en aminoácidos. Aunque el número de aminoácidos que se han aislado es superior a 100, se consideran que solamente 25 de ellos forman parte de las proteínas.

- **Aminoácidos esenciales:** Se les llama esenciales a los que no pueden ser sintetizados por el propio organismo y su fuente debe ser externa.

- **Aminoácidos no esenciales:** Son los que el organismo puede sintetizar por si propio, lo que no significa que no sean “esenciales” para el correcto funcionamiento de su cuerpo. En general con una dieta balanceada, los perros y gatos pueden producir sus aminoácidos no esenciales sin problemas.

Se dice que una proteína es bien balanceada cuando posee tanto aminoácidos esenciales como los no esenciales en proporciones adecuadas. Se puede combinar una serie de fuentes de proteína para adquirir una proteína balanceada en el alimento del animal.

**2.4.2.1 Diferencias entre proteína animal y vegetal.** Un componente importante acerca de la proteína es el porcentaje que es digerido por el animal. En este contexto la proteína animal supera a la proteína vegetal para los animales como perros y gatos. En general la proteína vegetal contiene bajos niveles de digestibilidad. Otro punto importante es que en general la proteína vegetal no posee todos los aminoácidos esenciales.

Una ventaja de la proteína vegetal frente a la animal es la cantidad de grasa saturada. Siendo esta última muy superior en concentración en las fuentes de proteína animal pudiendo generar problemas cardiovasculares si no son monitoreados los niveles.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

**2.4.3 Concepto de rendering.** El renderizado (rendering) es un método que permite reciclar los nutrientes de los cadáveres, por lo general, como un ingrediente de otros productos agroindustriales, por ejemplo, en alimentos para mascotas. Las plantas de renderizado obtienen subproductos tales como harinas: de vísceras, de hueso y de sangre; como también aceites, grasas comestibles y glicerina, entre otros.

Debido a la necesidad de minimizar los riesgos derivados de la descomposición de los animales muertos es necesario transportar el residuo a una instalación de procesamiento dentro de las 24 horas o conservarlos en depósitos habilitados para tal fin.

La industria del rendering procesa la mayoría de los subproductos de la cadena de producción de carne, que no acaba en el plato del consumidor.

El proceso del rendering consiste en la trituración y molienda de los subproductos animales, seguidas del tratamiento térmico para reducir el contenido de humedad y matar los microorganismos. La separación de la grasa fundida (sebo) de los sólidos (proteínas) se consigue mediante centrifugación (rotación) y prensado. La fracción sólida es entonces molida y transformada en polvo.

La tecnología disponible para llevar a cabo la transformación de los desechos en harinas o aceites con alta disponibilidad de proteína animal es técnicamente sencilla. De manera general consiste en procesos de hidrólisis física, química o enzimática que tienen como objetivo aumentar la digestibilidad de las proteínas. En la actualidad el principal inconveniente es la falta

de uniformidad de los productos finales, ya que no existen parámetros claros de calidad que aseguren lotes con características nutricionales, químicas y microbiológicas similares. Frente a la pretensión de procesar los subproductos de manera rápida y obtener así materias primas más económicas, no se realizan diseños adecuados del proceso productivo. Por esta razón muchos emprendimientos producen harinas triples (plumas, vísceras y sangre) sin realizar la separación mediante la cual se obtendrían mayores beneficios tanto en la calidad de las harinas como en el rendimiento económico. Por otro lado se cree que al tratarse de plantas de subproductos del proceso principal, que es la faena, no se requiere inversión en tecnología, por lo cual se observa la carencia de equipos de control automático de tiempo y temperatura, de sistemas de pesaje de la materia prima que ingresa al proceso, de sistemas de monitoreo central, entre otros, que mejorarían significativamente el rendimiento del proceso.

**2.4.4 Reseña histórica del rendering.** Los principios del Rendering se asocian en primera instancia a la extracción de grasas para sebo a través de la cocción de carnes de animales, actividad que se viene realizando desde que el hombre es capaz de cocinar, también algunos historiadores afirman que algunas de las primeras actividades fueron la fabricación de velas y jabones por parte de los soldados romanos.

Más adelante en el tiempo se puede observar que el Rendering como actividad industrial se realiza desde hace 150 años aproximadamente enfocándose principalmente en la producción de velas, jabones, extracción de grasas y posteriormente en la fabricación de fertilizantes. A

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

principios del siglo XX, nuevas fuentes de fertilizantes a base de nitrógeno resultaban ser más económicas para los clientes, lo cual derivó en una gran pérdida de mercado para los subproductos cárnicos. Pero este hecho, y casi por accidente hizo visible el efecto positivo que causaban estos subproductos en la alimentación animal, lo cual reemplazó el mercado perdido, al menos en su gran mayoría. Después de la segunda guerra mundial, los detergentes sintéticos reemplazaron a los jabones lo cual causó la pérdida de más del 50% del mercado de las grasas no comestibles. Tal y como sucedió con los fertilizantes, el mercado de los jabones fue reemplazado con la diversificación de productos enfocados en la alimentación animal, lo cual pasó a ser el único gran uso de las grasas no comestibles.

Posteriormente y con el auge de la “ternera envasada”, se vislumbra un nuevo mercado, el cual consistía en la obtención de grasa comestible a partir del fraccionamiento de la carne de ternera destinada para el consumo humano. El hombre, consciente del efecto negativo que potencialmente traería este consumo de grasa (comestible) opta por dejarla de lado y consumir exclusivamente la carne de ternera, lo cual genera una acumulación de esta grasa en las carnicerías, las que a su vez procesan dicha grasa en lugar de adjudicarla a las empresas dedicadas al rendering. Estas grasas comestibles se convierten en la nueva materia prima para la fabricación de jabones y sustancias óleo-químicas.

El mercado déficit en cuanto a la carga de nutrientes de los productos cárnicos de la canasta familiar y especialmente en la de los países subdesarrollados, ha pasado a ser una

problemática de interés social y por ende ha repercutido en los altos mandos gubernamentales, quienes en el afán de solucionar dicha problemática buscan diferentes opciones para mitigarla y reconocen en los subproductos cárnicos una oportunidad para lograrlo.

Es así como además de las premisas mencionadas anteriormente, que hacen alusión al cuidado del medio ambiente y al añadir valor económico agregado a nuevos productos, también se tiene en cuenta el mejorar la calidad de los productos cárnicos originales a través de la alimentación a base de productos provenientes del Rendering. Cabe aclarar que esta última premisa aplica principalmente para los países subdesarrollados.

De esta forma entra la industria del rendering a los países subdesarrollados y especialmente a América Latina.

**2.4.5 Reseña del rendering avícola en Argentina.** En Argentina y en Brasil las primeras plantas de Rendering de carne aviar aparecieron junto con la integración vertical de los productores avícolas. Principalmente las creaciones de estas plantas se produjeron por necesidad de disminuir la materia orgánica que hasta ese momento se destinaba a disposición final. Esto les traía tanto a los frigoríficos de carne vacuna como a los frigoríficos de aves un problema ambiental y además un costo por la disposición final.

Con el correr de los años se le encontró un uso en la alimentación de los propios pollos. La harina de vísceras de pollos es una harina de alta calidad a nivel proteína con cadenas de



aminoácidos esenciales. Las primeras plantas de rendering producían con un porcentaje cercano al 55-60% de proteína y con alto contenido de grasa (18-25%).

Hoy este proceso lo posee el 64% de las empresas avícolas en Argentina, aproximadamente 22 plantas, y las empresas que no lo poseen lo envían a una planta de rendering con capacidad ociosa. Las empresas con capacidad de rendering ociosa procesan estas vísceras y plumas provenientes de la faena. Hay dos empresas en la Argentina que se dedican al rendering de la faena aviar y no son empresas avícolas. Las mismas son Willmor y Manfico S.A.

**2.4.6 Marco Regulatorio Argentino: Normativa del SENASA.** El decreto n° 4238/68 reglamentó la Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal. Con este decreto se impusieron pautas para la producción de origen animal. El objetivo principal es la de fomentar estos sectores protegiéndolo de pestes y enfermedades. El principal capítulo de interés para este trabajo corresponde al N° XXIV. El mismo habla de los subproductos de origen animal.

Este decreto y sus posteriores modificaciones no alcanzaron a acompañar el crecimiento de la industria de subproductos. Si bien las normas son más flexibles para los subproductos, hoy en día muchas de las empresas compradoras requieren que se lleve a cabo normas de seguridad de alimentos.

Otro punto importante con respecto a la inocuidad de los alimentos son los límites de cocción de los subproductos. El SENASA exige que el alimento sea cocinado en un digestor por más de 45 minutos y a una temperatura superior a los 70 °C. Estos valores están claramente lejos

de los valores normales utilizados en la industria que son más exigentes ya que de lo contrario el alimento saldría sin haber tenido una cocción completa. El tiempo promedio ronda las 2,5 horas y la temperatura es superior a los 100°C.

**2.4.7 Ventajas y desventajas del rendering avícola.** Las ventajas y desventajas de la implementación de tecnología de procesamiento de subproductos en la industria avícola son las siguientes:

**VENTAJAS:**

- Ingresos adicionales para la empresa como resultado de la comercialización de los subproductos obtenidos.
- Prevenir la contaminación producida por los desechos orgánicos (plumas, vísceras, sangre) a corrientes de agua o su concentración en rellenos sanitarios, cuando no se les realiza ningún tipo de procesamiento.

**DESVENTAJAS:**

- Emisión de gases y vapores de olor desagradable durante el procesamiento de los subproductos.
- Los compuestos orgánicos volátiles son los principales contaminantes presentes en estas emisiones y los causantes de los malos olores.
- Disponibilidad de áreas de terreno considerables para la instalación y funcionamiento de los equipos involucrados en el proceso.

**2.4.8 Harinas de subproductos avícolas para la alimentación animal.** Diversos estudios dan cuenta de los resultados de reemplazar o sustituir total o parcialmente las fracciones

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

proteicas de alimentos balanceados o concentrados, ya sea para animales rumiantes, monogástricos o para acuicultura, con las distintas harinas obtenidas a partir de subproductos avícolas. Respecto al empleo de harina de plumas en la formulación de las raciones de animales rumiantes, se afirma que hasta un 10 % de ésta puede ser incorporada como fuente de proteína no degradable (siempre que la harina de plumas tenga un contenido de proteína bruta de 75%). Cuando se trata de la dieta de animales de producción elevada la harina de plumas debe ser suplementada con los aminoácidos esenciales.

En el sector acuícola la utilización de harinas de subproductos avícolas en la formulación de alimentos surgió frente a la necesidad de disponer de fuentes de proteínas alternativas y de menor costo a la harina de pescado, la cual se utiliza convencionalmente en este sector. Debido a la alta calidad de la harina de pescado, es dificultoso hallar una sustitución adecuada a este producto. Sin embargo, existe la posibilidad de hacerlo de forma parcial mediante la incorporación de otras fuentes proteicas como es la harina de plumas debidamente complementada para cubrir los requerimientos en aminoácidos esenciales. Para la formulación adecuada de un alimento que sustituya a la harina de pescado se debe tener en cuenta que: el contenido proteico del subproducto avícola a utilizar deberá aportar la cantidad de aminoácidos esenciales que cubran los requerimientos del organismo acuático de interés y tener una alta digestibilidad proteica a fin de aunar los criterios de cantidad y calidad.

Las harinas de subproductos avícolas también son utilizadas como materia prima en la industria de alimentos para mascotas, específicamente son aplicados como fuente de proteínas de alta digestibilidad. A diferencia de las usadas en otro tipo de alimentos concentrados, los hidrolizados de subproductos avícolas deberán presentar un nivel bajo de cenizas para aumentar su digestibilidad. Además, debido a los avances tecnológicos y gracias a las mejoras continuas en los procesos de obtención de las distintas harinas y aceites se logran productos de mayor valor nutricional que son demandados por las industrias para mascotas, ya que no sólo se trata de materia prima de alta digestibilidad sino que además favorecen la palatabilidad del alimento, que significa que sea agradable de consumir.

**2.4.8.1 Especificaciones de la harina de pollo.** La harina de pollo posee un amplio rango de especificaciones que es dependiente de la materia prima a procesar y las condiciones del proceso.

Tiene cuatro parámetros que se miden fácilmente para determinar la calidad de la harina: *proteína, humedad, ceniza y grasa*. Entre estos cuatro parámetros se debe llegar a aproximadamente 100%. Si en la materia prima que ingresa al rendering hay carbohidratos, entonces la suma de los cuatro parámetros no llega a ser del 100%. El contenido de carbohidratos depende del tiempo que pasa el animal sin tener alimento antes de la faena. En Argentina este tiempo es de 12 horas en promedio.

Los valores que utiliza la industria de Pet Premium son:

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

- Proteína: > 66%
- Ceniza: 8 a 11,5 % (bajo contenido); 11,5 a 16% (alto contenido)
- Humedad: 2 a 6%
- Grasa: 12 a 17%

Para la ceniza se tienen dos rangos debido a que el porcentaje depende directamente de la cantidad de hueso en la materia prima que entra al digestor. Es el único parámetro que no depende de las condiciones del proceso. Por ser un subproducto, es decir, no es el principal producto que vende la empresa, la ceniza es dependiente de si la empresa que realiza la faena posee también un proceso de trozado donde se realicen cortes en el pollo. Estos cortes entregan un mayor contenido de hueso como descarte que va directamente al proceso de rendering, elevando el contenido de ceniza en la harina. En Argentina se vende en su mayoría el pollo entero y hay pocas plantas que poseen un trozado superior al 10% de la faena. La ceniza es importante a nivel nutricional porque aporta Calcio y Fósforo para el animal.

**2.4.9 Descripción del proceso y recomendaciones: rendering.** Del proceso de sacrificio del pollo, en cada sector del frigorífico se cuentan con canaletas de recolección de: vísceras, cabezas, garras descartadas; que conducen a la planta de rendering. Los mismos derivados terminan en una tolva de acumulación, hasta que son transportados por bomba al digestor, pasando previo por una tolva-balanza.

Las plumas tiene un recorrido similar, conducidas por canaletas desde el sector de desplume y luego bombeadas mezcladas con agua (con el fin de poder transportarlas) hacia un escurridor o prensa, para luego terminar en un digestor o hidrolizador de plumas.

	<p align="center"><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p align="center"><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	--	--

En general las plantas de rendering se dividen en tres sectores bien definidos:

Tabla 9. Sectores en las plantas de rendering.

<p align="center"><b><u>“Zona Sucia”:</u></b> Aquí se realiza la descarga de la víscera cruda y se la escurre para retirar el agua”</p>	<p align="center"><b><u>“Zona Limpia”:</u></b> Aquí se realiza la cocción de la víscera, la separación del aceite, la molienda de la harina y el transporte por vía neumática o por tornillo a las tolvas.</p>	<p align="center"><b><u>“Zona Almacenamiento”:</u></b> Aquí se deposita la mercadería en bolsones de 1000 -1200 KG paletizados. Recordando que es requisito del SENASA que la proteína animal esté envasada. No es permitido el transporte a granel.</p>
---	--	--

La división de estos tres sectores posibilita un mejor manejo sanitario del producto. Se debe asegurar que no haya contaminación entre un sector y otro. Para ello es recomendable que los accesos a la zona limpia tengan controles de limpieza. Es conveniente que el personal no pase de la zona sucia a la limpia sin una higienización previa. Algunas empresas cierran el acceso entre zona-limpia/zona-sucia para evitar una circulación y obligar al personal a entrar por los sectores de higienización. Es importante también mantener circuitos separados para las plumas y las vísceras. Estas plantas por lo general poseen los dos procesos independientes para la fabricación de harina de vísceras y harina de plumas. Es importante que el mismo sistema evite la contaminación cruzada entre ambos productos. Es por ello que cada circuito funciona independientemente y hay una o varias líneas para cada producto pero no comparten ninguna etapa del proceso.

**2.4.9.1 Zona sucia.** Las plantas de rendering poseen una zona de recepción de la materia prima. Hay dos tipos de recepción de vísceras crudas:

•Recepción continua: La planta está integrada al frigorífico y recibe las vísceras por gravedad o por bombas que las impulsan junto con el agua. Este abastecimiento es continuo y la planta de rendering empieza a funcionar una vez que se tiene una cantidad suficiente de víscera para llenar el digestor. Para separar el agua de la víscera se utiliza un cilindro con rosca interna que posee pequeños agujeros para ir filtrando el agua mientras la víscera avanza de manera continua.

•Recepción en “Batch”: En general este sistema se utiliza cuando la planta de faena está muy alejada de la planta de rendering o cuando se procesa vísceras de terceros. La víscera llega en camiones a granel. La misma se descarga en unos “tachos” de recepción que poseen agujeros para escurrir el agua. Se recomienda que estos “tachos” posean tapas y que se mantengan cerradas luego de la descarga. Esto ayuda a disminuir la cantidad de olores en la planta.

La mercadería debe ser inspeccionada al llegar en el caso de que sea de terceros. Es muy importante que se lleve un registro en las descargas y que cualquier elemento extraño encontrado sea removido. Estos registros son muy útiles para el reclamo posterior a la planta que genera las vísceras. En general se controla mejor la calidad si la víscera es del frigorífico propio ya que es más fácil de concientizar al personal acerca de la limpieza y que las vísceras sean tratadas como alimento y no como descarte.

En Argentina y en el mundo las vísceras en sus inicios eran tratadas como desechos y no era extraño encontrar guantes, botellas, bolsas, etc. Esto se debía a que el personal lo veía como basura y el destino final era la disposición. Hoy esto cambió radicalmente y muchas empresas

educan a los empleados para evitar que se contamine la víscera cruda que hoy posee un buen valor agregado.

El agua utilizada para el transporte así como la utilizada para la limpieza debe tener un correcto tratamiento final antes de ser devuelta al río o al arroyo. Por ser agua con gran cantidad de materia orgánica se debe hacer un tratamiento por la alta DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno. La materia orgánica reduce el oxígeno disuelto en el agua y debe ser recuperado antes de volver al río para cumplir con las legislaciones vigentes.)

**2.4.9.2 Zona limpia.** Esta zona es la que contiene el proceso en sí. Se debe cuidar muy bien los estándares de limpieza y mantener los equipos limpios. También se incorporan imanes al proceso para retener cualquier partícula de hierro que haya ingresado al sistema accidentalmente. Se recomienda que haya un imán antes del molino para evitar que alguna partícula de hierro rompa el equipo y otro imán antes de la carga o a la salida del molino.

**2.4.10 Etapas de proceso.** En el siguiente diagrama se muestra el proceso indicando las diferentes etapas.



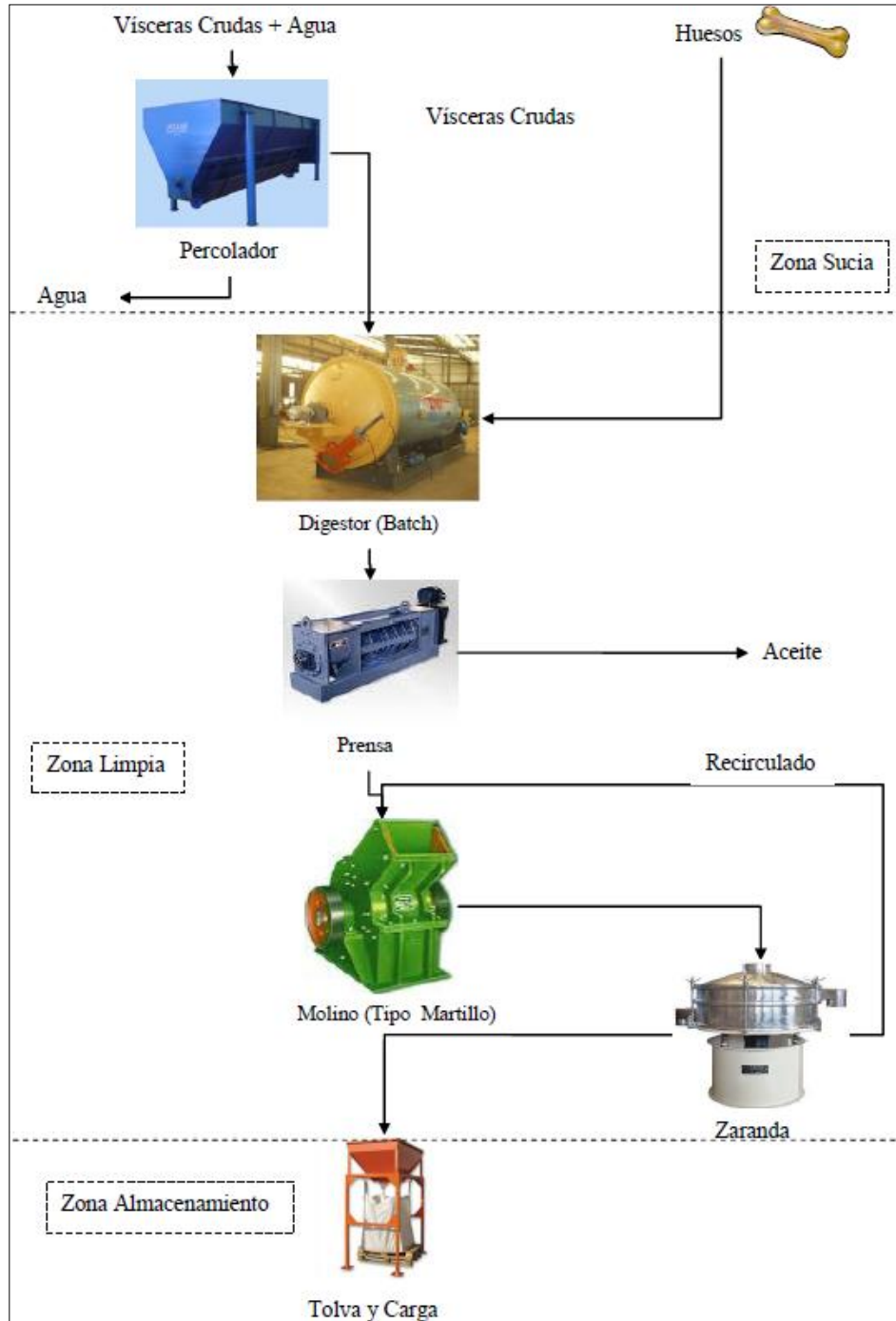


Figura 11. Etapas del proceso de rendering.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

**2.4.10.1 Digestor.** Se realiza una cocción de la víscera a presión atmosférica en el digestor. El tiempo aproximado es de 2 a 2,5 horas según tamaño y temperatura. Se recomienda que la temperatura ronde los 100-110 °C para que el proceso de cocción sea lento y no se desnaturalicen los aminoácidos.

No se llena el digestor al 100% sino que en general entra materia prima llenando un 50-60% aproximadamente del mismo. Esto hace que sea más homogénea la mezcla en su interior y asegura una total cocción y rotación de la víscera. Es recomendable tener algún sistema que permita el ingreso de una cantidad estandarizada que sea siempre la misma. De esta manera el producto final también será más homogéneo.

El digestor utiliza vapor para la cocción mientras que el mismo hace girar la materia prima en el interior con unas paletas. Algunas empresas utilizan algo de aceite de pollo en la cocción para disminuir el tiempo pero no se recomienda su uso porque puede desnaturalizar algunos aminoácidos e incrementar la concentración de grasa en el producto final. También se pueden adicionar en la cocción antioxidantes, como BHA/BHT o etoxiquina, que ayudan a prolongar la vida útil de la harina.

Es importante el monitoreo de la temperatura durante la cocción. Una vez que llega a la temperatura de descarga debe haber alguna alarma que le indique al operador que debe vaciar el digestor si es que el proceso no es automático. Hay dos tipos de digestores:

- Digestor Batch: En este tipo, la producción es por lote y se requieren de zonas de almacenamiento intermedio a la salida y a la entrada del mismo. Se pueden tener varios digestores en paralelo lo que evita que si uno deja de funcionar no se pare la planta.
- Digestor Continuo: Estos digestores suelen ser de mayor tamaño. Su inversión se ve justificada para plantas con volumen de faena muy elevado con más de 100 mil pollos diarios. Tal como su nombre lo indica, el producto sale de manera continua y aquí debe asegurarse un mantenimiento preventivo ya que una rotura en este equipo dejará inhabilitada la planta y probablemente el tiempo no sea suficiente como para llevar la víscera a otra planta iniciándose su putrefacción.

**2.4.10.2 Prensa.** La prensa es uno de los elementos críticos del proceso y por lo general el más difícil de controlar. Se debe acomodar la misma de manera que extraiga la cantidad adecuada de aceite de lo contrario el producto final tendrá alta concentración en grasa y no llegará al grado “Pet Food” deseado. Algunas prensas más modernas ofrecen una regulación del “apriete” vía tablero de control. Las más antiguas deben ser desarmadas y ajustadas manualmente. Es crítico el control y monitoreo sobre este paso ya que define en gran proporción la calidad final del producto.

Recordando la sección de investigación de mercado, se mencionó que el valor de ceniza lo define la materia prima que ingresa al digestor por la cantidad de hueso. La humedad no suele ser muy variable, se define principalmente en el digestor y suele estar cerca de los 3 a 5%. Esto le deja a la prensa el importante trabajo de remover la grasa para dejarla por debajo del 17% que

aún es un valor considerado alto. La temperatura con la cual la víscera cocinada entra a la prensa es otro valor fundamental que debe ser monitoreado ya que afecta el rendimiento de la misma. Se deben hacer pruebas para adaptar el proceso a su máximo rendimiento.

Una vez que la materia prima en proceso sale de la prensa y se enfría, ya no es posible remover la grasa de la misma. Es por ello que la prensa debe estar bien calibrada antes de iniciar el proceso. De la prensa sale en forma de “cáscara” y el próximo paso es el molino.

**2.4.10.3 Molino.** Antes del molino, como ya fue mencionado, es recomendable colocar un imán. Esto evita que entren partículas metálicas al molino y se genere un ruido ensordecedor.

La función del molino es la de tomar las “cáscaras” que vienen de la prensa y molerlas hasta dejar un “polvo fino” de color marrón claro.

La industria usa en general molinos tipo “martillo” para la molienda de la harina. Puede hacerse en uno o varios pasos utilizando varios molinos en serie con reducción gradual del tamaño de partícula. Esto no es muy común en la Argentina donde la mayoría de las empresas utilizan un único molino o varios en paralelo para incrementar el “rate” (se refiere a la velocidad a la cual muele la cáscara que sale de la prensa) de molienda.

Luego de esta etapa ya se posee el producto final y está listo para ser almacenado. Algunas empresas colocan una adición de antioxidante en cantidades controladas a la salida del molino. Esto refuerza la concentración del antioxidante que se pudo haber perdido durante la

prensa. Los valores recomendables para la etoxiquina en el producto final deben ser de 100 ppm y no debe superar los 200 ppm.

**2.4.10.4 Zaranda.** Esta etapa no la poseen todas las empresas y es importante por tres motivos: se visualiza el producto, se obtiene un grano más fino, se tiene control accesible.

La función principal de la zaranda es la de evitar que partículas gruesas vayan a las tolvas de almacenamiento. Es por ello que tiene una malla que sólo deja pasar la harina que esté con el tamaño de partícula requerido y posee un recirculado que vuelve a enviar las partículas gruesas al molino. De esta manera se obtiene un producto más homogéneo en densidad y consistencia.

Por otro lado, esta zaranda también permite detectar si el molino está con algún problema y si la malla del mismo debe ser cambiada o está rota. Así se evitan serios inconvenientes cuando el molino falla. Cuando no se detecta a tiempo una falla, la mercadería termina en el depósito mezclándose con harina en buenas condiciones y muchas veces debe ser nuevamente procesada.

El otro de los motivos de su utilidad es que aquí se puede ver el producto. En general la mercadería va por ductos cerrados y alguien con experiencia puede detectar un problema sólo con visualizarlo. Saliendo de esta zaranda pasa por un transporte a rosca o neumático que traslada la harina a las tolvas de almacenamiento.

**2.4.10.5 Tolva y Carga de Bolsones.** El último paso es el almacenamiento. Por lo general las empresas almacenan en tolvas y en bolsones. Debido a la elevada demanda y rotación de este producto en la actualidad una vez que se posee la cantidad de bolsones para llenar un camión se

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

despacha la mercadería. En el depósito se debe dejar un espacio de unos 45 cm entre la pared y los bolsones para evitar que roedores se instalen en esos lugares y para que se facilite la visualización y la limpieza.

El otro factor relevante es la restricción del SENASA con respecto al traslado. Hace algunos años los envíos de esta harina se realizaban a granel y tenían algunas ventajas como: ahorro en material de empaque y pallets, menor tiempo de descarga, reduce el movimiento del material con autoelevadores, seguridad para los operadores que hoy deben cortar los bolsones para descargar la mercadería. Hoy con la restricción de que la harina debe estar envasada y rotulada se generaron algunos costos considerados por muchos innecesarios. Otro requisito, pero esta vez de las empresas compradoras, es que los pallets deben ser nuevos ya que contienen alimento.

**2.4.10.6 Proceso de hidrólisis de plumas.** Las plumas se secan durante 48 horas y se pican finamente. Posteriormente, son llevadas al hidrolizador a 130°C y a una presión de 3,5 bar durante 60 minutos. Luego se extraen a 30°C durante 3 horas hasta quitarles toda la humedad posible. De esta forma, a las plumas le quedan niveles muy bajos de humedad ( $\pm 15\%$ ). No obstante, durante su manipuleo el material absorbe la humedad ambiental.



Figura 12. Proceso de vísceras.

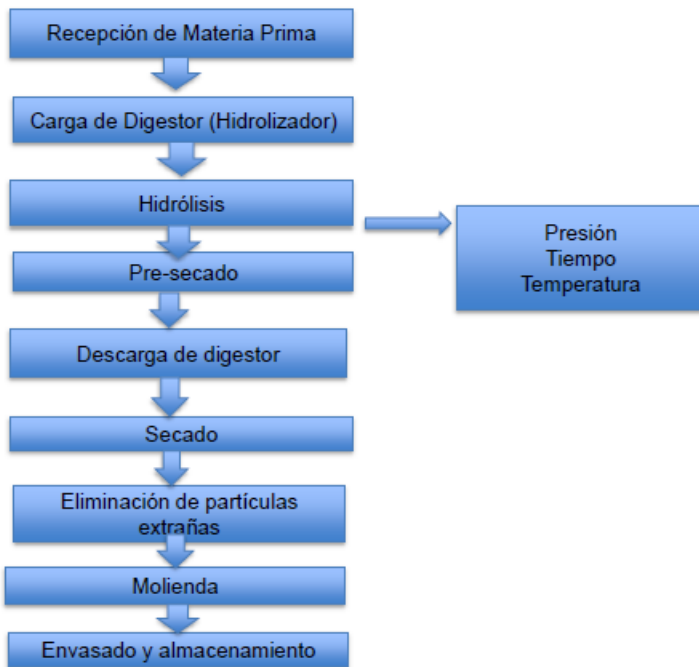


Figura 13. Proceso de plumas.

**2.4.11 Otras consideraciones.** Hay otros puntos importantes que por la característica de esta industria deben ser tratados cuidadosamente.

**2.4.11.1 Tratamiento de olores.** Los frigoríficos y la industria de rendering tienen serios problemas con el tratamiento de olores. Si la planta está localizada en las cercanías de un barrio residencial se debe poner más énfasis aún sobre estas cuestiones. Se deben tratar los gases y evitar la putrefacción de las vísceras crudas. Algunos métodos son más costosos que otros pero a su vez son más limpios para el medio ambiente. Abajo se enumeran tres opciones de las más comunes para resolver este tema.

- a) Lavado del aire: Esta tecnología es la más utilizada en Argentina y es muy efectiva. Se hace pasar el aire por una solución acuosa que retiene los olores. Luego el agua es tratada junto con los efluentes.
- b) Incineración de los olores: La incineración logra la destrucción más completa de los olores. Los oxidantes térmicos, con o sin recuperación del calor residual son extremadamente efectivos en eliminar los olores. Los costos son sustanciales, pero se pueden justificar si hay un alto volumen de compuestos orgánicos volátiles.
- c) Biofiltros: Los biofiltros son uno de los medios más efectivos de eliminar los olores relacionados con el reciclaje de subproductos de origen animal. Los biofiltros bien diseñados deben incluir un buen sistema de humidificación del aire. Los filtros retienen los olores y deben ser cambiados regularmente.

**2.4.11.2 Tratamiento de efluentes.** Se recomienda que el tratamiento de efluentes para este tipo de industria siga una serie de etapas.



- a) Tratamiento primario: para remover los sólidos gruesos, suspensos y sedimentables, principalmente por la acción físico-mecánica. Se usan generalmente los siguientes pasos:
- i. Barras y rejas, para remover los sólidos gruesos.
  - ii. Cajas de extracción de grasa (con o sin aeración) y/o flotadores, para remover la grasa y otros sólidos en suspensión. El efluente entra por un extremo y con unas paletas y aire se va extrayendo la grasa sólida.
  - iii. Sedimentadores y tamices (estáticos, rotativos o vibratorios)
  - iv. Flotadores DAF (aire disuelto o con electroflotación), así se elevan las partículas emulsionadas y se retiran.
- b) Ecualizador: se realiza en un tanque con entrada y salida de volumen constante y definido. Se debe tener cuidado para evitar que haya sedimentación y para ello se agregan unos mezcladores. Actúa como un tampón químico (búfer) y atenúa los picos de descarga. Esto mejora la eficiencia del proceso.
- c) Tratamiento secundario: se utiliza para remover sólidos coloidales, disueltos y emulsionados. Aquí se utiliza la acción biológica debido a la característica biodegradable del fluido que sale del ecualizador. En esta etapa se realizan lagunas de estabilización, especialmente anaeróbicas. Los procesos aeróbicos utilizados son varios pero entre ellos se puede encontrar: proceso aeróbico de lámina (filtros biológicos o biodiscos) y proceso aeróbico de biomasa (lodos activados de aireación prolongada). También es posible utilizar lagunas fotosintéticas seguidas de un tratamiento aeróbico.
- d) Tratamiento terciario: (depende de si es necesario por la regulación local o no). Se usa para terminar de limpiar los efluentes líquidos que vienen del tratamiento secundario. Se busca remover los sólidos restantes, los nutrientes que contienen nitrógeno y fósforo y los organismos patogénicos. Se pueden usar filtros biológicos y sistemas físico-químicos.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## **2.5 Conclusiones: Diagnóstico de la situación**

### **2.5.1 La evolución:**

#### **2.5.1.1 Mundial:**

- La carne que más se consume en el mundo es la porcina (más de 110 millones de ton).
- La tercera carne más consumida en el mundo es la avícola (más de 90 millones de ton).
- La producción mundial de carne vacuna es la cuarta en importancia (más de 60 millones de ton).
- La producción mundial de aves se incrementó en los últimos 2 años en 2 a 3 %.

#### **2.5.1.2 Nacional:**

- La producción argentina de aves se incrementó en los últimos 2 años en 5% (Superior al ritmo mundial).
- El sexto lugar de exportaciones de subproductos avícolas a nivel mundial lo ocupa Argentina.
- Las exportaciones anuales de carne aviar superan las 200 mil ton.
- El consumo local de carne de aves es de 45 kg anuales por persona.
- El sector factura anualmente por valor de u\$ 3.000 millones.
- La avicultura se radica mayoritariamente en Entre Ríos (50%) y Buenos Aires (37%).

### **2.5.2 Las perspectivas:**

#### **2.5.2.1 Los alimentos:**

- La demanda de alimentos crecerá en forma exponencial.
- Los países con más alto poder adquisitivo consumirán alimentos más elaborados.
- Los países en desarrollo incrementarán sus consumos de productos cárnicos.
- Se incrementará la demanda de productos de calidad diferenciada.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

#### ***2.5.2.2 Las áreas de producción:***

- Asia, Europa Oriental, Brasil y Argentina presentan el mayor potencial de crecimiento en materia de producción de alimentos.

#### ***2.5.2.3 La economía:***

- Continuará la globalización.
- Los macromercados afianzarán sus posiciones.
- Se incrementará la concentración de capitales.
- Las empresas perderán especificidad integrando todas las cadenas de producción.
- Se incrementará la tercerización de los servicios a empresas y a consumidores.

#### ***2.5.2.4 El mercado:***

- Aumentarán las demandas de productos con valor agregado.
- Aumentará la demanda por carne de aves (Primer acceso a proteínas no vegetales).
- Se incrementarán las oportunidades comerciales para alimentos certificados.
- La demanda de granos para la producción de aves se incrementará.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

### Capítulo 3

#### Marco teórico: fundamentos de distribución de vapor

Básicamente hay dos tipos de energía convencional que se utilizan en el sector industrial, por un lado energía eléctrica y por el otro lado energía térmica, ésta última en forma de agua caliente, aire caliente o vapor de agua.

El vapor de agua en la industria es un producto muy utilizado por sus características energéticas, dado que en una unidad pequeña tenemos gran contenido energético, ahora bien, los costes de producción y distribución en las naves de producción son elevados.

Por ello, los responsables técnicos o gerenciales han de poner mucha atención en su producción, en su transporte hasta los puntos de consumo y en su utilización, con objeto de que su utilización sea lo más eficaz y eficiente posible.

#### 3.1 Características del empleo de vapor

La generalización de su empleo está basada en un conjunto de características singulares que le convierten en prácticamente insustituible.

De entre las características que lo sitúan en el lugar que ocupa cabe destacar las siguientes: Materia prima barata y de elevada disponibilidad, amplio rango de temperaturas de empleo, ininflamable y no tóxico, fácilmente transportable por tubería, elevado calor de condensación, elevado calor específico, temperatura de condensación fácilmente regulable.

El vapor de agua constituye el fluido energético ideal para aplicación en el campo industrial. La razón fundamental es la necesidad que tiene la industria de emplear fuentes de calor a muy diversos niveles de temperatura.

El vapor empleado como fluido energético se caracteriza por ser capaz de transportar energía entre dos puntos en forma de entalpía<sup>3</sup>. En una instalación de vapor se producen cambios energéticos caracterizados por sus correspondientes ganancias y pérdidas entálpicas.

## **3.2 Los estados del vapor**

**3.2.1 Vapor húmedo.** Esta es la forma más común de vapor que se pueda experimentar en plantas. Cuando el vapor se genera utilizando una caldera, generalmente contiene humedad proveniente de las partículas de agua no vaporizadas las cuales son arrastradas hacia las líneas de distribución de vapor. Incluso las mejores calderas pueden descargar vapor conteniendo de un 3% a un 5% de humedad. Al momento en el que el agua se aproxima a un estado de saturación y comienza a evaporarse, normalmente, una pequeña porción de agua generalmente en la forma de gotas, es arrastrada en el flujo de vapor y arrastrada a los puntos de distribución. Este es uno de los puntos claves del por qué la separación es usada para remover el condensado de la línea de distribución.

---

<sup>3</sup> La entalpía es la cantidad de energía contenida en una sustancia. Representa una medida termodinámica, la variación de esta medida muestra la cantidad de energía atraída o cedida por un sistema termodinámico, es decir, la proporción de energía que un sistema transfiere a su entorno. El término entalpía se deriva del griego “enthalpos” que significa calentar. La entalpía suele manejarse dentro del contexto termodinámico para referirse a la cantidad de energía que se encuentra en movimiento al producirse una presión constante sobre un objeto material.

**3.2.2 Vapor seco.** Es el vapor a temperatura de ebullición que no tiene partículas de agua en suspensión. Se aumenta la temperatura y hasta tener solo la fase gaseosa. De calidad ideal.

**3.2.3 Vapor sobrecalentado.** El vapor sobrecalentado se crea por el sobrecalentamiento del vapor saturado o húmedo para alcanzar un punto mayor al de saturación. Esto quiere decir que es un vapor que contiene mayor temperatura y menor densidad que el vapor saturado en una misma presión. El vapor sobrecalentado es usado principalmente para el movimiento-impulso de aplicaciones como lo son las turbinas, y normalmente no es usado para las aplicaciones de transferencia de calor.

### **3.3 Distribución del vapor**

El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la fuente generadora del vapor y el usuario. La fuente generadora del vapor puede ser una caldera o una planta de cogeneración. Ésta debe proporcionar vapor de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requeridas, y debe realizarlo con las mínimas pérdidas de calor y atenciones de mantenimiento.

Este proyecto contempla la distribución de vapor saturado seco como un transporte de energía calorífica al lugar de utilización, para aplicaciones de intercambio de calor o de calefacción de espacios y cubre los temas relacionados con la puesta en práctica de un sistema eficiente de distribución de vapor.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

### 3.4 Fundamentos de los sistemas de vapor

El flujo de vapor en un circuito es debido a la condensación del vapor, que provoca una caída de presión. Esto induce el flujo del vapor a través de las tuberías.

El vapor generado en la caldera debe ser conducido a través de las tuberías hasta el punto en que se requiere esta energía calorífica. Inicialmente habrá una o más tuberías principales que transporten el vapor de la caldera en la dirección de la planta de utilización del vapor. Otras tuberías derivadas de las primeras pueden transportar el vapor a los equipos individuales. Cuando la válvula de salida de la caldera está abierta, el vapor pasa inmediatamente de la caldera a las tuberías principales. La tubería está inicialmente fría y, por tanto, el vapor le transfiere calor. El aire que rodea las tuberías está más frío que el vapor y en consecuencia, la tubería transfiere calor al aire. Como el vapor fluye hacia un medio más frío, comenzará a condensar inmediatamente.

En la puesta en marcha del sistema, la cantidad de condensado será la mayor, debido a que el vapor se utiliza para el calentamiento de la tubería fría, a esto se le conoce como “carga de puesta en marcha”. Cuando la tubería se haya calentado, aún habrá condensación, ya que la tubería seguirá cediendo calor al aire que la rodea, esto se conoce por “carga de funcionamiento”.

El condensado que resulta, va a parar a la parte inferior de la tubería y es arrastrado a lo largo de ésta por el flujo de vapor y por la gravedad, debido al gradiente en la conducción de

vapor que normalmente disminuirá en la dirección del flujo de vapor. Deberá entonces purgarse el condensado de los puntos bajos de la tubería de distribución.

Cuando la válvula de la tubería de vapor que alimenta a un equipo de la planta está abierta, el flujo de vapor que proviene del sistema de distribución entra a la planta y de nuevo entra en contacto con superficies más frías. Entonces el vapor cede su energía para calentar el equipo (carga de puesta en marcha) y continúa transfiriendo calor al proceso (carga de funcionamiento) y condensando en agua (condensado).

En este momento hay un flujo continuo de vapor desde la caldera para satisfacer la carga conectada y para mantener este suministro deberá generarse más vapor. Para hacerlo, será necesario alimentar la caldera con más combustible y bombear más agua a su interior para reemplazar el agua que ha sido evaporada.

El condensado formado tanto en la tubería de distribución como en los equipos de proceso, es agua ya caliente y preparada para la alimentación de la caldera. Aunque es importante evacuar el condensado del espacio del vapor, se trata de un elemento demasiado valioso como para permitirnos desaprovecharlo. El circuito de vapor básico debe completarse con el retorno del condensado al tanque de alimentación de la caldera, siempre que sea factible.



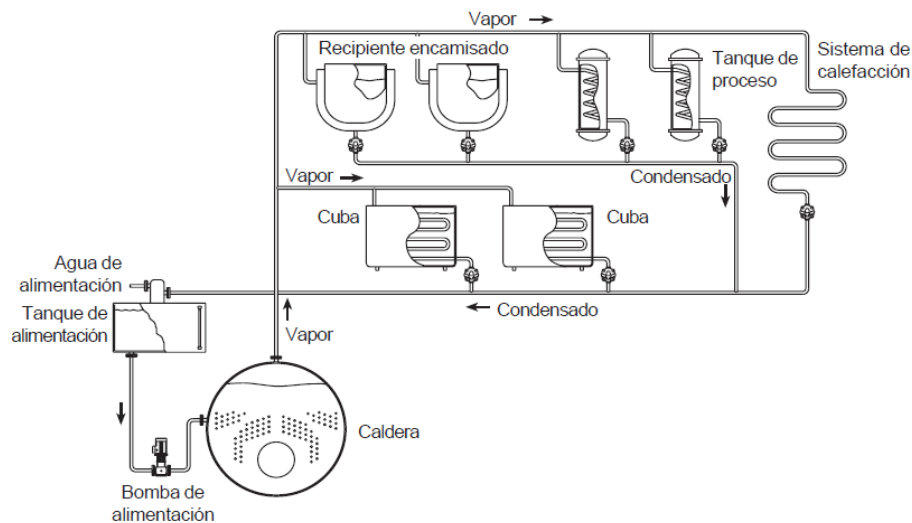


Figura 14. Circuito de vapor típico.

### 3.5 Presión de trabajo

La presión a la que el vapor debe distribuirse está parcialmente determinada por el equipo de la planta que requiere una mayor presión.

Debe recordarse que el vapor perderá una parte de su presión al pasar por la tubería, a causa de la resistencia de la tubería al paso del fluido, y a la condensación por la cesión de calor a la tubería. Deberá tenerse en cuenta este margen a la hora de decidir la presión inicial de distribución.

Para resumir estos puntos, cuando se seleccione la presión de trabajo, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Presión requerida en el punto de utilización.
- Caída de presión a lo largo de la tubería debida a la resistencia al paso del fluido.
- Pérdidas de calor en la tubería.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

El vapor a alta presión ocupa menos volumen por kilogramo que el vapor a baja presión. Por tanto, si el vapor se genera en la caldera a una presión muy superior a la requerida por su aplicación, y se distribuye a esta presión superior, el tamaño de las tuberías de distribución será mucho menor para cualquier caudal.

La generación y distribución de vapor a una presión elevada tendrá las siguientes ventajas:

- Se requieren tuberías de distribución de vapor de menor diámetro. Al tener una superficie de intercambio menor, las pérdidas de calor (energía) serán menores.
- Menor coste de las líneas de distribución, en materiales como tuberías, bridas, soportes, y mano de obra.
- Menor coste del aislamiento.
- Vapor más seco en el punto de utilización, debido al efecto de aumento de fracción seca que tiene lugar en cualquier reducción de presión.
- La capacidad de almacenamiento térmico de la caldera aumenta y ayuda a soportar de forma más eficiente las fluctuaciones de carga, reduciendo el riesgo de arrastres de agua y de impurezas con el vapor a condiciones máximas.

Si se distribuye a altas presiones, será necesario reducir la presión de vapor en cada zona o punto de utilización del sistema, con el fin de que se ajuste a lo que la aplicación requiere.

Al elevar la presión del vapor, los costes serán más altos también, pues ello requiere más combustible. Siempre es prudente comparar los costes que representa elevar la presión del vapor

a la máxima presión necesaria (quizás la máxima presión del equipo), con cada uno de los beneficios potenciales mencionados anteriormente.

Puede ser tentador hacer funcionar la caldera a una presión inferior, pero debemos entender que puede no ser posible obtener la presión deseada sin detrimento de la calidad del vapor.

### 3.6 Reducción de presión

El método más común de reducir la presión es la utilización de una estación reductora de presión, similar a la que se muestra en la figura siguiente:

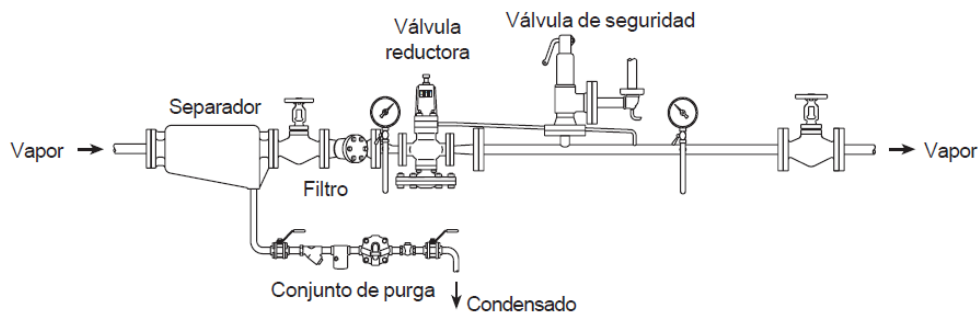


Figura 15. Estación reductora de presión.

Antes de la válvula reductora se utiliza un separador para eliminar el agua que arrastra el vapor que entra, permitiendo que sólo el vapor seco saturado pase a través de la válvula reductora.

Si se utiliza una válvula reductora de presión, es apropiado montar una válvula de seguridad aguas abajo para proteger el equipo. Si la válvula reductora fallase, produciéndose un

aumento de presión aguas abajo, el equipo resultaría dañado, e incluso podrían ocurrir daños personales. Con una válvula de seguridad instalada, cualquier exceso de presión será descargado a través de la válvula, evitando que se produzcan desperfectos.

Otros elementos que constituyen una estación reductora de presión son:

- La primera válvula de aislamiento: para cerrar el sistema y poder realizar tareas de mantenimiento.
- El primer manómetro: para ver la presión de alimentación.
- El filtro: para mantener limpio el sistema.
- El segundo manómetro: para ajustar y ver la presión aguas abajo.
- La segunda válvula de aislamiento: para establecer la presión aguas abajo en condiciones sin carga.

### 3.7 Dimensionamiento de cañerías

Las tuberías se pueden seleccionar basándose en una de las dos características: *velocidad del fluido y caída de presión*. En cada caso es sensato realizar la comprobación utilizando el método alternativo, para asegurar que no se exceden los límites.

*Sobredimensionar* las tuberías significa que:

- Las tuberías serán más caras de lo necesario.
- Se formará un mayor volumen de condensado a causa de las mayores pérdidas de calor.
- La calidad de vapor y posterior entrega de calor será más pobre, debida al mayor volumen de condensado que se forma.
- Los costes de instalación serán mayores.

*Subdimensionar* las tuberías significa que:

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

- La velocidad del vapor y la caída de presión serán mayores, generando una presión inferior a la que se requiere en el punto de utilización.
- El volumen de vapor será insuficiente en el punto de utilización.
- Habrá un mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos, a causa del aumento de velocidad.

**3.7.1 Estándares y espesores de tuberías.** Probablemente el estándar de tuberías más común sea el derivado del American Petroleum Institute (API), donde las tuberías se clasifican según el espesor de pared de tubería, llamado Schedule.

Estos Schedule están relacionados con la presión nominal de la tubería, y son un total de once, comenzando por 5 y seguido de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, hasta el Schedule 160. Para tuberías de diámetro nominal 150 mm y menores, el Schedule 40 (denominado a veces 'standard weight'), es el más ligero de los especificados. Sólo los Schedule 40 y 80 cubren la gama completa de medidas nominales desde 15 mm hasta 600 mm y son los Schedule utilizados más comúnmente para instalaciones de tuberías de vapor.

**3.7.2 Dimensionamiento de cañerías según la velocidad del vapor.** Si se dimensiona la tubería en función de la velocidad, entonces los cálculos se basan en el volumen de vapor que se transporta con relación a la sección de la tubería.

Para tuberías de distribución de vapor saturado seco, la experiencia demuestra que son razonables las velocidades entre 25 - 40 m/s, pero deben considerarse como el máximo sobre la cual aparecen el ruido y la erosión, particularmente si el vapor es húmedo. Incluso estas

velocidades pueden ser altas en cuanto a sus efectos sobre la caída de presión. En líneas de suministro de longitudes considerables, es frecuentemente necesario restringir las velocidades a 15 m/s si se quieren evitar grandes caídas de presión.

Alternativamente puede calcularse el tamaño de tubería siguiendo el proceso matemático:

$$\text{Sección} = \frac{\text{Caudal volumétrico}}{\text{Velocidad del flujo}}$$

$$\frac{\pi x D^2}{4} = \frac{C}{V}$$

$$D = \sqrt{\frac{C x 4}{\pi x V}}$$

**3.7.3 Dimensionamiento según caída de presión.** A veces es esencial que la presión del vapor que alimenta un determinado equipo no caiga por debajo de un mínimo especificado, con el fin de mantener la temperatura, y de este modo asegurar que los factores de intercambio de calor de la planta mantengan las condiciones de plena carga. En estos casos, es apropiado dimensionar la tubería con el método de la ‘caída de presión’, utilizando la presión conocida en el extremo de alimentación de la tubería y la presión requerida en el punto de utilización.

Hay numerosos gráficos, tablas e incluso reglas de cálculo para relacionar la caída de presión con el tamaño de tubería. Un método que ha resultado satisfactorio, es el uso de factores de caída de presión.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

### 3.8 Líneas de distribución y purga

En cualquier tubería de vapor, parte del vapor condensará a causa de las pérdidas por radiación. Esto representa probablemente menos del 1 % de la capacidad de transporte del conducto, no obstante significa que al cabo de una hora, el conducto tendrá no sólo vapor, sino una determinada cantidad de agua y progresivamente tendrá más a medida que pase el tiempo.

Por tanto, debe preverse la purga del condensado. Si esto no se realiza de forma efectiva, aparecerán problemas de corrosión y golpe de ariete. Además, el vapor se volverá húmedo, pues éste recoge gotitas de agua, reduciendo así su potencial de transferencia de calor. Bajo condiciones extremas si se permite la acumulación de agua, la sección de tubería disponible para el paso del vapor se ve reducida, de manera que la velocidad del vapor superará los límites recomendados.

Siempre que sea posible, la tubería de distribución debe montarse con un descenso no inferior a 40 mm cada 10 m, en la dirección del flujo. Hay una buena razón para ello. Si la tubería asciende en la dirección del flujo, el condensado tratará de volver hacia abajo. Pero el flujo de vapor en sentido contrario, que puede ir a una velocidad de hasta 80 km/h, barrerá el agua hacia arriba. Esto haría extremadamente difícil la recogida del agua y su evacuación. Es más, esto facilitaría que el agua se mezclase con el vapor produciendo vapor húmedo y que hubiese golpes de ariete.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

Montando la tubería con un descenso en la dirección del flujo, tanto el vapor como el condensado, irán en la misma dirección y se pueden colocar puntos de purga en la línea para recoger y evacuar el agua.

**3.8.1 Puntos de purga.** Las ventajas de elegir el tipo de purgador más apropiado para una determinada aplicación será en vano si el condensado no puede encontrar fácilmente el camino hacia el purgador. Por esta razón debe considerarse cuidadosamente el tamaño y la situación del punto de purga.

Debe considerarse también qué le ocurre al condensado en una tubería de vapor cuando se produce una parada y todo el flujo cesa. Éste circulará en la dirección descendente de la tubería por efecto de la fuerza de la gravedad, y se acumulará en los puntos bajos del sistema. Los purgadores deberán, por tanto, montarse en esos puntos bajos.

En cualquier caso, la cantidad de condensado que se forma en una línea de gran tamaño bajo condiciones de puesta en marcha, es suficiente para hacer necesaria la instalación de puntos de purga cada 30 m a 50 m, así como en los puntos bajos del sistema.

En la figura siguiente se puede apreciar las formas correctas (2da opción) e incorrectas (1era opción) de conectar los puntos de purga:



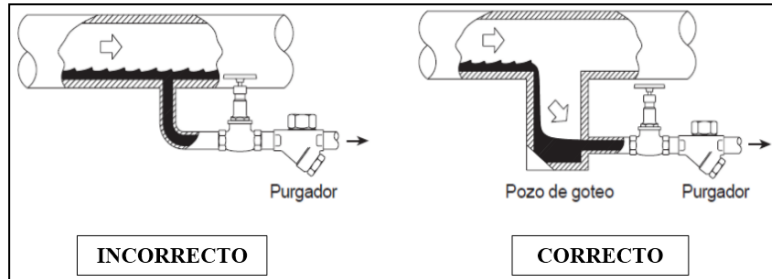


Figura 16. Conexión de puntos purga.

**3.8.2 Purga de línea.** La utilización de purgadores es el método más eficaz de drenar el condensado de un sistema de distribución de vapor.

Los purgadores usados para drenar la línea deben ser adecuados para el sistema, y tener la capacidad suficiente para evacuar la cantidad de condensado que llegue a ellos, con las presiones diferenciales presentes en cualquier momento.

El primer requerimiento es fácil de tratar; la presión máxima de trabajo en el purgador puede ser conocida, o encontrarla fácilmente. El segundo requerimiento, la cantidad de condensado que llega al purgador bajo condiciones de trabajo, cuando sólo las pérdidas de calor en la línea provocan la condensación del vapor, se puede calcular, o encontrarlo en tablas con una precisión aceptable.

Debe recordarse que los purgadores que purgan el colector de caldera, pueden ser necesarios para descargar el agua arrastrada con el vapor desde la caldera.

Una capacidad total de hasta el 10% de la capacidad nominal de la caldera es razonable. En el caso de los purgadores montados a lo largo de la tubería, si los puntos de purga no están

más alejados de 50 m, como se recomienda, normalmente será suficiente con la capacidad de un purgador de baja capacidad de 15 mm, para evacuar las cargas de condensado.

Sólo en aplicaciones poco comunes, de muy altas presiones (por encima de 70 bar), combinadas con tuberías de gran tamaño, serán necesarios purgadores de mayor capacidad.

Cuando las líneas de vapor se paran y se ponen en marcha con frecuencia deberá prestarse más atención. Debido que cuando más condensado se forma durante la primera parte del proceso de calentamiento, la velocidad de condensación será al menos igual a la velocidad media. No obstante, la presión en la tubería sólo será ligeramente superior a la presión atmosférica, quizás en 0,05 bares. Ello significa que la capacidad del purgador se verá consecuentemente reducida. En esos casos, en que las cargas de puesta en marcha son frecuentes, un purgador DN15 con capacidad normal será una mejor elección.

Lo expuesto pone también de relieve otra de las ventajas de los pozos de goteo de gran tamaño, que durante la puesta en marcha pueden albergar el condensado mientras la presión de vapor no es suficientemente alta como para expulsarlo a través del purgador.

**3.8.3 Selección de purgadores.** La especificación de un purgador para una línea de distribución debe considerar ciertos aspectos:

El purgador debe descargar a, o muy cerca de, la temperatura de saturación, a no ser que la tubería de enfriamiento sea larga entre el punto de purga y el purgador. Esto significa que a

menudo la elección está entre purgadores mecánicos, como los de boya o de cubeta invertida y los purgadores termodinámicos.

- Cuando las tuberías discurren por el exterior de edificios y existe la posibilidad de que las heladas causen daños, el purgador termodinámico es preeminente. Incluso si la instalación es tal que deja agua en el purgador cuando se para la línea y se produce una helada, el purgador termodinámico se descongela sin sufrir daños cuando se vuelve a poner en marcha la instalación.

- Históricamente, en instalaciones de diseño pobre, donde el golpe de ariete (descrito luego) podía ser frecuente, los purgadores de boya podían no ser ideales a causa de la susceptibilidad del flotador a ser dañado. Sin embargo, los diseños y las técnicas de fabricación contemporáneos, producen unidades extremadamente robustas para la purga de líneas. Los purgadores de boya son la primera elección para utilizar con separadores. Las altas capacidades que alcanzan fácilmente y su respuesta casi inmediata a los aumentos rápidos de caudal, son características muy apreciadas.

- Los purgadores termodinámicos son también adecuados para purgar líneas de gran diámetro y longitud, especialmente cuando el servicio es continuo. Los daños causados por las heladas son, en consecuencia, menos probables.

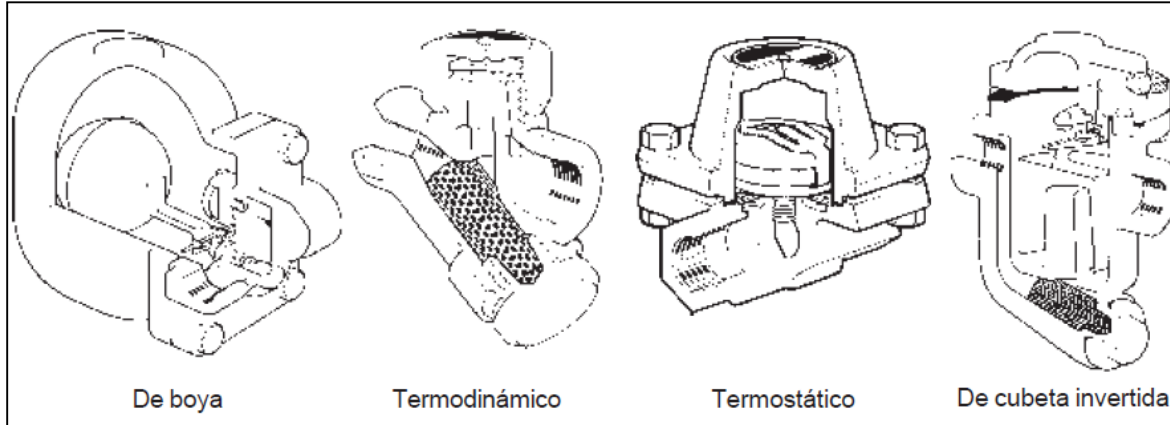


Figura 17. Tipos de purgadores.

### 3.9 Golpe de ariete

El golpe de ariete se produce cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema. Las gotitas de condensado acumuladas a lo largo de la tubería, como se muestra en la figura siguiente, con el tiempo forman una bolsa ‘sólida’ de agua que será arrastrada por la tubería a la velocidad del vapor. Estas velocidades pueden ser de 30 km/h o más. Esta bolsa de agua es densa e incompresible y, cuando viaja a una velocidad elevada, tiene una energía cinética considerable. Cuando se obstruye su paso, a causa de una ‘T’ en la tubería o una curva, la energía cinética se convierte en un golpe de presión aplicado contra el obstáculo.

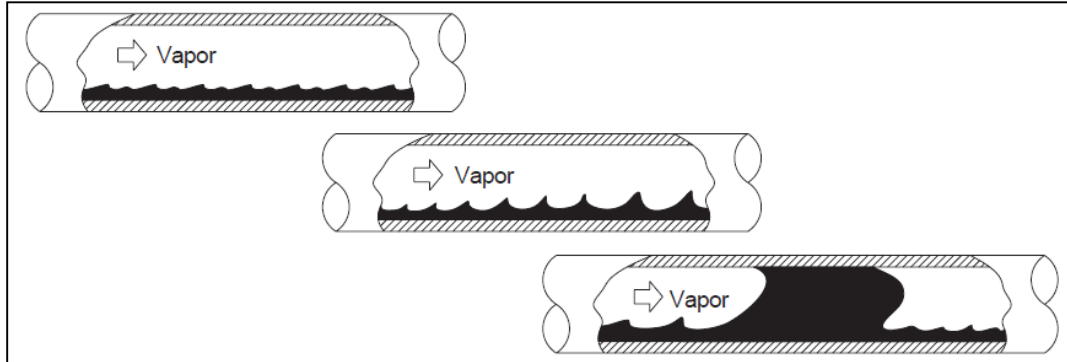


Figura 18. Golpe de ariete.

Normalmente se produce un ruido de golpe, que puede ir acompañado del movimiento de la tubería. En casos serios, los accesorios pueden incluso romperse con un efecto casi explosivo, con la consecuente pérdida de vapor vivo en la rotura, creando una situación peligrosa.

Afortunadamente, el golpe de ariete se puede evitar si se toman las medidas oportunas para que no se acumule el condensado en la tubería. Resumidamente, para minimizar las posibilidades de golpe de ariete:

- Las líneas de vapor deben montarse con una inclinación descendente en la dirección del flujo, con puntos de purga instalados a intervalos regulares y en los puntos bajos.
- Deben montarse válvulas de retención después de los purgadores, ya que de otro modo se permitiría que el condensado se introdujera de nuevo en la línea de vapor.
- Las válvulas de aislamiento deben abrirse lentamente para permitir que el condensado que haya en el sistema pueda fluir sin brusquedades hacia y a través de los purgadores, antes de que el vapor a gran velocidad lo arrastre. Esto es especialmente importante en la puesta en marcha.

### 3.10 Conexión de derivaciones

Las derivaciones transportarán el vapor más seco siempre que las conexiones tomen el vapor de la parte superior de la tubería principal. Si la toma es lateral, o peor aún, de la parte inferior, transportarán el condensado, comportándose como un pozo de goteo. El resultado de esto es un vapor muy húmedo que llega a los equipos. La válvula debe instalarse tan cerca como sea posible de la derivación para evitar que el condensado se deposite en el ramal si se producen largas paradas del sistema.

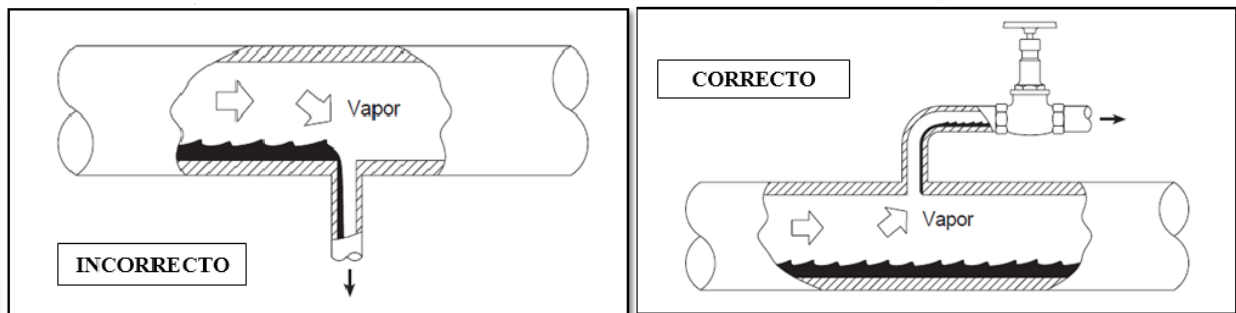


Figura 19. Conexión de derivaciones.

### 3.11 Separadores de gotas

Los separadores deben seleccionarse basándose en el mejor compromiso entre el tamaño de la línea, velocidad y caída de presión para cada aplicación.

Tan pronto como el vapor sale de la caldera, parte de éste condensa para reponer el calor perdido a través de la pared de la tubería. El aislamiento reducirá naturalmente las pérdidas de calor, pero el flujo de calor y el grado de condensación disminuyen hasta cierto límite, y si no se toman acciones apropiadas, estas cantidades se acumularán. El condensado formará gotitas en la

pared interior de la tubería, que se unirán formando una película al ser barridas por el flujo de vapor.

El agua también irá a parar a la parte inferior de la tubería por efecto de la gravedad, y por lo tanto, el espesor de la película será mayor allí. Al pasar el vapor sobre la película de agua, se pueden levantar ondulaciones que lleguen a formar olas. Si esta acumulación continúa, las crestas de las olas se romperán, lanzando gotas de condensado sobre el flujo de vapor. El resultado es que el equipo de intercambio de calor recibe un vapor muy húmedo, que reduce el rendimiento de transmisión de calor y la vida útil de las válvulas de control. Cualquier cosa que reduzca la propensión al vapor húmedo en líneas principales o derivaciones será beneficiosa.

Un separador evacuará tanto las gotitas de agua de las paredes de la tubería como la humedad suspendida en el vapor. La presencia y efecto del golpe de ariete puede erradicarse montando un separador en la tubería principal de vapor y con frecuencia será una alternativa más económica que alterar la tubería para vencer este fenómeno.

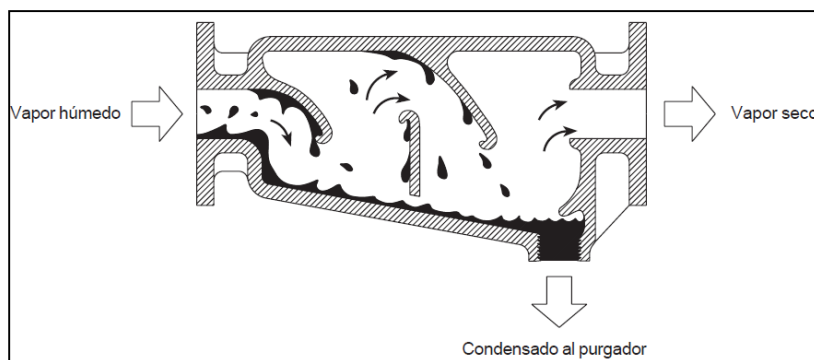


Figura 20. Sección de un separador de gotas.

### 3.12 Filtros

Cuando se instala una tubería nueva, no es raro que queden fragmentos de arena de fundición, del embalaje, del ensamblado, virutas, varillas de soldar, e incluso tornillos o tuercas que hayan quedado dentro. En el caso de tuberías viejas, habrá óxido y en zonas de aguas duras, depósitos de carbonatos. De vez en cuando, algunas partes se romperán, soltarán y pasarán a la tubería con el vapor, para acabar en el interior de algún equipo, pudiendo atascarlo, dejándolo abierto o cerrado. Los equipos de vapor pueden también sufrir daños permanentes al rayarse, que es la acción cortante del vapor y el agua pasando a gran velocidad a través de una válvula parcialmente abierta. Cuando una válvula se ha rayado, no volverá a procurar un cierre estanco, aunque se elimine la suciedad de ella.

Por lo tanto, es sensato montar un simple filtro en la tubería delante de cada purgador, aparato de medida, válvula reductora y válvula de control.

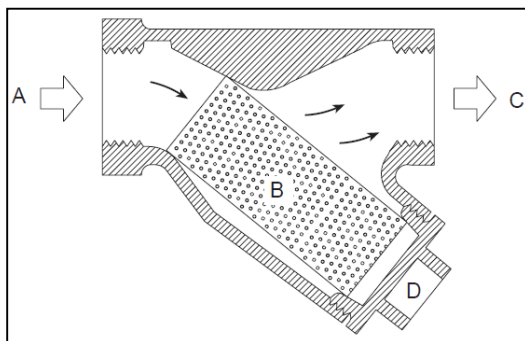


Figura 21. Sección de un filtro.

El vapor fluye desde la entrada ‘A’, a través del tamiz perforado ‘B’ hacia la salida ‘C’. Mientras que el vapor y el agua pasarán con facilidad a través del tamiz, la suciedad quedará



retenida. Se puede quitar el tapón ‘D’, para retirar el tamiz y limpiarlo regularmente. También es posible montar una válvula de purga en el tapón ‘D’ para facilitar una limpieza regular.

Los filtros, sin embargo, pueden ser una fuente de problemas de golpe de ariete. Para evitar esto, cuando forman parte de una línea de vapor, los filtros deben montarse con la cesta en posición horizontal.

### **3.13 Colector de vapor**

También llamado cabezal, es básicamente una tubería de distribución de vapor, porque recibe vapor de una o varias calderas al mismo tiempo. Por lo general es una tubería horizontal a la que se le alimenta de vapor por la parte superior y ésta a su vez alimenta a las tuberías principales.

El colector de vapor es llamado así ya que éste recibe el vapor a distribuir por toda la red y el mismo lo entrega a la red principal.

Cumple funciones además de un tanque de vapor, porque ayuda a mantener reservas además de mantener una presión continua, en donde los descensos de presión en la red son absorbidos en gran parte por el colector.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## Capítulo 4

### Análisis de prefactibilidad técnica y económica

#### 4.1 Objetivo del análisis

Este análisis de viabilidad debe intentar simular con el máximo de precisión lo que le sucedería al proyecto si fuese implementado. De esta forma, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por lo tanto, que pueden evaluarse. Entonces, el objetivo de la prefactibilidad es evaluar la viabilidad del proyecto de inversión. Es decir, la posibilidad de llevarlo a cabo técnicamente, teniendo por objeto proveer información para cuantificar y justificar el monto de las inversiones. Por otro lado se analizan los beneficios económicos para determinar luego los costos aproximados que demandarían la puesta en marcha del proyecto. Por lo tanto, del resultado de este capítulo, se conocerá la conveniencia de seguir adelante, invirtiendo fondos y tiempo en el presente proyecto.

#### 4.2 Prefactibilidad técnica

**4.2.1 Planteo de la situación o problemática.** En la sala de calderas de la planta se cuenta con 2 calderas: una de marca Fontanet, con una producción máxima de 10 ton/h a una presión máxima de diseño de 10 bar; y otra de marca Gonella con una producción máxima de 5 ton/h a una presión máxima de 8 bar.

Originalmente, el máximo requerimiento de presión en la planta le correspondía a los digestores Batch (hoy de desuso) utilizados en la cocción de vísceras y plumas. Para este proceso

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

se necesitaban 7 bar para la distribución del vapor para luego reducir valores de presión, mediante válvulas reguladoras sobre las aplicaciones, a 4 bar para los digestores de vísceras y a 3 bar para los digestores de plumas.

Para abastecer este requerimiento, el proyectista que diseñó la línea de distribución de vapor, derivó la salida de cada caldera a un colector común, del cual se enviaba vapor a 7 bar a los 6 digestores de vísceras los cuales contaban con una estación reguladora de presión por digestor, y a los 3 digestores de plumas, los cuales compartían una única estación de regulación de presión.

Aguas abajo de la estación reguladora de presión de los digestores de pluma, se salía con una cañería (de 200 m de longitud) para el calentamiento de barros de la planta de tratamientos de efluentes. O sea, se salía con presión regulada (3 bar) a una aplicación que se encontraba alejada, lo que puede considerarse como un pésimo criterio de distribución de vapor debido a los problemas de dimensionamiento de cañerías y pérdidas de presión que ello conlleva.

También de forma poco criteriosa, en la cañería de salida de la caldera Fontanet, la que vinculaba la misma con el colector, se sale con una cañería de aproximadamente unos 100 m para abastecer la planta de faena en aplicaciones de: escaldadores de pollos, escaldadores de garras, tanque de calentamiento de agua de uso general, intercambiador de calor casco y tubo.

De esta última cañería hacia la planta de faena, se pinchó y se salió para otra aplicación, un tanque de calentamiento de aceite.

Más allá de algunos graves errores de concepto en la realización de la distribución vapor para los requerimientos/consumos de vapor de la planta, no se sufría de desabastecimientos y caídas de presión. Cabe destacar que la mayoría de los errores en la distribución de vapor fueron realizados mediante modificaciones de la distribución original al agregarse nuevos consumos.

Los problemas de desabastecimiento y caída de presión aparecen cuando se instalan las siguientes máquinas de procesamiento: un nuevo digestor continuo de vísceras y un hidrolizador de pluma, con el fin de reemplazar a los viejos digestores batch de vísceras y de plumas. Según el fabricante, se requiere una presión de 10 bar en el colector para el digestor continuo e hidrolizador. Además, se contemplan consumos de 3 tanques de calentamiento de aceite para comercializar.

Desde el colector anteriormente mencionado (el cual es alimentado tanto de la caldera de 10 ton/h como de la de 5 ton/h), se sale con una cañería a otro colector en el sector de la nueva planta de rendering que alimenta al digestor e hidrolizador nuevos y, a pedido del fabricante, se eleva la presión de la caldera de mayor capacidad a 9,5 bar de presión de trabajo.

Una vez modificada la presión de la caldera de mayor capacidad, ésta trabajaba sola y debía absorber todos los consumos. Como consecuencia de esta producción que supera las

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

capacidades de la caldera, se empezaron a apreciar pérdidas de presión y problemas de arrastre (mala calidad del vapor).

Una vez que se puso en marcha el digestor continuo, se observaron limitaciones en la velocidad de cocción. Si se aumentaba la velocidad de marcha, la presión del colector (y por ende la del digestor) caía a un punto donde se tenía que parar la producción. **El límite de producción rondaba los 2.500-3.000 kg/h de vísceras**, mientras que la producción máxima del digestor continuo es de 7.000 kg/h.

Con las nuevas máquinas funcionando a menos del 50 % de su potencial es difícil amortizar su inversión. Por lo que resultó imperioso y de carácter urgente, dar una solución a dicho problema. Lo primero fue identificar si la capacidad de producción de vapor podría abastecer los nuevos consumos; y lo segundo, en el caso que así fuera, cuáles serían las modificaciones necesarias para optimizar la distribución de dicha producción de vapor.

A continuación se muestra un esquema simplificado y básico de la distribución de vapor original. En la figura se muestran las aplicaciones principales de consumo de vapor y su correspondiente distribución, junto con las calderas, colector y accesorios principales (estación reguladora, válvulas, separador de gotas).

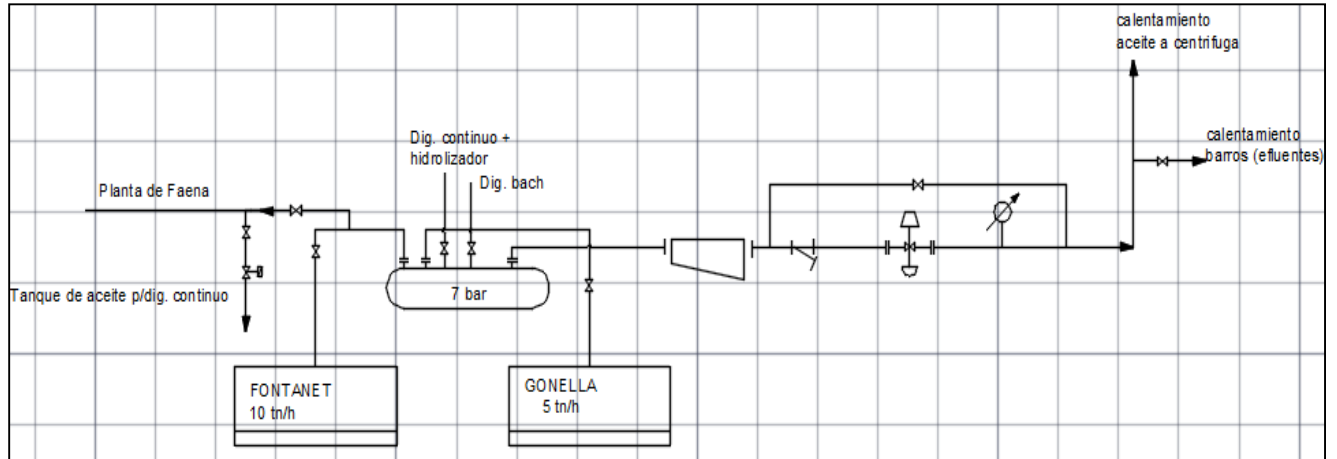


Figura 22. Distribución original de vapor.



Figura 23. Foto de la instalación original.

En la siguiente figura se muestra el esquema de los viejos digestores explicados anteriormente con sus correspondientes requerimientos de presión.

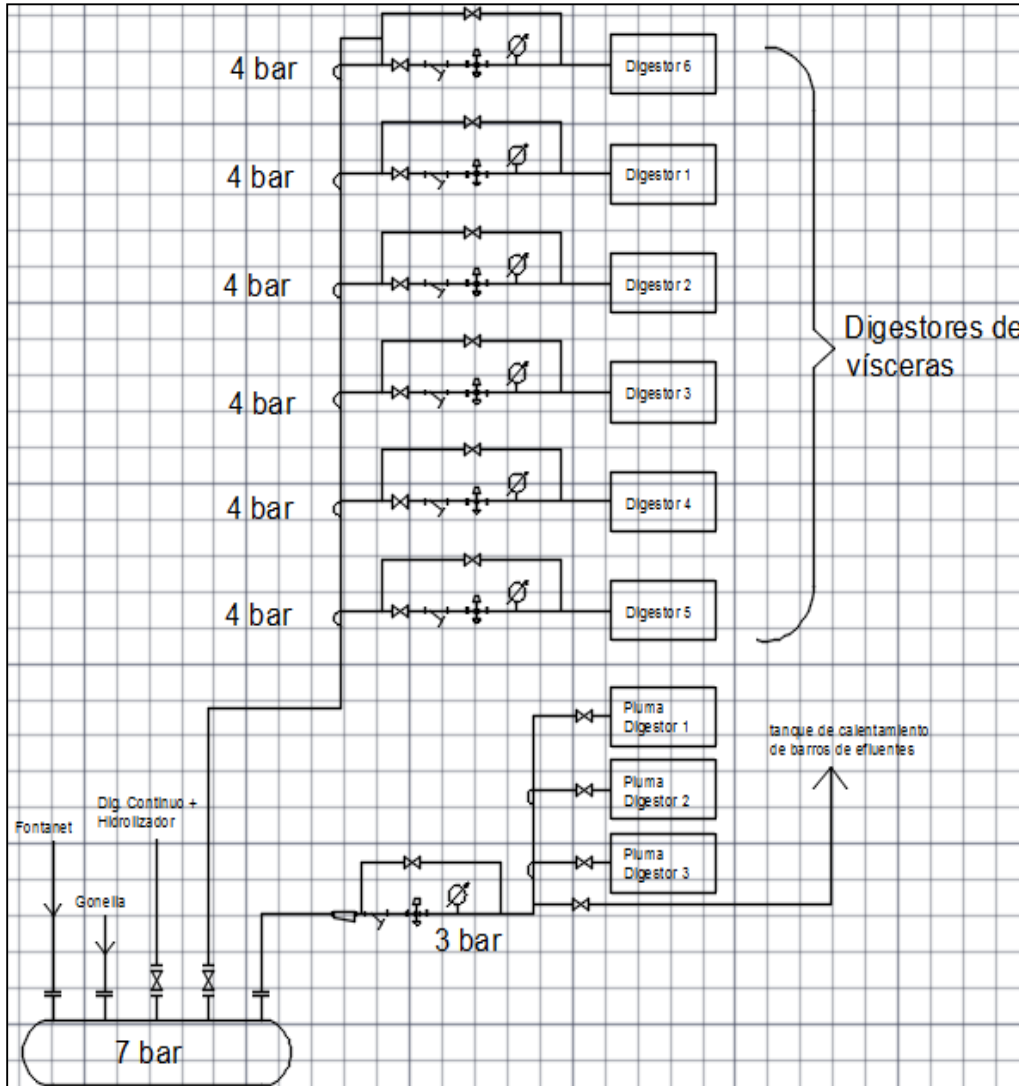


Figura 24. Distribución original de los viejos digestores.

En la siguiente figura se puede ver un esquema básico de conexión de la instalación de vapor en el sector del nuevo rendering.

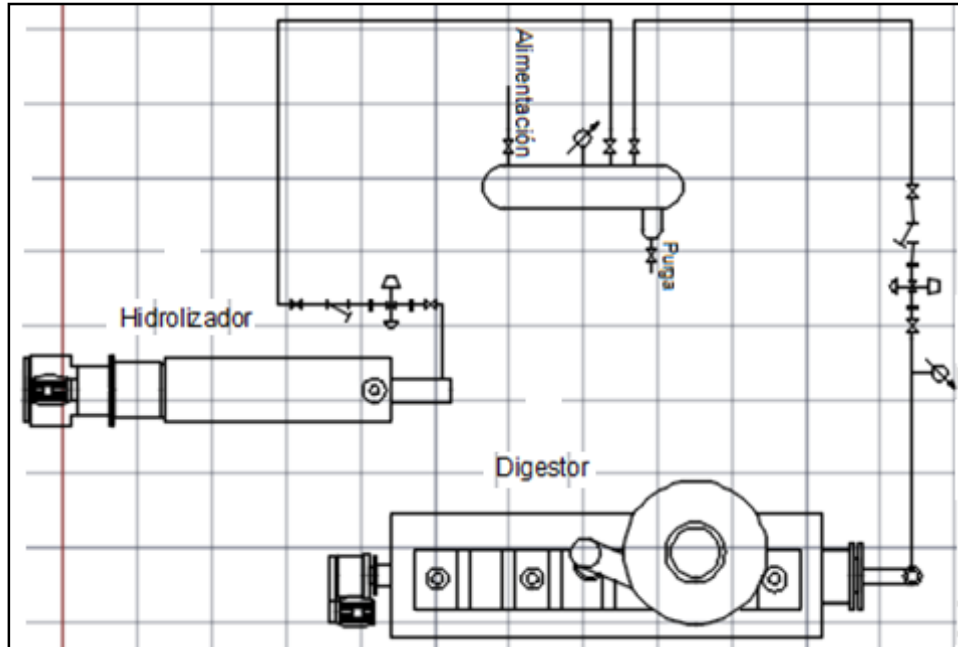


Figura 25. Esquema básico de vapor del nuevo rendering.

Para poder alimentar el colector que se ve en la figura, se dejan fuera de servicio los digestores viejos. Pero la presión está limitada por la capacidad de la caldera Gonella.

**4.2.2 Propuesta de solución a la problemática.** Una etapa previa al estudio de todo proyecto la constituye la identificación de la idea como respuesta a una necesidad que, a grandes rasgos, resulte atractiva desde el punto de vista económico, social u otro.

En nuestro caso, contamos con un problema de abastecimiento de vapor que no permite como consecuencia operar las máquinas a su capacidad nominal.

Haciendo un análisis previo de los requerimientos de consumo y presión de cada aplicación, se considera llevar a cabo una redistribución del vapor debido a que las capacidades



de las calderas son diferentes. Se separan los consumos en aplicaciones de alta presión y aplicaciones de baja presión. En el Capítulo 5: Anteproyecto, se detalla y se justifica esto.

Teniendo en cuenta que los procesos de calefacción e inyección de vapor no requieren alta presión, esto es debido a que la entalpía específica del vapor no varía demasiado con la presión, se pueden considerar a: los tanques de calentamiento de aceite, el de barro, las cuatro aplicaciones de la planta de faena; como aplicaciones de baja presión. Mientras que el digestor continuo y el hidrolizador de plumas se consideran como aplicaciones de alta presión.

En las tablas siguientes se puede apreciar lo poco que varían las propiedades del vapor a distintas presiones. La inyección de vapor es mucho más eficiente a menor presión. Dichas tablas pertenecen a una aplicación o software on-line de la firma GESTRA para calcular propiedades de vapor.

Tabla 10. Propiedades de vapor saturado con GESTRA CALCUquick.

GESTRA CALCUquick		GESTRA CALCUquick	
Saturated steam table (0.1 - 221.2 bar)		Saturated steam table (0.1 - 221.2 bar)	
Steam pressure	8,5 bar(a)	Steam pressure	10 bar(a)
Result	<b>Calculate</b>	Result	<b>Calculate</b>
Temperature	172,5 °C	Temperature	179,9 °C
Density of steam	4,36 kg/m <sup>3</sup>	Density of steam	5,15 kg/m <sup>3</sup>
Specific volume of steam	0,229 m <sup>3</sup> /kg	Specific volume of steam	0,194 m <sup>3</sup> /kg
Enthalpy of water	729,9 kJ/kg	Enthalpy of water	762,6 kJ/kg
Heat of evaporation	2 039,6 kJ/kg	Heat of evaporation	2 013,6 kJ/kg
Enthalpy of steam	2 769,5 kJ/kg	Enthalpy of steam	2 776,2 kJ/kg

La presión máxima de la caldera Gonella es de 8 bar, será la que alimentará el circuito de vapor de baja presión. Mientras que la caldera Fontanet, cuya presión máxima de trabajo es de 10 bar, abastecerá el circuito de alta presión.

Para realizar esa separación, dichas calderas no pueden alimentar el mismo colector de vapor, ya que trabajan a presiones distintas. Por lo que será necesario el diseño de un nuevo colector de vapor del cual saldrán las cañerías hacia las aplicaciones de inyección de vapor y calentamiento.

Con esta redistribución se buscará optimizar la producción en la sala de calderas, ya que la caldera de baja presión (Gonella) no quedará ociosa mientras que la caldera de mayor presión trata de abastecer todos los consumos. A su vez, en el presente proyecto se busca corregir los errores existentes en la distribución de vapor, los cuales generaban problemas de: acumulación de condensado, mal dimensionamiento y alimentaciones de cañerías extensas con vapor a baja presión (el tanque de calentamiento de barros se encontraba alimentado a una presión de 3 bar a una distancia de 200 m).

#### **4.3 Prefactibilidad económica**

Como se mencionó en el planteo de la problemática, la dirección de la empresa tomó la decisión de realizar una inversión muy importante con la adquisición de un digestor continuo de vísceras y un hidrolizador de plumas. Una vez que el proyecto de montaje concluye y se logran

poner en marcha, la capacidad de producción no aumenta debido a un desabastecimiento de vapor.

Se recuerda nuevamente que se cuenta con 40.000 kg/diarios de vísceras crudas para procesar y con 19.500 kg/diarios de plumas para procesar. Como también que se reciben vísceras de terceros por unos 30.000 kg/diarios y plumas por 30.000 kg/diarios.

Teniendo en cuenta estos valores, de un total de 70.000 kg de vísceras diarias crudas se obtiene aproximadamente 21.000 kg de harina procesada (21 bolsones o big-bags de 1.000 kg).

Con respecto a la pluma, de un total de 49.500 kg diarios, se obtiene aproximadamente 14.850 kg de harina procesada (14 o 15 bolsones o big-bags de 1.000 kg).

El digestor continuo es de una capacidad de producción nominal de 6.500 kg/h de vísceras, lo cual permitiría procesar los 70.000 kg diarios en *10,8 horas*, permitiendo la posibilidad de conseguir más vísceras de terceros para procesar. Pero debido a los problemas de desabastecimiento de vapor, la velocidad de producción ronda los 3.000 kg/h de vísceras, lo que trae como consecuencia que los 70.000 kg de materia prima se procesen en las casi 24 horas del día, con 3 turnos de trabajo de 8 horas cada uno.

A su vez, el problema de la calidad del vapor perjudica el proceso de hidrolización de la pluma, ya que la pluma hidrolizada sale con una humedad superior al 55% (valor nominal de humedad del hidrolizador), lo que ralentiza el proceso de secado en la secadora de anillos.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

Solucionar el problema de abastecimiento de vapor es fundamental para lograr un aumento sensible en la producción de forma continua y mejorar la calidad en la elaboración de todos sus productos, todo esto con mayor seguridad y eficiencia en la producción.

Este proyecto nace de la necesidad planteada. Se busca llevar la producción del digestor continuo y del hidrolizador a su velocidad nominal y con el mayor rendimiento posible. En cuanto al hidrolizador se busca conseguir un producto de mayor calidad produciendo un vapor no tan húmedo (sin tanto arrastre de la caldera). Una vez que se determina que modificar la distribución del vapor aumentaría sensiblemente el rendimiento de las nuevas máquinas, con un costo menor a la compra de una nueva caldera de mayor capacidad, se procede a llevar a cabo dicho proyecto.

Por otro lado se contribuye de forma indirecta en el cuidado y protección del medio ambiente ya que la putrefacción de los derivados de la faena se da en tiempos de 24 horas aproximadamente. Esto es lo que obliga a los frigoríficos que no procesan subproductos a enviarlos a plantas que cuenten con la tecnología y capacidad ociosa suficiente, como es el caso de este proyecto.

Se menciona que el negocio del rendering ya era rentable antes de la implementación del proyecto porque la planta cuenta con la capacidad y tecnología necesaria. Pero se concluye que con este proyecto, se elaborarán productos de mayor calidad de forma continua y que además contará con capacidad para recibir más vísceras de terceros.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## Capítulo 5

### Anteproyecto

#### 5.1 Objetivo del Anteproyecto

Este anteproyecto tiene como objetivo, que sin requerir un plazo de tiempo extenso, tomar decisiones sobre la solución a adoptar. Esto significa que, a partir de todo el estudio y análisis ya hecho de: situación o problema, entornos, mercados, marco teórico, prefactibilidades; se logre adoptar y llevar a cabo la alternativa más factible y viable.

Se comenzará realizando los cálculos técnicos necesarios que determinen las bases y conclusiones del diseño final. Luego se procede a describir equipos y maquinarias relevantes del proceso de rendering. Por último, se tiene en cuenta consideraciones finales de diseño.

#### 5.2 Cálculos técnicos pertinentes

**5.2.1 Cálculos de consumo de vapor.** La cuantificación del consumo de vapor de las diferentes aplicaciones se obtuvo mediante dos formas. Por un lado, mediante la ecuación de balance energético o de calor y con datos brindados mediante el conocimiento del proceso, en cada caso se detallará el procedimiento. Por el otro lado, el fabricante brinda los datos de las aplicaciones de mayor consumo y alta presión, que son el digestor continuo y el hidrolizador.

El orden siguiente de cálculos es indistinto.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
---	--	--

•Escaldadores de pollos:

Datos:

$$\text{Flujo másico: } \dot{m} = 9.500 \frac{\text{pollo}}{\text{h}} \times 2,5 \frac{\text{kg}}{\text{pollo}} = 23.750 \text{ kg/h}$$

$$\text{Temperatura de entrada: } T_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura de salida: } T_2 = 56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Calor específico a presión constante del pollo: } c_p = 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$\text{Presión del vapor: } p = 6,5 \text{ bar} \rightarrow \text{Entalpía del vapor: } h_{v@6.5\text{bar}} = 660,4 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

(Dichos valores de entalpía fueron obtenidos mediante tablas de vapor a ese valor de presión en cada caso utilizado)

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 23.750 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (56 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C}) = 722.000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@6.5\text{bar}}} = \frac{722.000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{660,4 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 1.093 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ vapor}$$

•Escaldadores de garras:

Datos:

$$\text{Flujo másico: } \dot{m} = 9.500 \frac{\text{pollo}}{\text{h}} \times 2,5 \frac{\text{kg}}{\text{pollo}} \times 5\% = 1.187,5 \text{ kg/h}$$

$$\text{Temperatura de entrada: } T_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura de salida: } T_2 = 62 \text{ }^\circ\text{C}$$

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
--	--	--

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$

Presión del vapor:  $p = 6,5 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@6.5bar} = 660,4 \frac{kcal}{kg}$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 1.187,5 \frac{kg}{h} \times 0,8 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \times (62^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 41.800 \frac{kcal}{kg}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@6.5bar}} = \frac{41.800 \frac{kcal}{h}}{660,4 \frac{kcal}{kg}} = 63 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

Pero al contar con *dos unidades*, el valor anterior se duplicará, pasando a valer:

$$\dot{m}_v = 126 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

• **Intercambiador de calor de tipo casco y tubo (lluvia de peladoras de pollo):**

Datos:

Flujo másico:  $\dot{m} = 30.000 \text{ kg/h}$  (30.000 lt/h acusa el caudalímetro)

Temperatura de entrada:  $T_1 = 18^{\circ}C$

Temperatura de salida:  $T_2 = 56^{\circ}C$

Calor específico a presión constante del agua:  $c_p = 1 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$

Presión del vapor:  $p = 6,5 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@6.5bar} = 660,4 \frac{kcal}{kg}$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 30.000 \frac{kg}{h} \times 1 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \times (56^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 1.140.000 \frac{kcal}{kg}$$

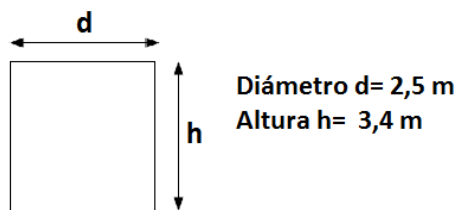
<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
---	--	--

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@6.5bar}} = \frac{1.140.000 \frac{kcal}{h}}{660,4 \frac{kcal}{kg}} = 1.727 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

•Tanque de calentamiento de barras DAF:

Datos:



Temperatura de entrada:  $T_1 = 18 \text{ °C}$

Temperatura de salida:  $T_2 = 95 \text{ °C}$

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{kcal}{kg \text{ °C}}$

Presión del vapor:  $p = 6,5 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@6.5bar} = 660,4 \frac{kcal}{kg}$

Para calcular el flujo másico se procede de la siguiente manera:

Se determina el volumen del cilindro o tanque como:

$$V = h \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 16,7 \text{ m}^3 = 16.700 \text{ lt}$$

Luego se determina el peso, siendo la densidad de  $0,8 \text{ kg/lt}$ :

$$W = V \times \delta = 16.700 \text{ lt} \times 0,8 \frac{kg}{lt} = 13.360 \text{ kg}$$

Suponiendo que se requiere calentar la masa de barras en 1 hora:

$$\dot{m} = 13.360 \text{ kg} \times \frac{1}{h} = 13.352 \text{ kg/h}$$



Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 13.352 \frac{kg}{h} \times 0,8 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \times (95^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 822.469 \frac{kcal}{kg}$$

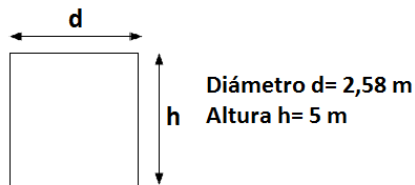
Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@6.5bar}} = \frac{822.469 \frac{kcal}{h}}{660,4 \frac{kcal}{kg}} = 1.246 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

•**Tanque 1 de calentamiento de aceite (aceite para comercializar):**

Estos tanques de aceite necesitan calefacción para facilitar la carga en el camión de transporte.

Datos:



Temperatura de entrada:  $T1 = 10^{\circ}C$

Temperatura de salida:  $T2 = 65^{\circ}C$

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$

Presión del vapor:  $p = 3 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@3bar} = 654,01 \frac{kcal}{kg}$

Para calcular el flujo másico se procede como en el caso anterior. De igual manera será para los tanques restantes:

$$\text{Volumen: } V = h \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 26,14 \text{ m}^3 = 26.140 \text{ lt}$$

Siendo la densidad del aceite de 0,8 kg/lit se obtiene, Peso:  $W = V \times \delta = 20.912 \text{ kg}$

Suponiendo que se quiere calentar la masa de aceite en 2 horas, se obtiene el flujo másico requerido:

$$\dot{m} = \frac{20.912 \text{ kg}}{2 \text{ h}} = 10.456 \text{ kg/h}$$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

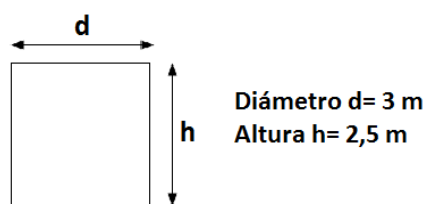
$$Q = 10.456 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (65^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 460.064 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@3\text{bar}}} = \frac{460.064 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{654,01 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 704 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ vapor}$$

•**Tanque 2 de calentamiento de aceite (aceite para comercializar):**

Datos:



Temperatura de entrada:  $T1 = 10^\circ\text{C}$

Temperatura de salida:  $T2 = 65^\circ\text{C}$

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

Presión del vapor:  $p = 3 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@3\text{bar}} = 654,01 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

Volumen:  $V = h \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 24,74 \text{ m}^3 = 24.740 \text{ lt}$

Peso:  $W = V \times \delta = 24740 \times 0,8 = 19.792 \text{ kg}$

Suponiendo que se quiere calentar la masa de aceite en 2 horas, se obtiene el flujo másico requerido:

$$\dot{m} = \frac{19.792 \text{ kg}}{2 \text{ h}} = 9.896 \text{ kg/h}$$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

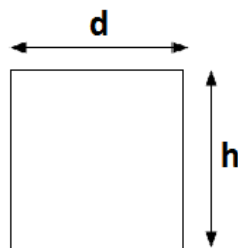
$$Q = 9.896 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (65^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 435.424 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@3bar}} = \frac{435.424 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{654,01 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 666 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ vapor}$$

•**Tanque 3 de calentamiento de aceite (aceite para comercializar):**

Datos:



**Diámetro d= 3 m**

**Altura h= 2,5 m**

Temperatura de entrada:  $T_1 = 10^\circ\text{C}$

Temperatura de salida:  $T_2 = 65^\circ\text{C}$

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

Presión del vapor:  $p = 3 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@3bar} = 654,01 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

Como se puede observar en los datos, tiene las mismas dimensiones que el tanque 2 y también se quiere calentar en 2 horas.

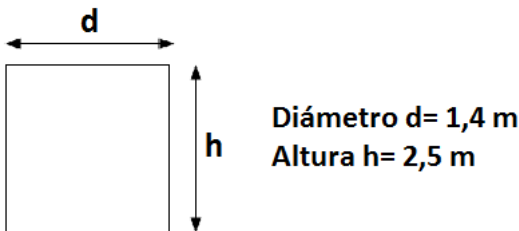
Entonces se puede concluir que su consumo de vapor, parámetro que nos interesa, será el mismo.

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@3bar}} = \frac{435.424 \frac{kcal}{h}}{654,01 \frac{kcal}{kg}} = 666 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

•Tanque aceite previo centrifuga:

Datos:



Temperatura de entrada:  $T1 = 75 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura de salida:  $T2 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$

Calor específico a presión constante del pollo:  $c_p = 0,8 \frac{kcal}{kg^\circ\text{C}}$

Presión del vapor:  $p = 3 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@3bar} = 654,01 \frac{kcal}{kg}$

Volumen:  $V = h \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,85 \text{ m}^3 = 3.850 \text{ lt}$

Peso:  $W = V \times \delta = 3.850 \times 0,8 = 3.079 \text{ kg}$

Suponiendo que se quiere calentar la masa de aceite en 15 minutos, se obtiene el flujo másico requerido:

$$\dot{m} = \frac{3.079 \text{ kg}}{0,25 \text{ h}} = 12.315 \text{ kg/h}$$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

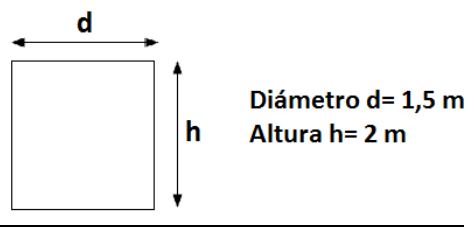
$$Q = 12.315 \frac{kg}{h} \times 0,8 \frac{kcal}{kg^\circ\text{C}} \times (95 \text{ }^\circ\text{C} - 75 \text{ }^\circ\text{C}) = 197.040 \frac{kcal}{h}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@3bar}} = \frac{197.040 \frac{kcal}{h}}{654,01 \frac{kcal}{kg}} = 302 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

•Tanque de agua caliente de uso general:

Datos:



Temperatura de entrada:  $T_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura de salida:  $T_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

Calor específico a presión constante del agua:  $c_p = 1 \frac{kcal}{kg^\circ\text{C}}$

Presión del vapor:  $p = 6,5 \text{ bar} \rightarrow$  Entalpía del vapor:  $h_{v@6,5bar} = 660,4 \frac{kcal}{kg}$

Masa de agua:  $M = 3.534 \text{ kg}$

Tiempo renovación del agua = 12 min

Entonces el flujo másico será de:

$$\dot{m} = 3.534 \text{ kg} / 0,2 \text{ h} = 17.670 \text{ kg/h}$$

Carga térmica:

$$Q = \dot{m} \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 17.670 \frac{kg}{h} \times 1 \frac{kcal}{kg^\circ\text{C}} \times (45 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C}) = 477.090 \frac{kcal}{h}$$

Consumo de vapor:

$$\dot{m}_v = \frac{Q}{h_{v@6,5bar}} = \frac{477.090 \frac{kcal}{h}}{660,4 \frac{kcal}{kg}} = 723 \frac{kg}{h} \text{ vapor}$$

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>	100
--	--	--	-----

Total consumo acumulado: 7.253 kg/h vapor

Los consumos anteriormente calculados, **nunca se dan en simultáneo todos y a la máxima velocidad**, principalmente en los tanques de aceite que nunca se calientan al mismo tiempo y es sólo por dos horas como máximo. Por ello resulta apropiado afectar a este consumo parcial por un *coeficiente de simultaneidad* de **0,65** en el que se contemple las variaciones de consumo. Dicho valor se extrae meramente desde la experiencia de distintos especialistas.

**Total consumo acumulado:**  $\dot{m}_v(acum.) = 0,65 \times 7.253[kg/h] = 4.714,45 [kg/h] vapor$

•**Digestor continuo:** Según el fabricante, el consumo *máximo* es de **6.000 kg/h** de vapor.

•**Hidrolizador:** Según el fabricante, el consumo *máximo* es de **2.400 kg/h** de vapor.

Al realizar los cálculos de los consumos, se llega a la conclusión que se supera ampliamente las 10 ton/h. También que, al modificar la presión en la caldera Fontanet y tener compartido el colector con la caldera Gonella, esta última casi no trabaja (ya que está en el corte la mayoría del tiempo).

Entonces, al haber un exceso de necesidades de producción de vapor, las cuales superan la capacidad de la caldera Fontanet, comienzan las caídas de presión y también problemas con la calidad del vapor (ya que un exceso de producción de vapor genera arrastre en la caldera).

Dichos fenómenos son perjudiciales para la cocción de las harinas. En particular, el problema de arrastre afecta muy negativamente el hidrolizado de la pluma, ya que este proceso requiere vapor de alta calidad.

El tanque de calentamiento y el casco y tubo cuentan con una automatización mediante un controlador de temperatura, sensor PT100 y electroválvula de vapor. En el caso de los tanques de calentamiento de aceite que son para despachar a los clientes (tanque nro. 2 y nro. 3), se les habilita el vapor sólo unas horas antes de la carga.

Para poder aprovechar mejor las calderas se debe separar la distribución de vapor para así trabajar a dos presiones diferentes.

Abastecimiento de consumos de alta presión: El colector actual se limitará a abastecer al digestor continuo y al hidrolizador.

Abastecimiento de consumos de baja presión: Se suma un nuevo colector de donde se va a alimentar el consumo de faena (escaldadores de pollo, de garras, casco y tubo, tanque de calentamiento de agua general), los tanques de aceite, el tanque de calentamiento de barros, el taque previo centrífuga. Es decir, el consumo restante. Este colector será alimentado con la caldera Gonella.

La distribución del vapor con la modificación quedaría de la siguiente manera:

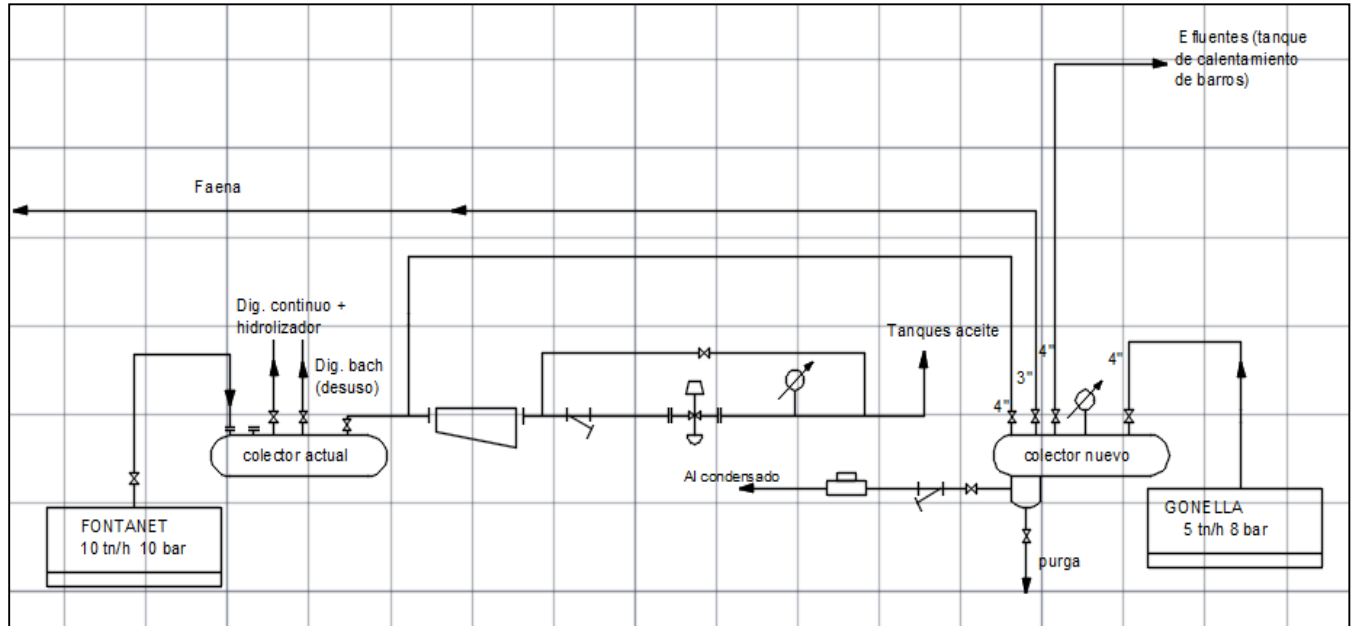


Figura 26. Instalación de vapor modificada.

En dicha figura se puede apreciar que el colector actual será alimentado por la caldera Fontanet y aguas abajo tendrá como consumo las aplicaciones de alta presión (digestor continuo e hidrolizador de plumas). El colector nuevo será alimentado por la caldera Gonella a una presión menor y aguas abajo tendrá las aplicaciones de calentamiento, las cuales no requieren altas presiones para trabajar eficientemente.

Se contempla un by pass entre ambos colectores en el caso que falle la caldera Gonella, en tal caso la caldera Fontanet abastecería todos los consumos. Para que esto sea posible, se debe bajar sensiblemente la velocidad de producción del digestor continuo.



**5.2.2 Cálculo del nuevo colector.** El nuevo colector debe soportar un caudal de vapor de 5.000 kg/h (producción de la caldera Gonella). La velocidad del vapor en un colector debe ser de 5 a 8 m/s, recomendación de la firma especialista en vapor Spirax Sarco, que también sugiere la siguiente ecuación:

$$Q = 0,283 \times \frac{V \times D^2}{d}$$

Q: caudal → en kg/h

V: velocidad → en m/s

d: volumen específico → en m<sup>3</sup>/kg

D: diámetro → en cm → este es el parámetro que se necesita obtener

Nuestros datos serán:

Q = 5.000 kg/h → caudal de producción de la caldera Gonella.

V = 8 m/s → velocidad del vapor según criterio recomendado de Spirax Sarco.

d = 0,23999 m<sup>3</sup>/kg → volumen específico del vapor a 8 bar de presión, obtenido de tablas de vapor.

Entonces, de la ecuación anterior y reemplazando valores:

$$D = \sqrt{\frac{Q \times d}{0,283 \times V}} = \sqrt{\frac{5.000 \times 0,23999}{0,283 \times 8}} = 23,022 \text{ cm}$$

Adoptamos la medida estandarizada de 10'' (10 pulgadas) → **D = 10''**

**La longitud será de 2 metros.**

Adoptando un diámetro de 10'' la velocidad del vapor en el colector queda:

$$V = \frac{5.000 \frac{kg}{h} \times 0,23999 m^3/kg}{0,283 \times 25,4^2 cm} = 6,572 m/s$$

Velocidad que cumple con la recomendación del especialista en vapor como lo es Spirax Sarco.

Las siguientes figuras muestran esquemas del colector, la primera es la recomendación de Spirax Sarco y la segunda es el diseño para nuestro caso con sus dimensiones.

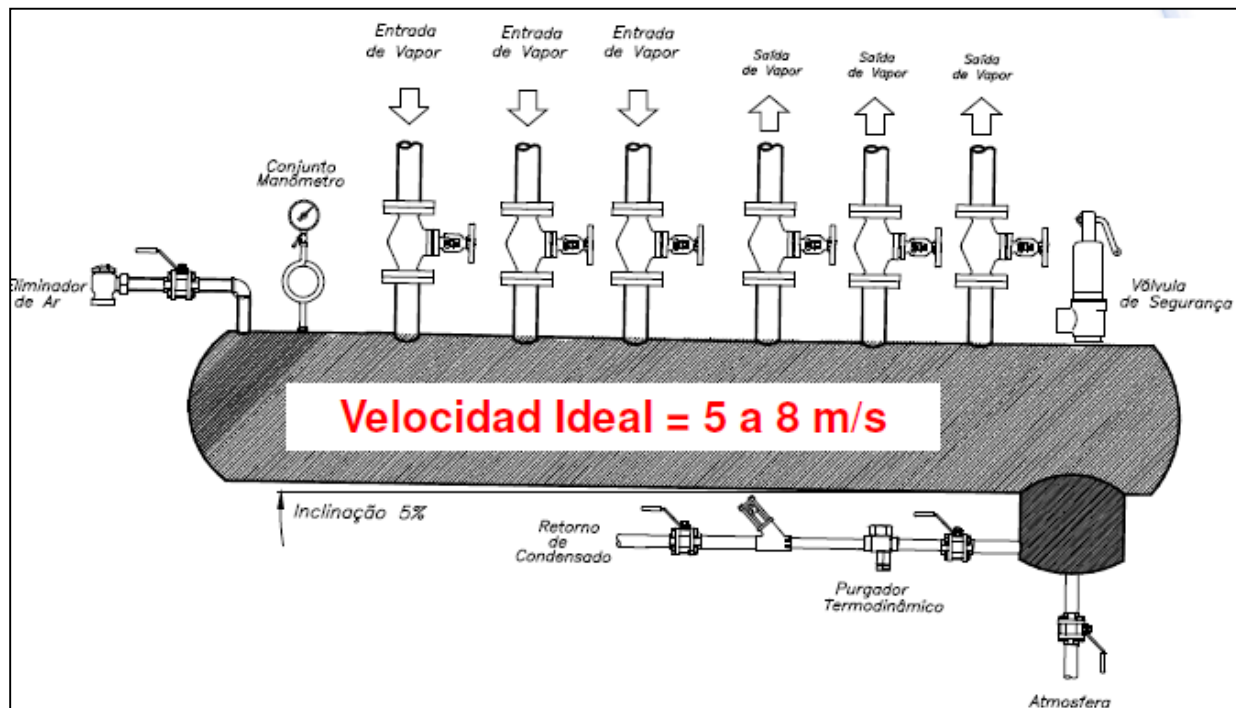


Figura 27. Esquema de un colector.

Fuente: Spirax Sarco.

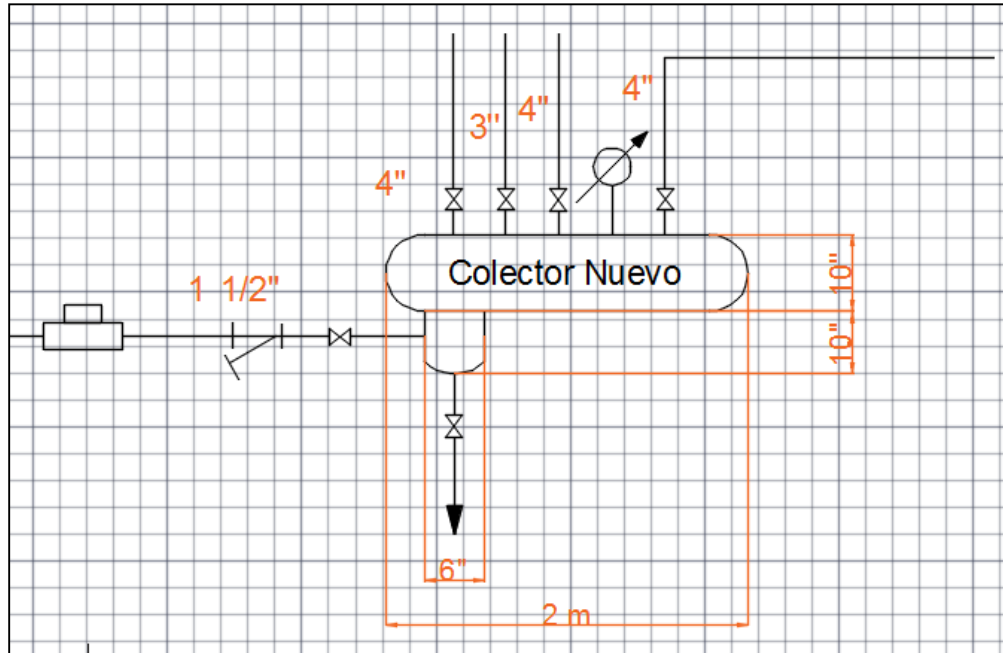


Figura 28. Esquema de diseño del nuevo colector.

El colector debe posicionarse con una inclinación del 5 % hacia el bolsillo<sup>4</sup> para facilitar que escurra el condensado hacia la purga.

**5.2.3 Cálculo de cañería a tanques de aceite.** Esta cañería es la única que se agrega al realizar la modificación (junto con el colector), en el resto de la instalación se reutiliza la cañería existente.

Los tanques de aceite con la modificación se alimentarán desde el colector nuevo, la conexión se realizará aguas abajo de la reguladora de presión existente en la instalación actual. El tanque más lejano se encuentra a unos **70 metros** (teniendo en cuenta las curvas). El tanque 1

<sup>4</sup> Bolsillo: también llamado pierna colectora. Se refiere a los puntos bajos de drenaje de condensado.

se mantiene a unos 65 °C, del mismo se utiliza el aceite para abastecer al digester continuo y también para comercializar. Los tanques 2 y 3 son para almacenar aceite para comercializar y sólo son calefaccionados cuando se está por realizar una carga para comercializar.

Los consumos de vapor de dichos tanques son: **T1=704 kg/h ; T2= 666 kg/h ; T3=666 kg/h**

Para realizar el cálculo de la cañería que abastecerá de vapor a los 3 tanques sólo consideramos el *mayor de los consumos*, ya que funcionan de forma individual.

Entonces  $Q = 704 \text{ kg/h}$

$$Q = 0,283 \times \frac{V \times D^2}{d}$$

Q: caudal → en kg/h

V: velocidad → en m/s

d: volumen específico → en m<sup>3</sup>/kg

D: diámetro → en cm → este es el parámetro que se necesita obtener

La velocidad será de  $V = 35 \text{ m/s}$  al tratarse de una cañería principal.

El volumen específico de  $d@3\text{bar} = 0,462 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$D = \sqrt{\frac{Q \times d}{0,283 \times V}} = \sqrt{\frac{704 \times 0,462}{0,283 \times 35}} = 5,73 \text{ cm}$$

**Adoptamos una cañería de diámetro  $D = 2''$**

Para realizar el tendido de la cañería hasta los tres tanques de aceite (el restante es un tanque de fuel oil – ver Fig. 29) se utilizarán 70 m de caño SCH 40 de 2'' más los accesorios (codos a 90 y tes). Se reutilizarán las trampas de vapor de la instalación original.

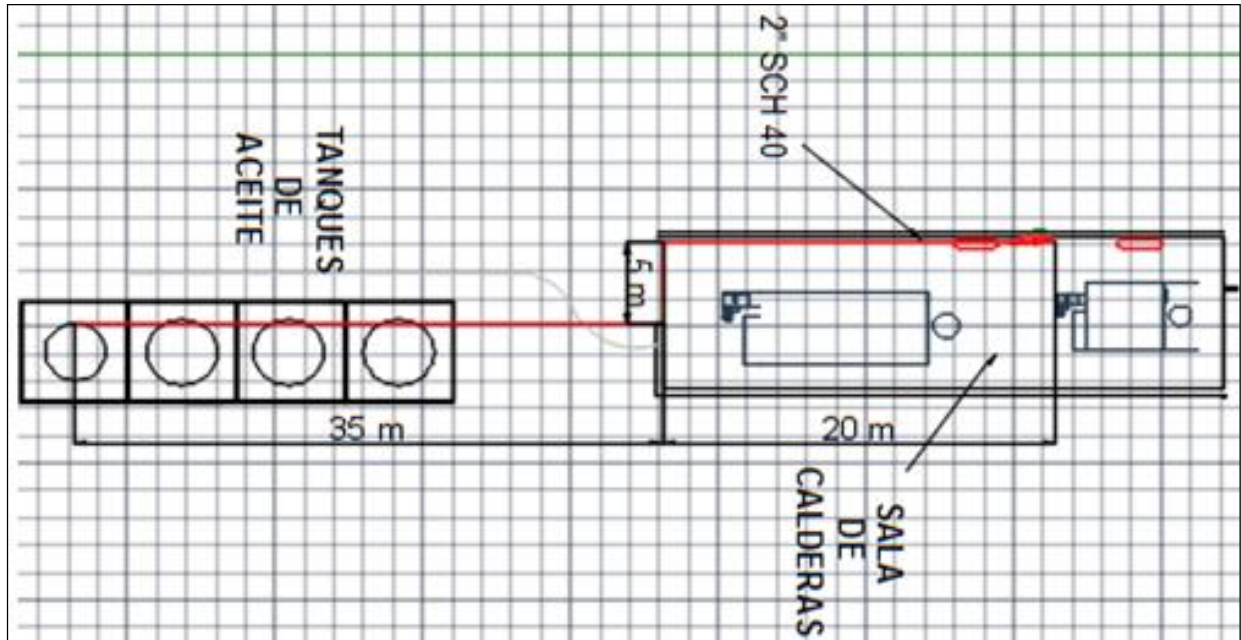


Figura 29. Plano esquema tendido de nueva cañería.

### 5.3 Otras consideraciones de cañerías restantes

Una de las válvulas reguladoras de vapor de los digestores viejos de vísceras se reutilizará para regular el vapor sobre la aplicación del tanque de barro del DAF.

Se mencionó que las cañerías restantes se reutilizarán (excepto la de tanques de aceite) junto con sus accesorios. Se deberá hacer la conexión desde el colector antiguo (10 bar) al nuevo colector (8 bar). Para este trabajo se deberán presentar previamente caños desde y hacia los puntos que correspondan. Se cortarán y soldarán los caños en una parada de planta de faena.

Para la conexión final, se ejecutará ésta en una parada de planta general. En ese tiempo se deberá conectar y poner en marcha la instalación completa: nueva cañería, cañería existente y adaptada, puente by-pass entre un colector y otro.

#### 5.4 Consideraciones del aislante

Para aislar las cañerías se utilizará lana mineral (vidrio), 100 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 2” de espesor. Con respecto al colector, se usará el mismo material. El recubrimiento final es chapa galvanizada debidamente cilindrada.

#### 5.5 Calderas: características técnicas

En lo que respecta a los generadores de vapor, o sea las calderas, es necesario aclarar que sólo se citarán las características principales. Esto es debido a que, como ya se ha mencionado, este proyecto consiste en la distribución del vapor y *no en la generación del mismo*.

Todo lo referente a instrucciones, recomendaciones, esquemas y demás, en el contexto de operación y mantenimiento de las calderas se puede consultar directamente al fabricante. O bien, al personal pertinente al área (calderistas, supervisores, etc.). Ese tipo de información resultaría irrelevante y no aplica para el caso de este proyecto.

Tabla 11. Características técnicas de las calderas.

<b>Características de las calderas</b>		
<b>Marca</b>	Fontanet	Gonella
<b>Tipo</b>	Humotubular de tres pasos	Humotubular de tres pasos
<b>Presión máxima de diseño</b>	10 bar	8 bar
<b>Producción o capacidad máxima</b>	10 ton/h	5 ton/h
<b>Combustible usado</b>	Gas natural	Gas natural



Figura 30. Foto de caldera Fontanet.



Figura 31. Foto de caldera Gonella.

## 5.6 Maquinaria y equipos del proceso de rendering

Se presentan los equipos relevantes de la nueva planta de subproductos. Éstos pertenecen al fabricante “*Haarslev Industries*” de origen y sede central en Dinamarca y son los líderes y especialistas en este rubro, y en especial para el volumen de producción del frigorífico.

La implementación estuvo a cargo de su distribuidor brasilero, con sede en la ciudad de Curitiba, a través de un contrato llave en mano<sup>5</sup>. En el anexo se incluyen planos en detalle. El ordenamiento siguiente es indistinto.

### 5.6.1 Digestor continuo



Figura 32. Foto del digestor continuo en planta.

<sup>5</sup> Contrato Llave en Mano: el contratista es responsable tanto del diseño como de la construcción de la planta; es decir, realiza todos los trabajos necesarios para la puesta en marcha de la planta por un precio acordado y en un tiempo determinado.



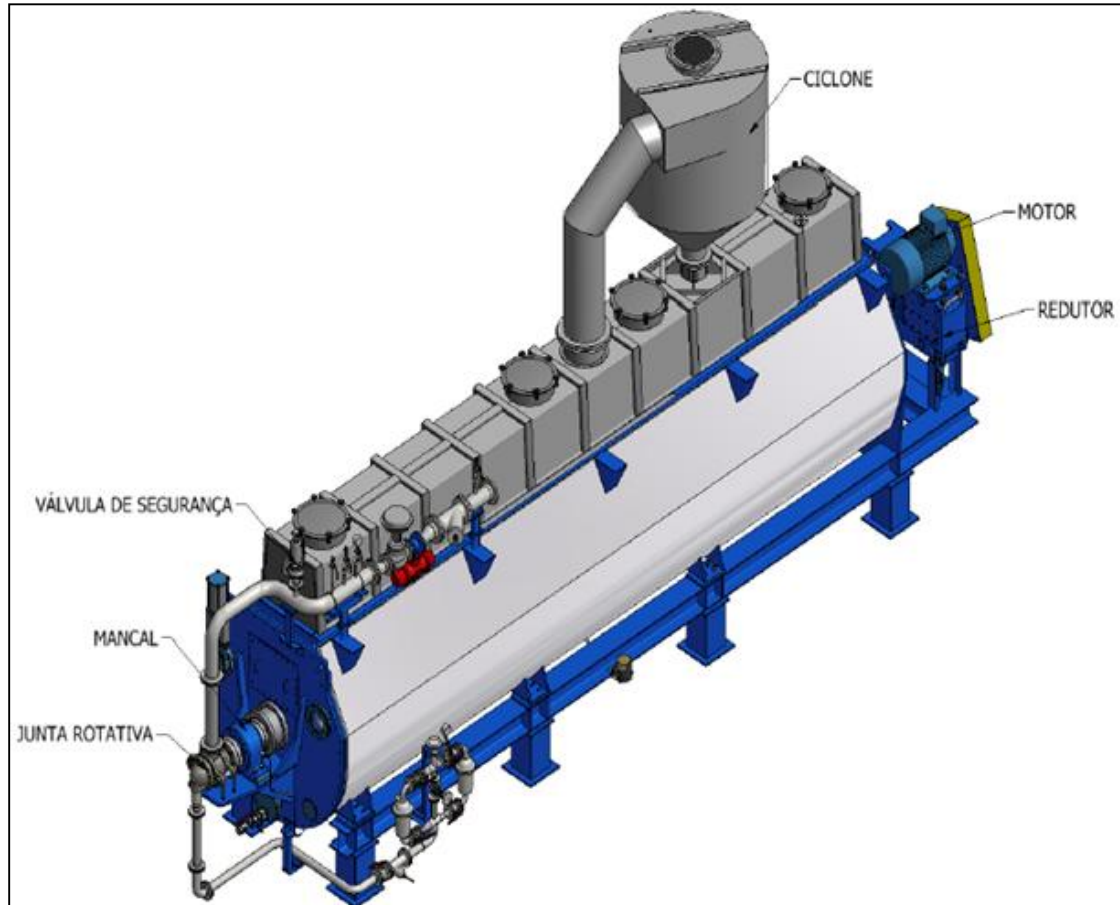


Figura 33. Digestor Continuo 1200US.

#### •Descripción del proceso:

Se trata de una máquina destinada a la evaporación del agua contenida en subproductos cárnicos, e insertada en líneas de producción dirigida a la obtención de harina y grasa animal.

La máquina está constituida básicamente por un cuerpo cilíndrico, tapado en sus dos extremos y un eje rotativo en su interior. El eje tiene la misión de agitar el producto, conduciéndolo desde la entrada hasta la salida, al mismo tiempo que calienta el producto.

El calentamiento del producto se realiza gracias al eje mediante la introducción de vapor de agua en el interior del mismo, el cual libera la energía que transporta mediante la transmisión de calor a través del acero hacia el producto contenido en el interior de la máquina.

El proceso consiste en la alimentación del producto crudo ya triturado por la parte inferior de la máquina a través de un sinfín.

Una vez el producto en el interior, empieza el proceso de evaporación consistente en la inmersión del mismo en un baño de grasa previamente calentada. Con el aumento de la temperatura se produce la evaporación del agua contenida en el material a procesar la cual debe ser extraída del interior de la máquina mediante sistemas de aspiración externos.

Una vez eliminado el contenido de agua del material, éste sale al exterior de la máquina a través de una válvula de salida y mediante un sistema de palas que incorpora el propio eje.

Tabla 12. Datos técnicos digestor.

Energía Eléctrica	
Tensión de alimentación potencia	380/660 V
Potencia total instalada	75 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Peso en vacío	38000 Kg
Peso máximo en operación	64000 Kg

Línea de vapor	
Presión máxima	10 Bar
Calidad	Saturado e seco de título 1
Capacidad de evaporación media	4000-5000 Kg/h

Transmisión	
Motor 75KW 4P 380/660V 50HZ B3T 250S/M	
Motoredutor SA67DT90L4 1,5KW 41RPM 50HZ 220/380V	
Redutor Flender H3HH REL.1/35.5 TAM. 12 EJ-A	

Sentido de giro (Vista frontal – Lado junta rotativa)	
Horario	

La alteración de cualquiera de las condiciones descritas en este apartado, repercutirán en el funcionamiento normal de la máquina.

### 5.6.2 Hidrolizador continuo de plumas



Figura 34. Foto del hidrolizador continuo en planta.

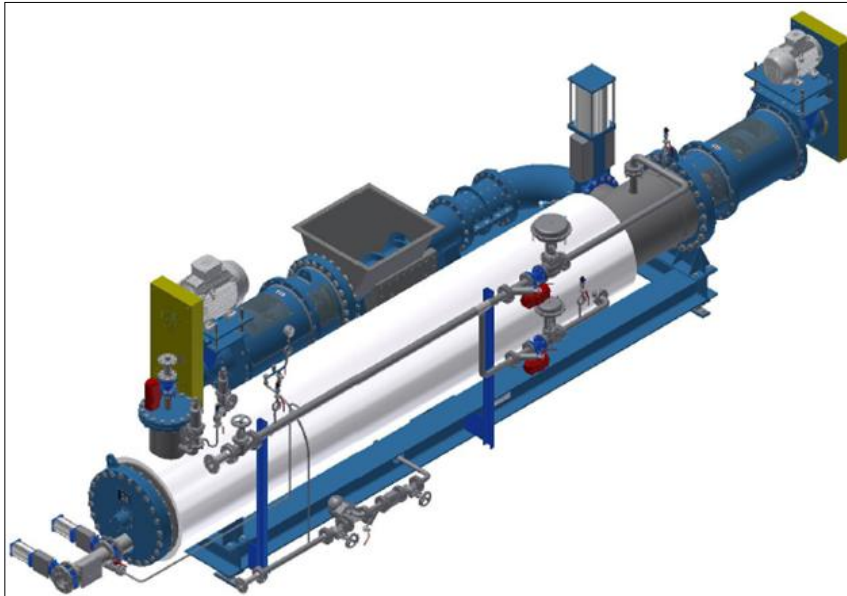



Figura 35. Hidrolizador continuo CH-75.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	<p>114</p>
--	---	---	------------

**•Descripción del proceso:**

El hidrolizador está diseñado para el procesamiento continuo de pluma cruda. El hidrolizador continuo consta de dos partes conectadas: un alimentador y un hidrolizador.

La pluma cruda entra a la máquina a través de la boca de alimentación del alimentador. El alimentador tiene como misión la alimentación continua del hidrolizador. El alimentador también se usa para prensar la pluma, para eliminar tanta agua como sea posible. Entre el alimentador y el hidrolizador, la máquina está siempre llena del material (pluma).

Antes de iniciar el proceso de hidrolización, se debe alimentar de bastante cantidad del material al hidrolizador.

Hay dos juegos de válvulas de vapor. El primero suministra el vapor a la camisa de vapor, y el otro suministra el vapor directo al material.

La presión en la cámara de cocción: 4 - 5 bar. La presión en la cámara de vapor: 5 - 6 bar.

1. Alimentador.
2. Hidrolizador.
3. Válvula de descarga.
4. Unidad de accionamiento del hidrolizador. Consta del motor y el reductor, para que inicie la rotación del rotor.
5. Válvula de alimentación.
6. Juego de válvulas. El juego provee el suministro de vapor y la descarga de condensado, incluyendo los purgadores para descarga del condensado y del agua. Los purgadores funcionan automáticamente.
7. Cámara de ventilación.
8. Unidad de accionamiento del alimentador. Consta del motor y el reductor, tiene como misión proveer la rotación del rotor y la alimentación del material al hidrolizador.

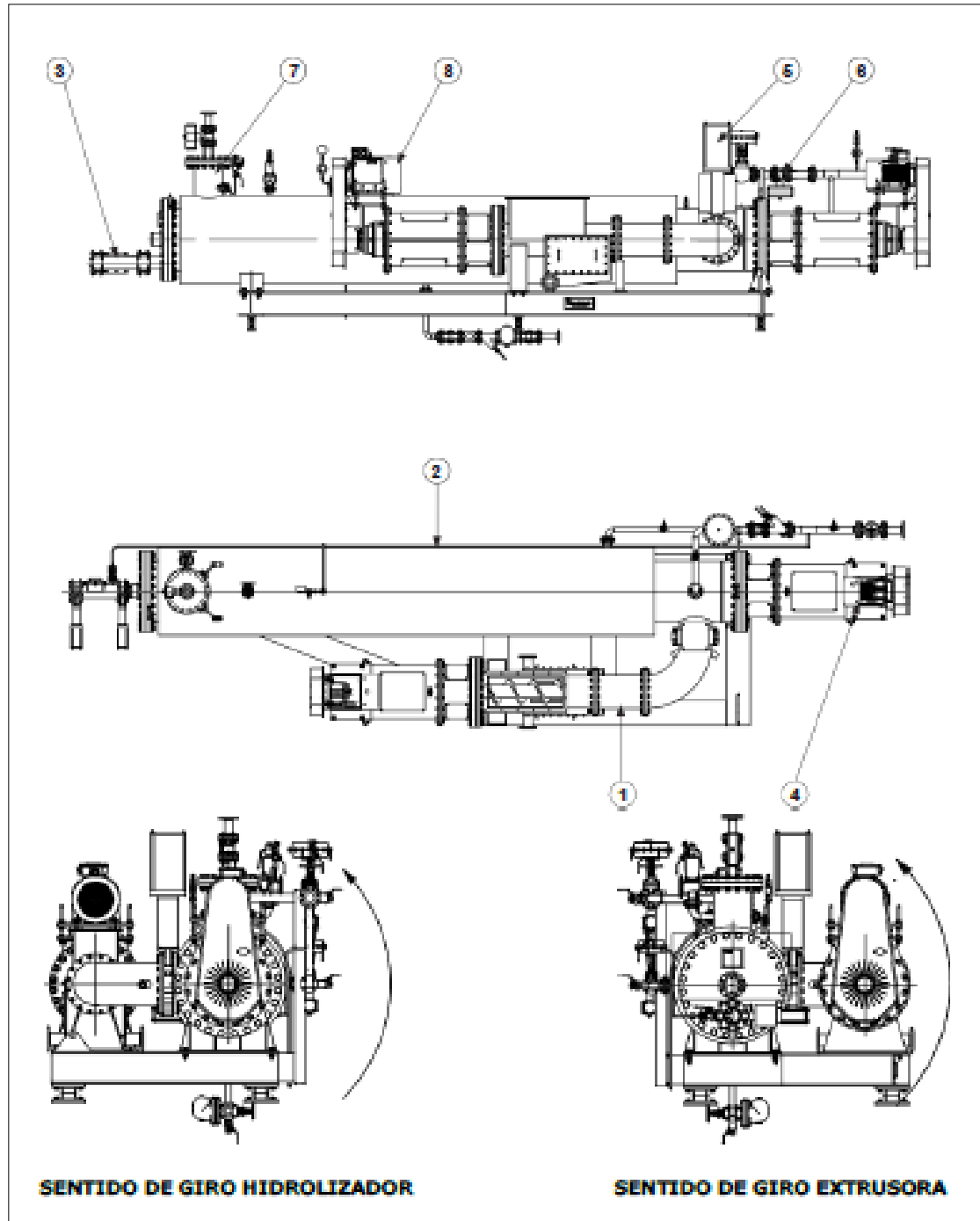


Figura 36. Partes principales hidrolizador.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
--	---	---

Tabla 13. Datos técnicos hidrolizador.

Energía eléctrica	
Tensión de alimentación potencia	440/760 V
Potencia total instalada	45+22 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Peso en vacío	16250 Kg

Línea de vapor	
Presión máxima	10 Bar

Dimensiones aproximadas	
Longitud	10279 mm
Anchura	2924 mm
Altura	2588 mm

Transmisión Hidrolizador	
Motor 22KW 4P 440/760V 50HZ B3T 180M	
Transmital Bonfiglioli 311-L2-27.6-HC-FV07B-A	
Rotación del rotor, visto del lado del reductor engranaje: en el sentido contrario a las agujas del reloj.	

Transmisión Alimentador	
Motor 45KW 4P 440/760V 50HZ B3T 225S/M	
Transmital Bonfiglioli 311-L2-27.6-HC-FV07B-A	
Rotación del rotor, visto del lado del reductor engranaje: en el sentido contrario a las agujas del reloj.	

La alteración de cualquiera de las condiciones descritas en este apartado, repercutirán en el funcionamiento normal de la máquina.

### •Descripción del proceso tecnológico:

#### Alimentación del material biológico:

Cerrar la válvula de descarga y limpiar la tubería antes de empezar la alimentación. Es necesario utilizar el vapor para limpiar los tubos, lo que también los calentará, facilitando el flujo de pluma hidrolizada.

Se debe asegurar que la válvula de descarga del producto y la válvula de descarga de vapores estén cerradas.

Poner en marcha el rotor del alimentador y el rotor del hidrolizador antes de empezar la alimentación.

Utilizar el sistema de alimentación actual. El tiempo de alimentación depende del funcionamiento del sistema.

Hidrolización:

El material crudo (pluma) produce un “tapón”, bloqueando la boca de entrada del hidrolizador. Se abrirán las válvulas de suministro de vapor al hidrolizador. El material está alimentando al alimentador y, desde el alimentador, entra al hidrolizador.

La presión interna del hidrolizador se aumentará gracias a las válvulas de descarga de producto y de descarga de vapor cerradas. La hidrolización empieza al alcanzar la presión interna el valor predeterminado.

El tiempo de retención del producto dentro del hidrolizador es directamente proporcional de la cantidad de la carga.

Hay que mantener la presión en el mismo nivel durante todo el proceso de hidrolización.

Descarga, reducción de presión y parada de la máquina:

La válvula de guillotina (válvula de descarga) mantiene el nivel uniforme del material dentro del hidrolizador. La pluma hidrolizada se descarga a través del tubo de descarga gracias a la presión interna del hidrolizador. Se debe liberar la presión interna al final de cada turno de trabajo. Para parar la máquina se debe parar la alimentación del material.

Vacíe el hidrolizador. Presione el botón de descarga cuando el hidrolizador ya está vacío. La válvula de descarga se abrirá completamente, lo que limpiará el tubo de descarga y liberará la presión interna del hidrolizador.

Pare los rotores del alimentador e hidrolizador. Cierre lentamente las válvulas de vapor.

### 5.6.3 Tolva de recepción

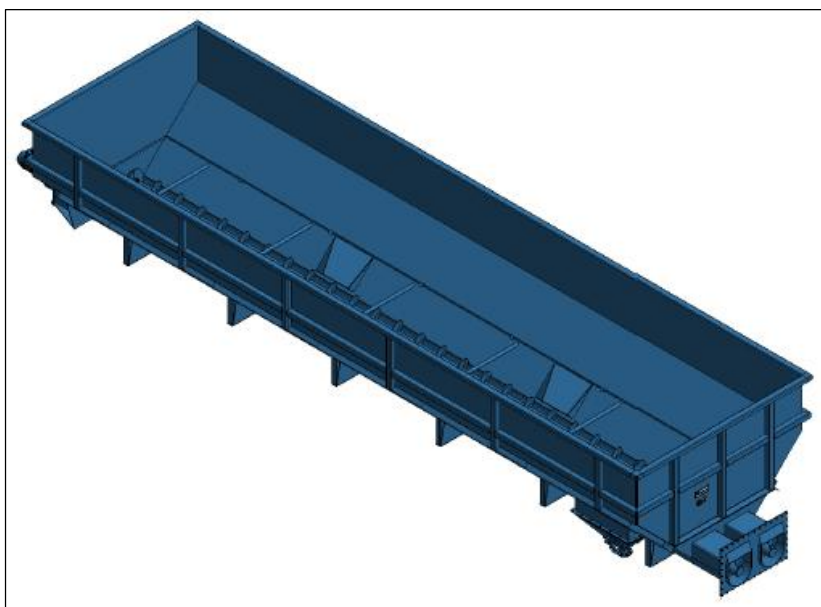


Figura 37. Tolva de recepción.

#### •Descripción del proceso:

Tolva Haarslev es un dispositivo para recibir y almacenar subproducto animal. Además de recibir y almacenar, la tolva ha integrado un sistema de transporte.

El equipo tanto por su diseño, construcción y definición, está preparado para soportar los ambientes industriales más hostiles. No obstante se deben asegurar unas condiciones mínimas



acerca del medio donde será instalado. Habrá que tener en cuenta que la temperatura exterior de servicio estará limitada por la temperatura máxima de servicio de los elementos externos incorporados, como pueden ser los motores y el conjunto de la valvulería. La temperatura máxima ambiente de servicio es de 40° C.

Lo mencionado en el párrafo anterior se cumple para el resto de los equipos.

Tabla 14. Datos técnicos tolva recepción.

Energía eléctrica	
Tensión de alimentación potencia	220/380 V
Potencia total instalada	4 kW
Frecuencia de red	50 Hz
Peso en vacío	2085 kg

Transmisión	
MOTOR 4KW 4P 220/380V 50HZ B5T 112M FF215	
REDUTOR BONFIGLIOLI 307 L3 284HC P112AA	

La alteración de cualquiera de las condiciones descritas en este apartado, repercutirán en el funcionamiento normal de la máquina.

### 5.6.4 Compuerta neumática

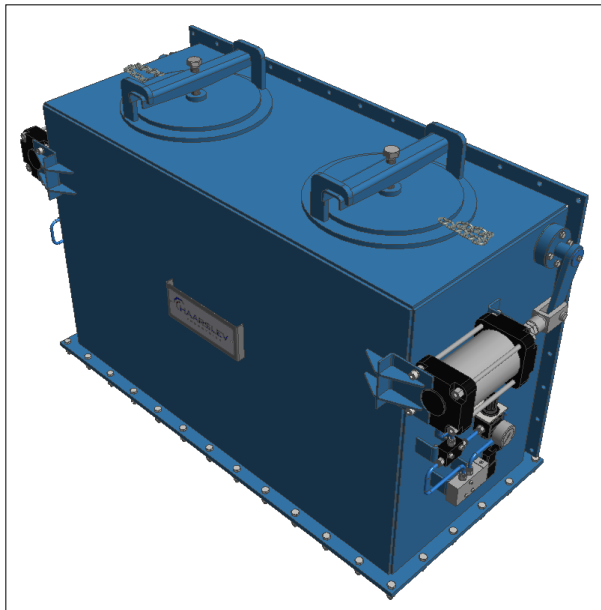


Figura 38. Compuerta neumática.

•Descripción del proceso:

Compuerta Haarslev es un dispositivo para cuantificar la entrada de subproducto animal en la tolva de la unidad de bombeo.

### 5.6.5 Unidad de bombeo

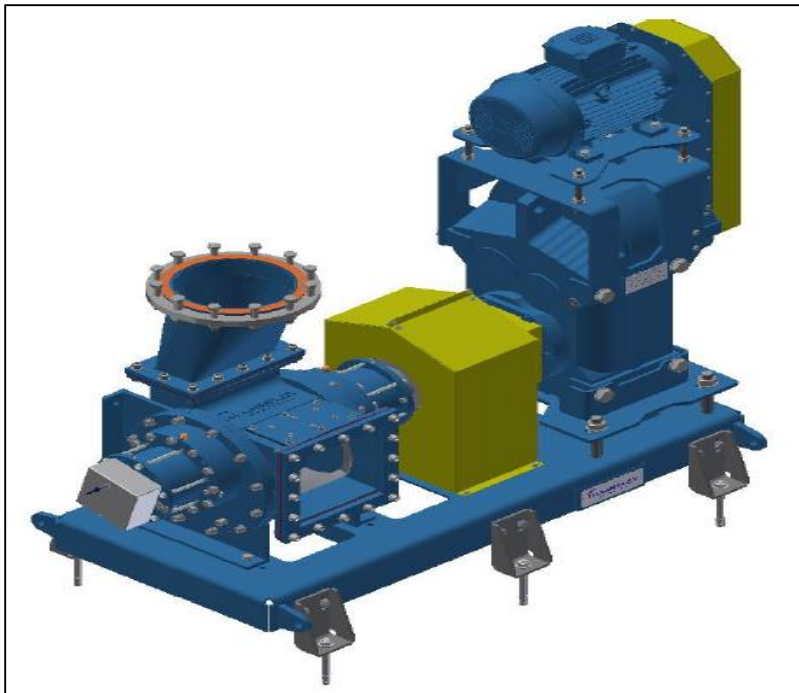


Figura 39. Unidad de bombeo.

•Descripción del proceso:

La bomba de Haarslev es una bomba de desplazamiento positivo, diseñada especialmente para bombear los materiales biológicos con viscosidad alta y partículas grandes. También se suele llamar como bomba de lamelas. El material se transporta mediante un sistema cerrado, para prevenir los problemas de olores y de bacterias.

Tabla 15. Datos técnicos unidad de bombeo.

Propiedades	
Capacidad	50 t/h
Peso	1000 kg
Par máximo recomendado en el eje:	9000 Nm
Velocidad máxima recomendada:	70 rpm
Desplazamiento teórico:	25 Ltr./rev
Manipulación de partículas sólidas:	85 mm
Recomendada para la salida:	NW 250
Tensión de alimentación potencia	380/660 V
Frecuencia	50 Hz

Transmisión	
Motoreductor eje paralelo F127 AD5 I=55,31 M1	
Motor 18,5KW 4P 380/660V 50HZ B3T 180M	
Correas tipo SPB LW=1750	
Polea SPB ØP=212 4 canas taper-lock 42	
Polea SPB ØP=170 4 canas taper-lock 48	

La alteración de cualquiera de las condiciones descritas en este apartado, repercutirán en el funcionamiento normal de la máquina.

### 5.6.6 Sistema de pesaje

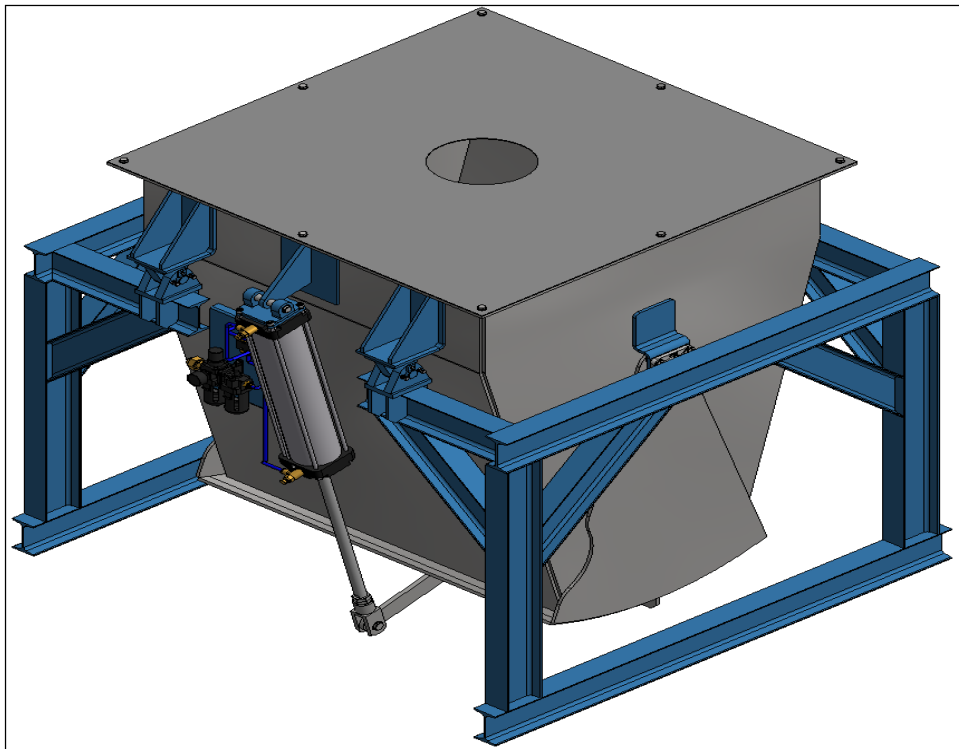


Figura 40. Sistema de pesaje.

•**Descripción del proceso:**

Sistema de pesaje Haarslev es un dispositivo para cuantificar y controlar la entrada de subproducto animal en el digestor.

### 5.6.7 Rampa magnética

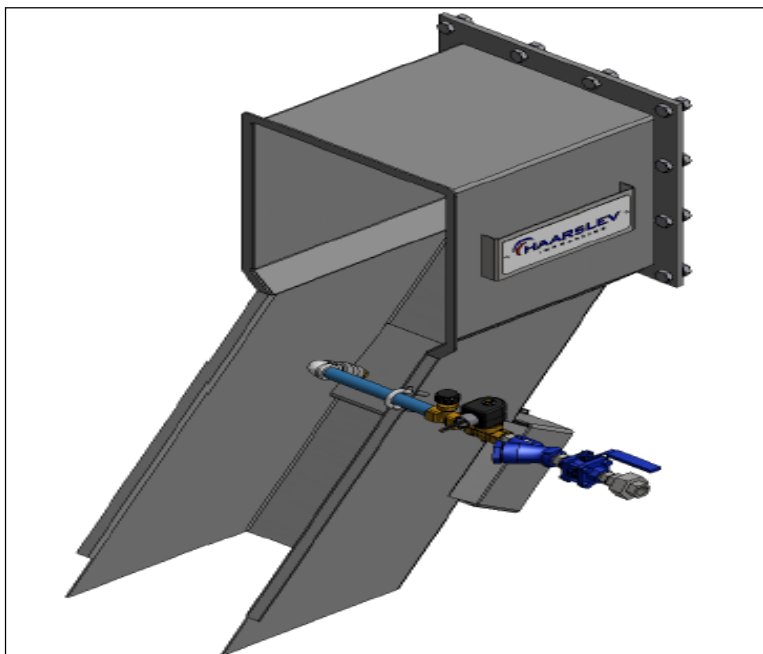


Figura 41. Rampa magnética.

•**Descripción del proceso:**

Rampa magnética Haarslev es un dispositivo para impedir la entrada de piezas metálicas en el sistema.

### 5.6.8 Prensa continua

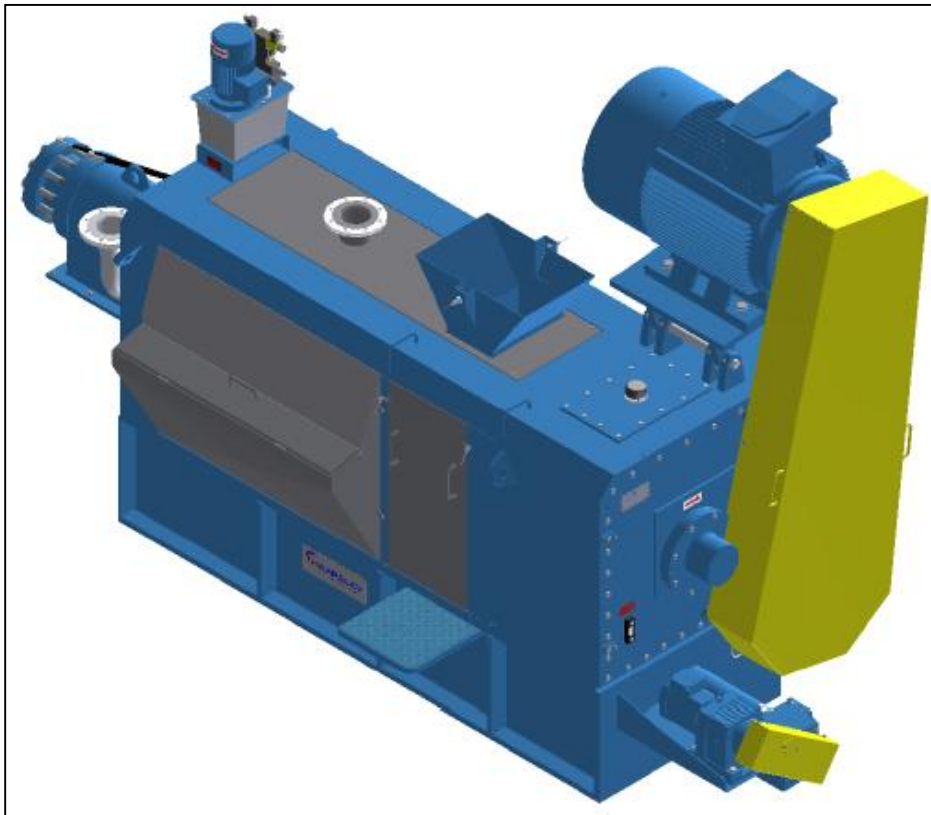


Figura 42. Prensa continua.

#### •Descripción del proceso:

La prensa está constituida por un sólido bastidor de acero. En un extremo de él en la parte de la transmisión, se encuentra integrado el reductor de Diseño y fabricación propia de HAARSLEV. A la salida del citado reductor está acoplado el eje de la prensa. El eje tiene como misión prensar el producto.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

El eje está rodeado por unas jaulas formadas por un conjunto de listones con una separación mínima entre si lo que en realidad forma un tamiz.

El proceso de prensado consiste en la presión a la que está sometido el producto, atrapado entre el eje y las jaulas. En realidad consiste es un proceso de “exprimir” el producto para extraerle la grasa. Ésta se filtra a través de las jaulas y cae en la parte inferior de la prensa donde son recogidas por un sinfín que las transporta hacia el exterior para su evacuación mediante una boca de salida.

El producto ya prensado o “exprimido” sale al exterior a través del cono, variable en su apertura mediante unos cilindros accionados por un grupo hidráulico. Con la apertura o cierre del cono se consigue ajustar el prensado del producto.

Finalmente el producto ya libre de grasa es liberado al exterior mediante su correspondiente boca de salida para ser recogido mediante un sistema de transporte adecuado.

A continuación se destacan los elementos principales que componen la máquina.

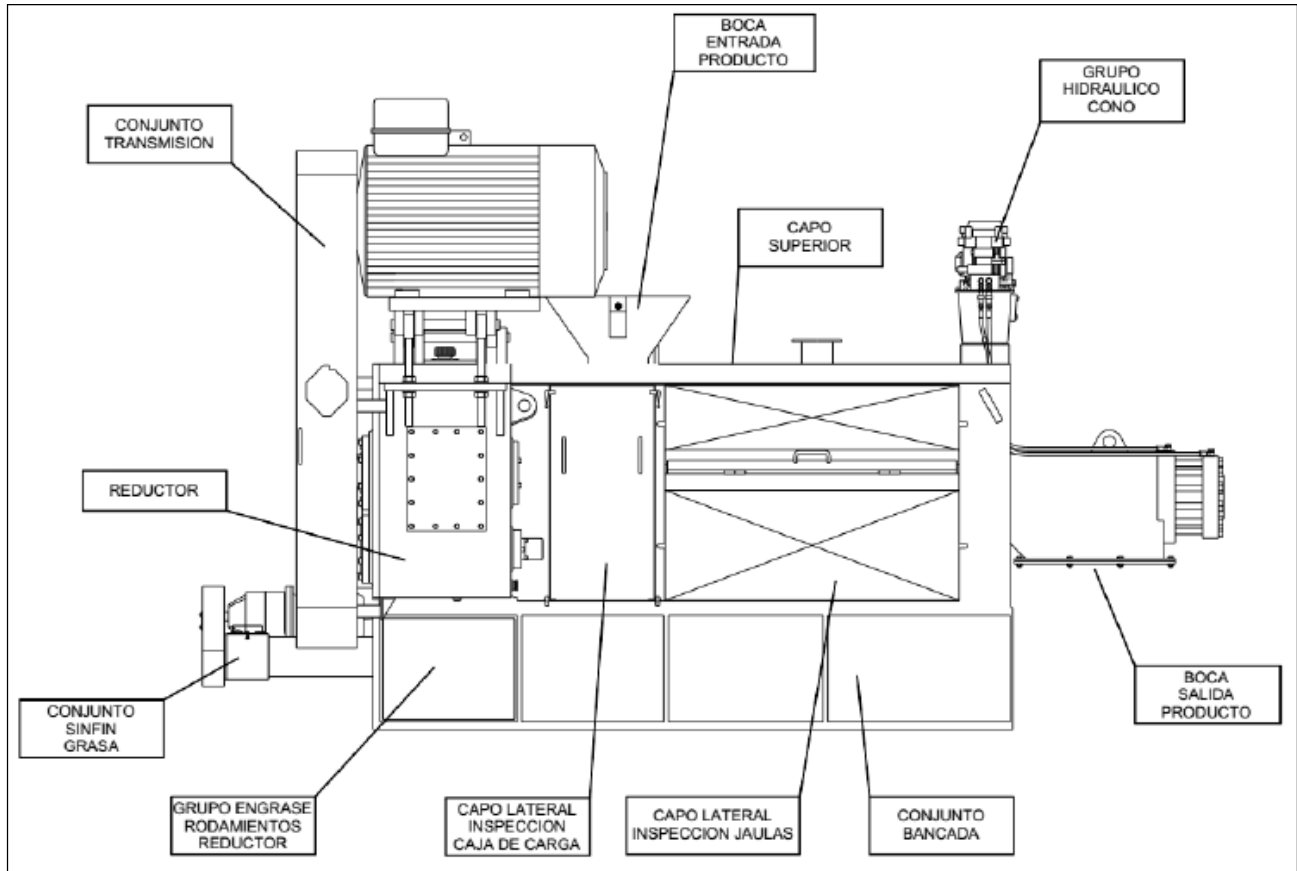


Figura 43. Partes principales prensa continua.

Tabla 16. Datos técnicos prensa continua.

Energía eléctrica	
Tensión de alimentación potencia	380/660 v
Potencia total instalada	90kW
Frecuencia de red	60Hz

Transmisión	
Motor 1,1KW 4P 380/660V 60HZ B5T 80 (XX)	
Motored R77 DRE80M4 0,75KW 18RPM 220/380V 50H	
Electric Motor 90KW 6P 380/660V 50HZ B3T 315S/M (High Power)	
Pulley Type,SPC ØP=224 8 Grooves Taper-Look Inner HoleØ80	
Pulley Type,SPC ØP=630 8 Grooves Taper-Look Inner Hole Ø80	
Belt, SPC LW=4000	

La alteración de cualquiera de las condiciones descritas en este apartado, repercutirán en el funcionamiento normal de la máquina.

### **5.7 Consideraciones del resto de los equipos**

Las descripciones anteriores fueron brindadas por el fabricante Haarslev y se consideró necesario mencionar como se muestra. El resto de los equipos pertenecientes a la misma implementación, tales como: transportadores sinfines, tolvas, compuertas, etc.; se mostrarán en los planos de anexo ya que con eso será suficiente.

Lo mismo sucederá para los equipos ya existentes antes de la nueva planta. Es decir que en los planos se mostrarán: molinos, depósitos, ventiladores, bombas, sinfines, etc. que hoy en día continúan en funcionamiento. La descripción de proceso ya fue detallada en el capítulo 2.

### **5.8 Distribución en planta (lay out)**

En la siguiente figura, se presenta un esquema simplificado de la distribución en planta, también llamado lay out del proceso. Es decir, como se ubican en la nave industrial los distintos procesos para que se lleve a cabo un funcionamiento correcto. En el anexo se presenta el plano con mayor detalle.

Se puede distinguir a: las dos plantas de producción (la de faena y la de rendering) y a la planta de tratamiento de efluentes de las dos anteriores.

Se detallan en las referencias a la planta de rendering, que es la de mayor interés en el proyecto.



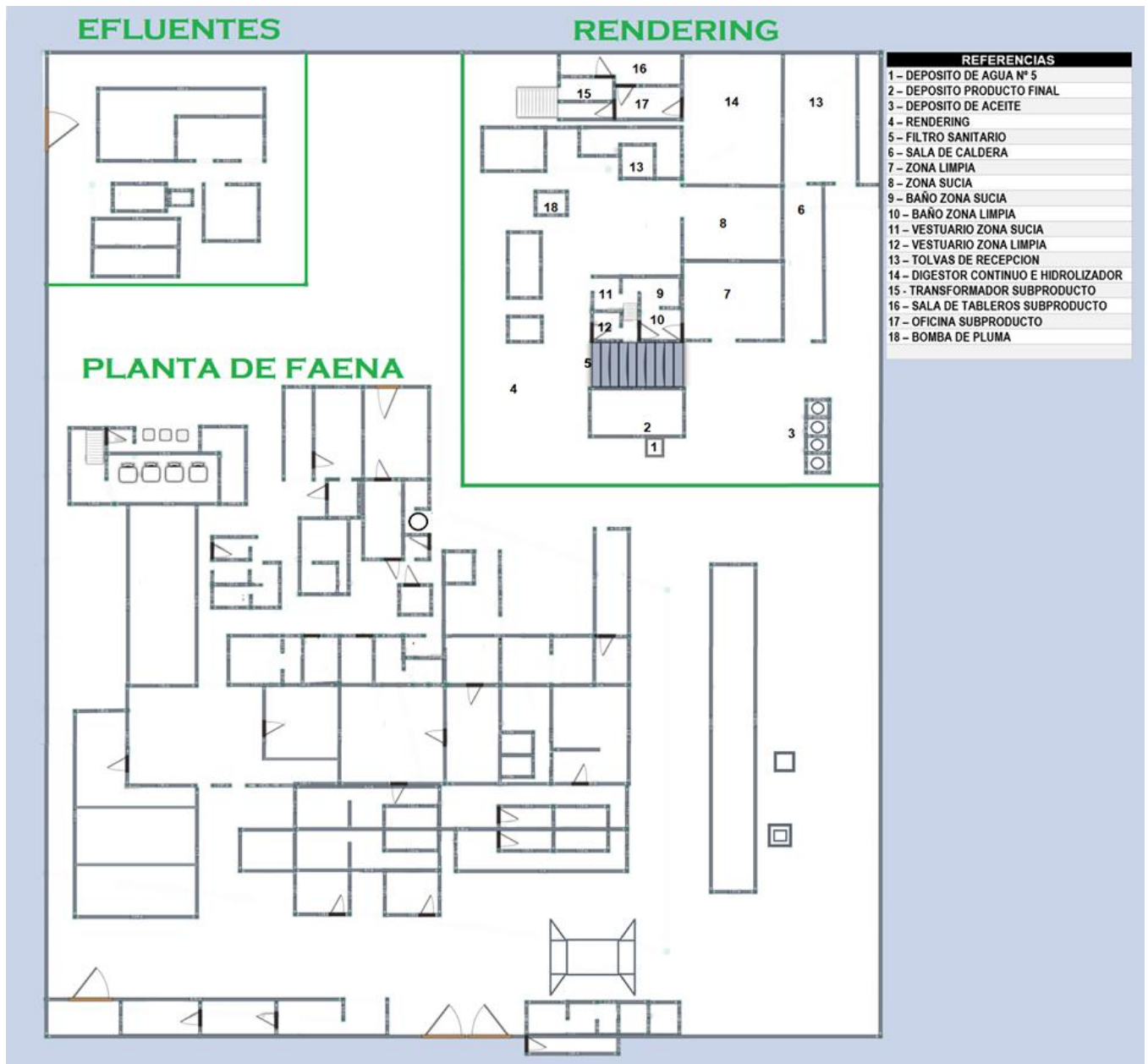


Figura 44. Esquema de distribución en planta.

## Capítulo 6

### Proyecto definitivo

#### 6.1 Presupuesto de Materiales

Tabla 17. Presupuesto de materiales.

Material	Cantidad	Costo unitario (\$)	Subtotal (\$)
Válvula esférica vapor 1 1/2"	4	6.000	24.000
Brida WN (welding neck) negro 4"	10	1.200	12.000
Filtro vapor 1 1/2" BSP	1	10.000	10.000
Trampa vapor TD 1 1/2"	1	13.000	13.000
Tubo CC negro SCH40 4"	18 m		22.000
Brida WN (welding neck) negro 3"	2	965	1.930
Tubo CC negro SCH40 2"	70 m*		40.500
Manómetro 0-12 Kg/cm <sup>2</sup> R1/2" SC	2	300	600
Bulón N H a/inóx W5/8 L3	50	60	3.000
Tuerca hexagonal a/inóx W5/8"	50	50	2.500
Arandela plana a/inóx 5/8"	100	21,5	2.150
Casquete negro SCH 40 10"	2	1.500	3.000
Brida WN (welding neck) negro 1 1/2"	6	500	3.000
Tubo CC negro SCH40 10"	2 m		5.000
Válvula esférica vapor 4"	3	26.000	78.000
Válvula esférica vapor 3"	1	20.000	20.000
Buje de reducción concéntrica negra 4" x 2"	1	1.000	1.000
Tubo CC negro SCH40 6"	1 m	1.200	1.200
Codo 90 SCH40 2" p/soldar	8	150	1.200
Te SCH40 2" p/soldar	2	200	400
<b>Total</b>			<b>\$244.880</b>

\*Son 70 metros debido la distancia que se encuentra los tanques de aceite al colector nuevo.

**6.1.1 Presupuesto de aislación.** El presupuesto aprobado para la aislación del colector nuevo, más la nueva cañería es:  $C_{\text{aislación}} = \$300.000$

## 6.2 Mano de obra

Se utilizarán 4 operarios metalmeccánicos tercerizados para la realización del proyecto. Otro concepto a tener en cuenta para la ejecución del proyecto, es el poco tiempo que se pueden parar las calderas para realizar la modificación en la distribución del vapor, ya que es imposible parar la producción por más de dos días consecutivos.


## 6.3 Planificación de tareas

Antes de detallar las tareas, se necesario aclarar que la ejecución del proyecto ya fue realizada y el mismo se encuentra funcionando correctamente. Toda la documentación se presentó y aprobó por la empresa anteriormente a este informe.

El presente documento se demoró en presentar debido a cuestiones de índole académica que son necesarias para poder defenderlo y así poder el título de Ing. Electromecánico.

•**Análisis de necesidades:** Una vez identificado el problema de la falta de abastecimiento de vapor, la cual trae como consecuencia una disminución significativa de la productividad del digester continuo, se realiza un análisis de los requerimientos de vapor para poder trabajar a una mayor velocidad de producción.

Duración de tarea	5 días	Fecha de inicio	05/03/2018	Fecha de finalización	09/03/2018
-------------------	--------	-----------------	------------	-----------------------	------------

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

130

•**Cálculo:** Se realizan los cálculos correspondientes a los consumos de vapor y los cálculos del nuevo colector y cañería hacia los tanques de aceite.

<b>Duración de tarea</b>	6 días	<b>Fecha de inicio</b>	12/03/2018	<b>Fecha de finalización</b>	17/03/2018
--------------------------	--------	------------------------	------------	------------------------------	------------

•**Relevamiento de materiales:** Se determina qué cañerías se reutilizarán y qué materiales se necesitan comprar para realizar la modificación.

<b>Duración de tarea</b>	1 día	<b>Fecha de inicio</b>	19/03/2018	<b>Fecha de finalización</b>	20/03/2018
--------------------------	-------	------------------------	------------	------------------------------	------------

•**Pedidos de materiales:** Una vez relevados los materiales, se verifica si los mismos están catalogados en la plataforma de SAP (software que se utiliza para organizar y gestionar recursos), en el caso que no lo estén se catalogan, se indica la cantidad necesaria y el destino. Este proceso es el que más tiempo lleva debido a los plazos de entrega de los proveedores.

<b>Duración de tarea</b>	25 días	<b>Fecha de inicio</b>	20/03/2018	<b>Fecha de finalización</b>	13/04/2018
--------------------------	---------	------------------------	------------	------------------------------	------------

•**Modificación de cuadro de válvulas para poder hacer puente entre los dos colectores:** El cuadro de válvulas donde se regulaba la presión de vapor para abastecer a los digestores de plumas viejos, debe ser desplazado unos centímetros (el mismo se encuentra muy cerca del colector original de vapor) para poder realizar el puente (o by pass) entre los dos colectores (el original y el nuevo). Esta tarea conlleva trabajos en caliente, la misma es realizada por 4 personas en una jornada de 10 hs.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

Duración de tarea	1 día	Fecha de inicio	21/03/2018	Fecha de finalización	22/03/2018
-------------------	-------	-----------------	------------	-----------------------	------------

•**Fabricación del colector:** Una vez que llegan los materiales, se procede a fabricar el colector con dos personas realizando una jornada de 10 hs. durante tres días. Este trabajo conlleva trabajos en caliente.

Duración de tarea	3 días	Fecha de inicio	14/04/2018	Fecha de finalización	16/04/2018
-------------------	--------	-----------------	------------	-----------------------	------------

•**Posicionamiento colector:** El posicionamiento del colector en la sala de calderas lo realizan tres personas durante 5 hs.

Duración de tarea	1 día	Fecha de inicio	17/04/2018	Fecha de finalización	18/04/2018
-------------------	-------	-----------------	------------	-----------------------	------------

•**Tendido de cañerías:** La conexión desde el cuadro regulador de presión hasta los tanques de aceite es llevado a cabo por 5 personas realizando una jornada de 10 hs. durante 15 días. Este trabajo conlleva a realizar trabajos en altura y trabajos en caliente (soldadura).

Duración de tarea	15 días	Fecha de inicio	14/06/2018	Fecha de finalización	28/04/2018
-------------------	---------	-----------------	------------	-----------------------	------------

•**Conexión final/ puesta en marcha:** Para la puesta en marcha debe realizarse una parada de planta programada, realizar las soldaduras finales y comenzar a probar funcionamiento y pérdidas. Este trabajo conlleva realizar trabajos en altura y trabajos en caliente (soldadura), el mismo es realizado por 4 personas en una jornada de 10 hs. durante dos días.

Duración de tarea	2 días	Fecha de inicio	29/04/2018	Fecha de finalización	30/04/2018
-------------------	--------	-----------------	------------	-----------------------	------------

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
---	--	--

#### 6.4 Presupuesto de mano de obra del proyecto

El presupuesto de la mano de obra de la empresa tercerizada cuesta **240 \$/h**. Teniendo en cuenta que para la realización de la modificación en la distribución del vapor, más la construcción del nuevo colector, se necesitan de acuerdo a las tareas a realizar (*Ver Diagrama de Gantt*):

##### Modificación cuadro de válvulas:

$$CT_{\text{modificación cuadro válvulas}} = 240 \frac{\$}{h} \cdot 10 \frac{h}{\text{día}} \cdot 1 \text{ días} \cdot 4 \text{ personas} = \$ 9.600$$

##### Fabricación del colector:

$$CT_{\text{fabricación colector}} = 240 \frac{\$}{h} \cdot 10 \frac{h}{\text{día}} \cdot 3 \text{ días} \cdot 2 \text{ personas} = \$ 14.400$$

##### Posicionamiento colector:

$$CT_{\text{posicionamiento colector}} = 240 \frac{\$}{h} \cdot 5 \frac{h}{\text{día}} \cdot 1 \text{ días} \cdot 3 \text{ personas} = \$ 3.600$$

##### Tendido de cañería:

$$CT_{\text{cañería}} = 240 \frac{\$}{h} \cdot 10 \frac{h}{\text{día}} \cdot 15 \text{ días} \cdot 4 \text{ personas} = \$ 14.4000$$

##### Conexión final/puesta en marcha:

$$CT_{\text{puesta en marcha}} = 240 \frac{\$}{h} \cdot 10 \frac{h}{\text{día}} \cdot 2 \text{ días} \cdot 4 \text{ personas} = \$ 19.200$$

$$CT_{\text{mano de obra}} = \$ 190.800$$

6.5 Diagrama de Gantt (ideal)

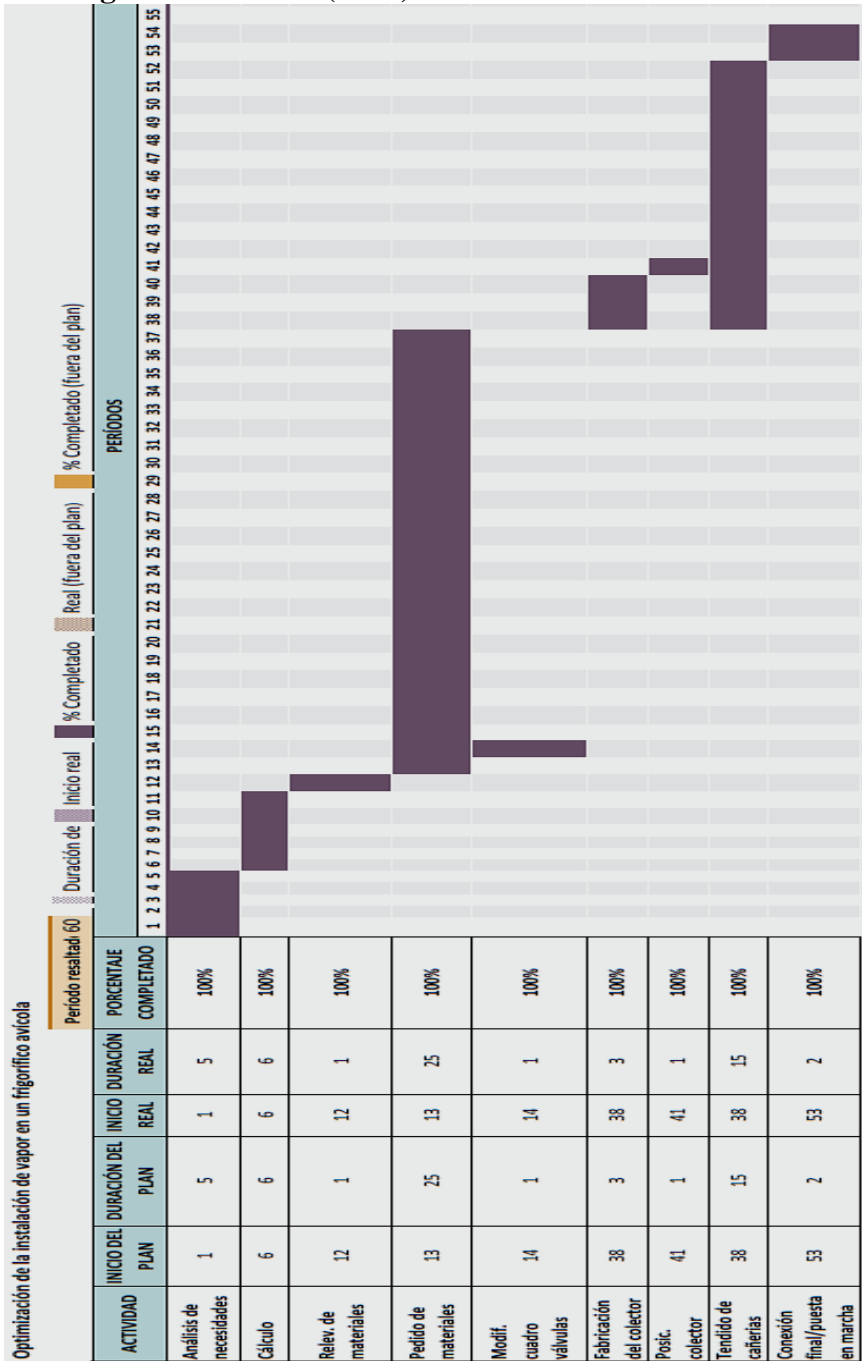



Figura 45. Diagrama de Gantt (ideal).

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	134
--	---	---	-----

### 6.6 Costos de tareas de ingeniería e imprevistos

Además del presupuesto de materiales y de mano de obra, se tuvo en cuenta el estudio y trabajo de ingeniería realizados antes. Esto incluye los estudios de investigación y análisis previos sumados al proyecto en sí mismo. Basándonos en el convenio del “*Colegio de Ingenieros Especialistas de Entre Ríos*” (C.I.E.E.R), se destina el 10% del presupuesto de materiales y mano de obra. Se destinó también el 1% de presupuesto para el caso de imprevistos.

### 6.7 Costo total del proyecto


Tabla 18. Costo total del proyecto.

Descripción	Subtotal (\$)
Presupuesto de materiales	\$244.880
Presupuesto de aislación	\$300.000
Presupuesto de mano de obra del proyecto	\$190.800
Tareas de ingeniería (10%)	\$73.528
Imprevistos (1%)	\$7.352,8
<b>Costo total de proyecto</b>	<b>\$816.161</b>

### 6.8 Financiamiento total del proyecto

Para el respectivo financiamiento del proyecto se consultó con el gerente de la empresa, y se aprueba que el proyecto se financia al 100%.



 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	<p>135</p>
--	---	---	------------

## Capítulo 7

### Estudio económico financiero

El estudio económico-financiero se realiza con la finalidad de observar la diferencia entre la rentabilidad antes y después de nuestro proyecto. Para ello describiremos los costos de los recursos necesarios y el valor del producto, luego generaremos proyecciones para un período de tiempo definido y elaboraremos el flujo de caja en dicho período.


El flujo de caja es un informe financiero que representa el detalle de los ingresos y egresos que tiene una empresa en un período dado. Este nos permite conocer en forma rápida la liquidez de la empresa.

También calcularemos ciertos índices económicos-financieros, como lo son el VAN y la TIR, que nos ayudarán a tomar mejores decisiones sobre nuestro proyecto.

En el caso de este proyecto, como ya se ha mencionado anteriormente, el mismo surgió debido a una necesidad de desabastecimiento de vapor. Con esto se pretende explicar que la decisión de invertir por parte de la empresa en el nuevo equipamiento de la planta de rendering (el digestor y el hidrolizador, principalmente) y su posterior puesta en marcha, ya ha sido parte de proyectos anteriores.

La adquisición de la nueva maquinaria de subproductos se justifica por lo siguiente:

- Aumentar el volumen y velocidad de producción de forma continua.
- Recibir materia prima (vísceras crudas y plumas) de otros frigoríficos para poder procesarlas.
- Mejorar la calidad de los productos.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

Para el estudio de viabilidad económico-financiera se va a considerar a los ingresos y egresos antes y después de la implementación del proyecto, para ambos, con el objetivo de comparar la rentabilidad.

Se aclara que los egresos abarcan los costos y gastos de la planta de rendering, con todo lo que ello implica. Esto quiere decir que se consideran los costos directos e indirectos, tanto fijos como variables.

### 7.1 Precios de las harinas

- Precio en dólares de venta de harina de vísceras por tonelada: USD 700.
- Precio en dólares de venta de harina de plumas por tonelada: USD 250.

Consideramos un dólar a \$40. Para el total mensual se considera que el proceso de producción es en días hábiles, o sea en 20 días.

### 7.2 Ingresos antes del proyecto

Los ingresos que se van a considerar son los de la planta de rendering, que están conformados únicamente por las VENTAS de las harinas de vísceras y plumas.

Se recuerda nuevamente lo descrito en la prefactibilidad económica para poder cuantificar los precios. Contamos con lo siguiente:

De las 120.000 aves/diarias de la planta de faena se aprovechan (tabla 1 sección 1.3):

- **40.000 kg/diarios de vísceras** crudas para procesar.
- **19.500 kg/diarios de plumas** para procesar.

Además de las plumas y vísceras de la planta de faena, también se procesan dichos derivados de otros frigoríficos que no los procesan. Se reciben vísceras de terceros por unos 30.000 kg/diarios y de plumas por 30.000 kg/diarios.

En total se tiene para procesar: **70.000 kg/diarios** de vísceras crudas y **49.500 kg/diarios** de pluma.

Con el rendimiento del 30%, se obtienen cantidades de harinas procesadas de: **21.000 kg/día** de harina de vísceras y **14.850 kg/día** de harina de plumas.

Es importante aclarar que esta producción se obtendría trabajando con un rendimiento óptimo y que se estima en promedio.

Tabla 19. Ingresos antes del proyecto.

INGRESOS ANTES DEL PROYECTO				
Descripción	Cantidad (ton/día)	Precio (USD/ton)	Subtotal diario (USD)	Subtotal diario (\$)
Harina de vísceras	21	700	14.700	588.000
Harina de plumas	14,85	250	3.712,50	148.500
<b>Total diario(USD)</b>	18.412,50			
<b>Total diario(\$)</b>	736.500			
<b>Total mensual (\$)</b>	14.730.000			

### 7.3 Descripción de los egresos antes del proyecto

#### 7.3.1 Costos de producción:

**7.3.1.1 Mano de obra de producción.** En la planta de rendering trabajan 6 operarios por cada turno de 8 horas al día, se cuenta con una producción de 3 turnos.

Actualmente los 70.000 kg/día se procesan en los 3 turnos a una velocidad de 3.000 kg/h aproximadamente. Con respecto las plumas, se llega a poder procesar el volumen en 2 turnos.

Estos costos son mensuales según el convenio con “La Federación Gremial del Personal de la Industria de la Carne y sus Derivados” y están incluidas todas las cargas y aportes sociales.

**7.3.1.2 Mantenimiento.** •Personal: Para el mantenimiento de la planta de rendering se necesita de dos operarios por cada turno: uno eléctrico y el otro mecánico. Se tienen 3 turnos de 8 horas en el día. Es decir que, por día se cuenta con 6 operarios en total al día. Por otro lado, se necesita de un calderista en un turno diario. Los sueldos del personal son mensuales y se incluyen las cargas sociales, como en el caso de la mano de obra de producción.

•Gastos de generales de mantenimiento: Este costo es variable y mensual. Abarca, entre otros, lo siguiente: tornillería consumible (tornillos, tuercas, bulones, arandelas, cinta aisladora, precintos, cables, etc.), lubricantes, recambio de piezas mecánicas rotas y gastos en herramientas manuales, etc.

**7.3.1.3 Materia prima.** El costo de la materia prima es el más influyente e importante de todos, sobre todo por su muy bajo valor, como a continuación se describe. Es un costo variable porque depende del volumen de producción total (planta propia y de terceros).

El precio de las vísceras y plumas de terceros es variable dependiendo de cada caso. Esto se debe a que es considerado desperdicio del proceso de faena y todos los frigoríficos necesitan: o procesarlos, o tramitar su deposición final con el costo que implica. Por tales motivos, existen


casos de frigoríficos que pagan para que le retiren las vísceras y las plumas de sus instalaciones, como así también acepten precios muy bajos por ellos. También se da el caso que acepten como forma de pago, maquinaria en desuso u ociosas del frigorífico interesado en las vísceras y/o plumas. Es apropiado asignarle el valor de **\$1** por cada kilogramo de vísceras y costo nulo las plumas, sí hay que tener en cuenta el costo de su transporte. El costo es diario.

A estos costos hay que sumarles los indirectos asociados al volumen a procesar de vísceras y plumas de la planta propia de faena, estos también son variables. Está asociado con los costos de mantenimiento y energía de la planta de faena. Estos costos influyen en la planta de rendering porque de ellos proviene la materia prima. Resulta conveniente asignarle **\$1** por cada kilogramo de materia a procesar.

**7.3.1.4 Flete de materia prima.** Para el traslado de la materia prima proveniente de terceros se utilizan dos fletes diarios para cada una. Se necesita de una batea y de un chasis por cada flete y cada flete tiene una capacidad máxima de transporte de 20.000 kg. Es decir, se usan dos fletes para trasladar las vísceras y dos fletes para trasladar las plumas.

Para trasladar los 30.000 kg de cada materia prima, se distribuye la cantidad de 15.000 kg por cada flete aproximadamente.

El precio del flete es de \$ 48 por cada kilómetro. Se considera un promedio de 50 km por día, ya que provienen de frigoríficos cercanos. Este costo es variable.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	140
--	---	---	-----

**7.3.1.5 Servicios de energía.** Los costos de energía eléctrica y gas natural son variables porque dependen del volumen de producción. A partir de precios unitarios de la distribuidora de gas Camuzzi y la cooperativa eléctrica de Salto, se estimaron los costos totales en los servicios. Y los datos fueron relevados para el mes de mayo del 2018. Los consumos fueron de 252.111 m<sup>3</sup> (IVA incluido) y 127.883 kWh.

### **7.3.2 Costos administrativos:**

La planta de rendering cuenta con una oficina a cargo de un auxiliar administrativo. Los costos son mensuales y se consideran divididos en tres categorías principales:

- Sueldo personal: se incluyen las cargas sociales como en los casos anteriores. \$26.529.
- Gastos de mantenimiento de oficina: incluye mantenimiento de computadoras, materiales varios de librería (papel, carpetas, bolígrafos, etc.), gastos de mantenimiento, etc. Se estima en promedio. \$12.665
- Servicio de limpieza de oficina: es tercerizado. \$30.162
- Otros gastos: trámites, seguros, etc.

### **7.3.3 Costos de comercialización:**

El costo de comercialización es aquel para que el producto esté en condiciones de ser vendido y es un costo variable. Por ello es muy influyente y es el más difícil de determinar por varias razones, las tres siguientes son las más relevantes y se mencionan a grandes rasgos:

- Incluye una elevada cantidad y variedad de impuestos, aranceles y cuestiones legales;
- Interviene lo relacionado con la logística, canales de distribución y transporte;

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

•Se debe considerar los costos del embalaje y envasado del producto.

Por otro lado es difícil de determinar por el grado de detalle que implica. Esto quiere decir que es información muy precisa, amplia y de acceso restringido. No obstante, el área de comercialización y ventas nos brindó datos relevantes para poder hacer una estimación y comparación del costo total.

Se tiene en cuenta la comercialización en mercado interno y en exportación.

•El costo para el mercado interno es del 9% en promedio del precio de venta y se destina un 37% promedio de la producción. Se incluye: ganancia bruta, anticipos, retenciones, etc.

•El costo para exportar es del 32% en promedio del precio de venta y se destina un 63% promedio de la producción. En esto se incluye: canales de distribución, aranceles y regulaciones no arancelarias, transporte, contrato y solución de controversias, despacho de aduana, facturación, seguros, reintegros para cada producto, derechos a la exportación, exigencias del país de destino, etc.

En cuanto al transporte del producto a los clientes, se cuenta con servicio tercerizado. Es por vía terrestre y se utilizan 2 camiones diarios (uno para cada tipo de harina), tanto para mercado interno como para exportar luego por vía marítima. El servicio incluye la logística completa y el presupuesto mensual promedio es de \$368.452 mensuales.

El packaging necesario para el producto se compra a terceros. El bolsón de polipropileno tiene un costo unitario promedio de \$58. El costo promedio mensual es de \$40.600 mensuales.


 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
--	--	--

Tanto para las ventas en el interior como el exterior, se incluyen los dos costos antes nombrados.

Tabla 20. Egresos antes del proyecto.

EGRESOS ANTES DEL PROYECTO										
	PLUMAS			VISCERAS			PROCESOS			Subtotal mensual(\$)
	Cantidad (kg/día)	Costo unitario (\$/kg)	Subtotal (\$/día)	Cantidad (kg/día)	Costo unitario (\$/kg)	Subtotal (\$/día)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Subtotal (\$)	
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>										
Personal de producción (mensual)							18	30.000	540.000	540.000
Personal de mantenimiento (mensual)							7	30.000	210.000	210.000
Gastos grales. de mant. (mensual)									1500.600	1500.600
Materia prima propia	19.500	1	19.500	40.000	1	40.000				1.190.000
Materia primas de terceros	30.000	-	-	30.000	1	30.000				600.000
Fletes de materia prima							200	48	9.600	192.000
Gas natural (mensual)									252.814,32	252.814,32
Energía eléctrica (mensual)									273.420,84	273.420,84
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$)</b>										<b>4.758.835,16</b>
<b>COSTOS ADMINIST.</b>										
Personal administrativo (mensual)							1	26.529	26.529	26.529
Otros gastos administrativos							1	73.903	73.903	73.903
<b>TOTAL COSTOS ADMINISTRAT. (\$)</b>										<b>100.432,0</b>
<b>COSTOS COMERCIALES</b>										
Mercado interno										490.509,00
Ventas exterior										2.969.568,00
<b>TOTAL COSTOS COMERCIALES (\$)</b>										<b>3.460.077,00</b>
<b>TOTAL COSTOS (\$)</b>										<b>8.319.344,16</b>



 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

## 7.4 Ingresos después del proyecto

Con la optimización en el abastecimiento de vapor, se considera procesar **30.000 kg/día** de vísceras **extras**. Por lo que la cantidad procesada sería de **100.000 kg/día**.

A un rendimiento del 30%, se obtendrían **30.000 kg/día** de harina procesada de vísceras.

La producción de harina de plumas se mantendría igual, ya que por cuestiones técnicas ajenas al proyecto no se puede aumentar la velocidad de producción (la secadora de plumas no puede procesar la producción nominal del hidrolizador).

Tabla 21. Ingresos después del proyecto.

INGRESOS DESPUÉS DEL PROYECTO				
Descripción	Cantidad (ton/día)	Precio (USD/ton)	Subtotal diario (USD)	Subtotal diario (\$)
Harina de vísceras	30	700	21.000	840.000
Harina de plumas	14,85	250	3.712,50	148.500
<b>Total diario(USD)</b>	24.712,50			
<b>Total diario(\$)</b>	988.500			
<b>Total mensual (\$)</b>	<b>19.770.000</b>			

## 7.5 Egresos después del proyecto

### 7.5.1 Costos de producción proyectados:

**7.5.1.1 Mano de obra de producción.** Se proyecta procesar 100.000 kg de vísceras diarias a una velocidad promedio de 6.500 kg/h. Con 2 turnos de 8 horas cada uno se alcanza a procesar dicha cantidad de materia prima. El procesamiento de plumas seguirá igual, como ya se mencionó antes.

**7.5.1.2 Mantenimiento.** Los costos de mantenimiento serán aproximadamente iguales.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
---	---	---

**7.5.1.3 Materia prima.** El volumen aumenta a 30.000 kg más de vísceras, el de las plumas se mantiene igual. Los costos indirectos de planta propia se redujeron en promedio en un 25% según fuente interna.

**7.5.1.4 Flete de materia prima.** Se necesitará un flete más para trasladar los 30.000 kg más de vísceras.

**7.5.1.5 Servicios de energía.** Los datos fueron relevados en el mes de agosto del 2018. Los consumos fueron de 168.362 m<sup>3</sup> (IVA incluido) y 138.695 kWh.

#### **7.5.2 Costos administrativos proyectados:**

Estos costos también permanecerán aproximadamente iguales.

#### **7.5.3 Costos de comercialización proyectados:**

El costo se considera para el volumen de ventas proyectado. (Sección 7.4)

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</b>	<b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b>	<b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b>
---	--	--

Tabla 22. Egresos después del proyecto.

EGRESOS DESPUÉS DEL PROYECTO										
	PLUMAS			VISCERAS			PROCESOS			Subtotal mensual (\$)
	Cantidad (kg/día)	Costo unitario (\$/kg)	Subtotal (\$/día)	Cantidad (kg/día)	Costo unitario (\$/kg)	Subtotal (\$/día)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Subtotal (\$)	
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>										
Personal de producción (mensual)							12	30.000	360.000	360.000
Personal de mantenimiento (mensual)							7	30.000	210.000	210.000
Gastos grales. de mant. (mensual)									1.500.600	1.500.600
Materia prima propia	19.500	0,75	14.625	60.000	0,75	45.000				1.192.500
Materia primas de terceros	30.000	-	-	60.000	1	60.000				1.200.000
Fletes de materia prima							250	48	12.000	240.000
Gas natural (mensual)									229.831,20	229.831,20
Energía eléctrica (mensual)									248.564,40	248.564,40
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$)</b>										<b>5.181.495,60</b>
<b>COSTOS ADMINISTRAT.</b>										
Personal administrativo (mensual)							1,00	26.529	26.529	26.529
Otros gastos administrativos							1,00	73.903	73.903	73.903
<b>TOTAL COSTOS ADMINISTRAT. (\$)</b>										<b>100.432,0</b>
<b>COSTOS COMERCIALES</b>										
Mercado interno										658.341,00
Ventas exterior										3.985.632,00
<b>TOTAL COSTOS COMERCIALES (\$)</b>										<b>4.643.973,00</b>
<b>TOTAL COSTOS (\$)</b>										<b>9.925.900,60</b>

## 7.6 Rentabilidad

La rentabilidad es la capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión. Este Beneficio es la diferencia entre los Ingresos y los Egresos.

- Rentabilidad mensual antes del proyecto: \$ 6.410.655,84 → 43,52 % (Rent./Ingr.)
- Rentabilidad mensual después del proyecto: \$ 9.844.099,40 → 49,79 % (Rent./Ingr.)

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	<p>146</p>
--	---	---	------------

•Crecimiento de la rentabilidad después del proyecto: \$ **3.433.443,56**

## 7.7 Flujo de caja

Flujo de caja (flujo de tesorería, flujo de efectivo, flujo de fondos, cash flow) se refiere a las entradas y salidas de dinero generadas por un proyecto, inversión o cualquier actividad económica. También es la diferencia entre los cobros y los pagos realizados por una empresa en un período determinado.

Un flujo de caja se estructura en columnas que representan los movimientos de costos y beneficios de un proyecto. Se reflejan los movimientos de caja ocurridos durante un período y los desembolsos que deben ser realizados para que los eventos del período siguiente puedan ocurrir.

Para hacer los flujos de caja se consideró lo siguiente:

- Inversión (costo del proyecto): \$816.161.
- Impuesto a las ganancias: 35%.
- Inflación mensual: 4%.
- Financiamiento: propio.
- Horizonte temporal: 6 meses.

A continuación se muestran los flujos de fondo antes y después de implementado el proyecto. Los mismos se determinaron en una planilla de cálculo de Excel.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>
--	---	---

147

Tabla 23. Flujo de caja antes del proyecto.

FLUJO DE CAJA ANTES DEL PROYECTO						
	MES 1 (\$)	MES 2 (\$)	MES 3 (\$)	MES 4 (\$)	MES 5 (\$)	MES 6 (\$)
<b>ACUMULADO</b>	-	4.166.926,30	7.042.105,44	9.084.316,02	10.592.030,79	11.759.534,41
<b>INGRESOS</b>	14.730.000,00	15.319.200,00	15.931.968,00	16.569.246,72	17.232.016,59	17.921.297,25
<b>EGRESOS</b>	-8.319.344,16	-8.652.117,93	-8.998.202,64	-9.358.130,75	-9.732.455,98	-10.121.754,22
<b>SALDO PROVISORIO</b>	6.410.655,84	10.834.008,37	13.975.870,80	16.295.431,99	18.091.591,40	19.559.077,45
<b>IMPUESTOS 35%</b>	-2.243.729,54	-3.791.902,93	-4.891.554,78	-5.703.401,20	-6.332.056,99	-6.845.677,11
<b>SALDO FINAL</b>	<b>4.166.926,30</b>	<b>7.042.105,44</b>	<b>9.084.316,02</b>	<b>10.592.030,79</b>	<b>11.759.534,41</b>	<b>12.713.400,34</b>

Crecimiento → 205 %


Tabla 24. Flujo de caja después del proyecto.

FLUJO DE CAJA DESPUÉS DEL PROYECTO							
	MES 0 (\$)	MES 1 (\$)	MES 2 (\$)	MES 3 (\$)	MES 4 (\$)	MES 5 (\$)	MES 6 (\$)
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	-816.161,00		-	-	-	-	-
<b>ACUMULADO</b>	-	-816.161,00	5.868.159,96	10.468.915,17	13.725.590,50	16.119.261,29	17.963.052,41
<b>INGRESOS</b>		19.770.000,00	20.560.800,00	21.383.232,00	22.238.561,28	23.128.103,73	24.053.227,88
<b>EGRESOS</b>		-9.925.900,60	-10.322.936,62	-10.735.854,09	-11.165.288,25	-11.611.899,78	-12.076.375,77
<b>SALDO PROVISORIO</b>		9.027.938,40	16.106.023,34	21.116.293,08	24.798.863,53	27.635.465,24	29.939.904,51
<b>IMPUESTOS 35%</b>	-	-3.159.778,44	-5.637.108,17	-7.390.702,58	-8.679.602,24	-9.672.412,83	-10.478.966,58
<b>SALDO FINAL</b>	<b>-816.161,00</b>	<b>5.868.159,96</b>	<b>10.468.915,17</b>	<b>13.725.590,50</b>	<b>16.119.261,29</b>	<b>17.963.052,41</b>	<b>19.460.937,93</b>

Crecimiento → 232 %

Diferencia entre ambos flujos → 27%

Si se observa y se compara las tablas anteriores, puede observarse que con la implementación del proyecto se tiene un aumento significativo en la rentabilidad. Es por ello que resultó conveniente proyectar ambos flujos, más allá de que el negocio ya era rentable antes del proyecto, para apreciarlo en cifras monetarias.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	148
--	---	---	-----

### 7.8 Determinación de los criterios de evaluación: VAN y TIR

Los métodos de evaluación financiera están caracterizados por determinar las alternativas factibles u óptimas de inversión utilizando indicadores financieros. Para nuestro caso utilizaremos el VAN y la TIR. Estos dos últimos dependen del flujo de fondos.

El Valor Actual Neto es un indicador de rentabilidad de un proyecto. El VAN es la diferencia entre todos los Ingresos y todos los Egresos al valor actual.

En palabras simples, es la diferencia equivalente, en dinero de hoy, de lo que gané (o dejé de ganar) con respecto a si hubiera invertido ese dinero a una tasa de interés determinada.

Al calcular este indicador para cierto período se obtiene un valor numérico y su significado puede interpretarse de la siguiente manera:

- **VAN > 0**, indica que el proyecto estudiado arroja rentabilidad superior a la exigida por el inversionista. Es conveniente llevar a cabo el proyecto.

- **VAN = 0**, indica que el proyecto arroja rentabilidad igual a la exigida por el inversionista y la ejecución del proyecto es opcional.

- **VAN < 0**, no significa que el negocio estudiado arroje pérdidas, únicamente la rentabilidad es inferior a la exigida y es decisión del inversionista llevar a cabo el proyecto.

La fórmula general para el cálculo del VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Diagrama de la fórmula del VAN con etiquetas:

- $n$ : Vida Util del Proyecto
- $FC_t$ : Flujo de Caja
- $I_0$ : Inversión Inicial
- $i$ : Tasa de Descuento
- $t$ : Tiempo

La sumatoria de estos valores, junto con el desembolso de la inversión, nos dará el valor actual neto de todo el proyecto.

El VAN es función decreciente de la tasa de actualización, existe entonces una sola tasa que permite al VAN anularse. Esta tasa es la tasa máxima de actualización aceptable para el Proyecto y se llama TIR.

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés equivalente por la inversión realizada. Es decir, es el “promedio” de tasa de interés anual que está ganando el inversionista por haber dedicado sus recursos a ese proyecto.

Muestra el porcentaje de rentabilidad promedio por período, definida como aquella tasa que hace el VAN sea igual a cero. La tasa interna de retorno TIR, complementa casi siempre la información proporcionada por el VAN. Si la TIR es muy alta, significa que estaremos ante un proyecto de inversión muy rentable.

La fórmula general para el cálculo de la TIR es:

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_0 = 0$$

Diagram illustrating the Net Present Value (VAN) formula. The formula is  $\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_0 = 0$ . Labels with red lines point to the components: 'Vida Util del Proyecto' points to 'n', 'Flujo de Caja' points to 'FC<sub>t</sub>', 'Inversion Inicial' points to 'I<sub>0</sub>', 'Tasa de Descuento' points to 'i', and 'Tiempo' points to 't'.

**7.8.1 Cálculos del VAN y la TIR.** Para la VAN y la TIR se expresan en los cuadros siguientes, los flujos determinados en función de los datos expuestos y tomando como referencia una tasa del 35%, que es una tasa de referencia de mercado y con un horizonte temporal de 6 meses.

Para nuestro caso, no tiene que pasar ni un período para recuperar la inversión. Los cálculos fueron realizados con las fórmulas financieras de una planilla de cálculo de Excel.

Tabla 25. Cálculo de VAN y TIR del proyecto.

PERIODOS	FONDOS	VAN
0	-816.161,00	-816.161,00
1	5.868.159,96	\$ 4.346.785,16
2	10.468.915,17	\$ 5.744.260,72
3	13.725.590,50	\$ 5.578.657,93
4	16.119.261,29	\$ 4.852.997,43
5	17.963.052,41	\$ 4.006.003,22
6	19.460.937,93	\$ 3.214.853,27
<b>VAN DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 26.927.396,74</b>
<b>TIR DEL PROYECTO</b>		<b>557,77%</b>


Como se puede apreciar en esta última tabla, el VAN y TIR arroja valores muy elevados porque depende los flujos de caja, los cuales ya son muy elevados.



Con esto se concluye y se determina que el negocio del rendering a este nivel de volumen de producción es demasiado rentable si se cuenta con los recursos necesarios para poder llevar a cabo el proceso, como ser infraestructura y tecnología que son los pilares principales. La gran ventaja que tiene este tipo procesamiento es el costo demasiado bajo que tiene la materia prima, ya que considera como desperdicio del proceso de faena.

Puede verse ya desde la determinación de rentabilidad y los flujos de fondo la viabilidad de llevar a cabo el proyecto desde el punto de vista económico. Pero con estos indicadores (VAN y TIR) calculados, se cuenta con una herramienta adicional a la hora de tomar decisiones a la hora de tener que llevar a cabo el proyecto.

La intención de este estudio económico-financiero fue demostrar que la actividad del rendering a este nivel es muy factible y rentable y que las perspectivas futuras son positivas.

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	<p>152</p>
--	---	---	------------

### Bibliografía

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2006). *Termodinámica* (Quinta ed.). México: McGraw-Hill.

Junta de Castilla y León. *Manual Técnico, Diseño y cálculo de redes de vapor*. Castilla: Junta de Castilla y León.

Armstrong Internacional.inc. (1998). *Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados*.

Spirax Sarco. *Guía de referencia técnica Distribución del Vapor*. Recuperado el 30 julio 2018, de [https://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema2/distrib\\_vapor.pdf](https://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema2/distrib_vapor.pdf)

INTA (marzo 2018). *Manual de Avicultura*. Recuperado el 05 octubre 2018, de [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/manuales/archivos2/020000\\_Manual\\_de\\_Avicultura.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/manuales/archivos2/020000_Manual_de_Avicultura.pdf)

García Pérez, Aránzazu. (2017). *Análisis e implantación de medidas de eficiencia energética en redes de distribución de vapor y condensado* (Tesis fin de master). Recuperado el 19 septiembre 2018, de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6043/tfm-gar-ana.pdf?sequence=1>

Álvarez Cevallos, I. A. (2014). *Diseño del sistema de distribución de vapor en el Hospital León Becerra de Guayaquil* (Tesis de grado). Recuperado el 19 septiembre 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13427>

Subsecretaría de Planificación Económica. (Julio 2016). *Informes de Cadena de Valor cárnica-aviar*. Recuperado el 14 agosto 2018, de [https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE\\_Cadena\\_Valor\\_Aviar.pdf](https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadena_Valor_Aviar.pdf)

Subsecretaría de Agroindustria y Mercados. *Guía básica para exportar carne aviar y sus subproductos*. Recuperado el 02 octubre 2018, de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/publicaciones/calidad/Guias/GT-Avicola.pdf>

Jacobé, Pablo (2010). *Estrategia de Abastecimiento de Proteína Animal* (Tesis de grado). Recuperado el 27 junio 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13427>

Haarslev Industries (julio2016). *Rendering, Una actividad vital - Los retos en la producción*. (Presentación disertación). Recuperado el 29 agosto 2018, de

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>
---	--	--

[http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Cuarto\\_congreso/Rendering-Los-Retos-en-la-Produccion.pdf](http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Cuarto_congreso/Rendering-Los-Retos-en-la-Produccion.pdf)

**Sitios web recomendados:**

<http://www.spiraxsarco.com/global/ar/Pages/home.aspx>

<https://www.tlv.com/global/LA/>

<https://www.argentina.gob.ar/senasa>


<http://www.alimentosargentinos.gob.ar>

<https://www.engormix.com/>

<https://www.haarslev.com/>

<http://www.fimaco.com.ar/>

<http://www.bcra.gov.ar/>

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>	<p>154</p>
--	--	--	------------

## Anexos

### ANEXO I: GLOSARIO AVÍCOLA

**Anacultura:** Es el arte de la crianza, engorde y mejora genética de los patos domésticos; constituye una alternativa de producción de alimentos de origen animal.

**Aves de engorde:** Son aves hembras y machos que provienen de la incubación de huevos fértiles producidos por las gallinas reproductoras padres de engorde; estas gallinas pertenecen a las líneas especializadas en la producción de carne. De acuerdo a su edad las aves de engorde pueden ser: pollos “BB” para engorde, pollos de engorde, pollos tipo parrilla y pollos tipo bodega.

**Aves reproductoras:** Son aves hembras y machos especializados para la reproducción de huevos fértiles. De acuerdo a su edad y sexo, las aves reproductoras pueden ser: Pollas reproductoras, gallinas reproductoras, reproductoras "BB", pollos reproductores y gallos reproductores. Por la línea de producción de aves reproductoras pueden ser: abuelos de engorde, abuelos de postura y padres de postura.


**Cama de pollo:** Material hecho a base de cáscara de arroz y aserrín con el que se cubre el piso de los galpones a los fines de absorber las excreciones de las aves.

**Comiso o decomiso:** Se entiende por comiso o decomiso toda restricción al libre uso de los productos elaborados y sus primeras materias. Inclúyase en esta definición a los animales en pie. El producto comisado tendrá uno de los siguientes destinos: carnicería interna del establecimiento, consumo dentro del país, chacinado, conserva o digestor.

**Conversión:** La conversión del alimento es el parámetro técnico que más se usa en avicultura para evaluar sus resultados. Las siglas utilizadas es CA. Conversión del alimento (CA), significa la relación entre la cantidad de alimento en kilo o en libra, que se necesita para producir un kilo o libra de carne.

**Eclosión:** Momento en el cual el pollito nace y sale del huevo rompiendo el mismo la cáscara.

**Embolia gaseosa:** Método de sacrificio el cual consiste en inyectar de 3 a 5 cm<sup>3</sup> de aire en el seno atlanto-occipital del ave.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</p>	<p>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</p>	<p>155</p>
---	--	--	------------

**Encasetamiento:** Es la actividad correspondiente al momento en que un lote de aves es llevado a la caseta o galpón donde van a comenzar su periodo productivo.

**Encortinar:** Poner cortinas a un galpón de cría para conservar la temperatura producida por los sistemas de calefacción utilizados.

**Escaldado:** El escaldado es el primer paso en el proceso de extracción de plumas. Los pollos se sumergen en agua caliente agitada intensamente, que transfiere el calor a los folículos de las plumas, permitiendo extraer las plumas mecánicamente a través de las desplumadoras en el siguiente paso del proceso.

**Estertor:** Ruidos anormales durante la respiración. Común en enfermedades respiratorias de las aves.

**Faena:** Se entiende por faena el trabajo ejecutado desde el sacrificio de los animales, hasta su entrada a cámaras frigoríficas o su expendio con destino al consumo o industrialización de las reses, medias reses o cuartos. Por extensión se incluyen en el vocablo los animales que pueden ingresar muertos, para su posterior elaboración.

**Guano:** Desecho de las aves.

**Incubación:** Período durante el cual un huevo fecundado se expone al calor con el fin de que se desarrolle un embrión para dar lugar a un nuevo individuo.

**Menudos:** Se entiende por menudos, el conjunto integrado por tráquea, pulmones, corazón e hígado de los animales mamíferos y por menudos de aves, al conjunto integrado por hígado, corazón y estómago muscular desprovisto de la mucosa.

**Vísceras:** Se entiende por vísceras, cada uno de los órganos contenidos en las principales cavidades del cuerpo de los animales.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

## ANEXO II: SIGLAS

BPM: Buenas prácticas de manufacturas.

CAPIA: Cámara Argentina de Productores Avícolas.

CAPIP: Cámara Argentina de Productores Integrados de Pollos.

CEPA: Centro de Empresas Procesadoras Avícolas.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

ITC: International Trade Centre.

MAGyP: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.


OEDE: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial.

PNSA: Plan Nacional de Sanidad Avícola.

RENAVI: Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas.

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

USDA: United States Department of Agriculture.

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</p>  <p>FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador</b> <b>Ing. Electromecánica</b> <b>2018</b></p>
---	---	---

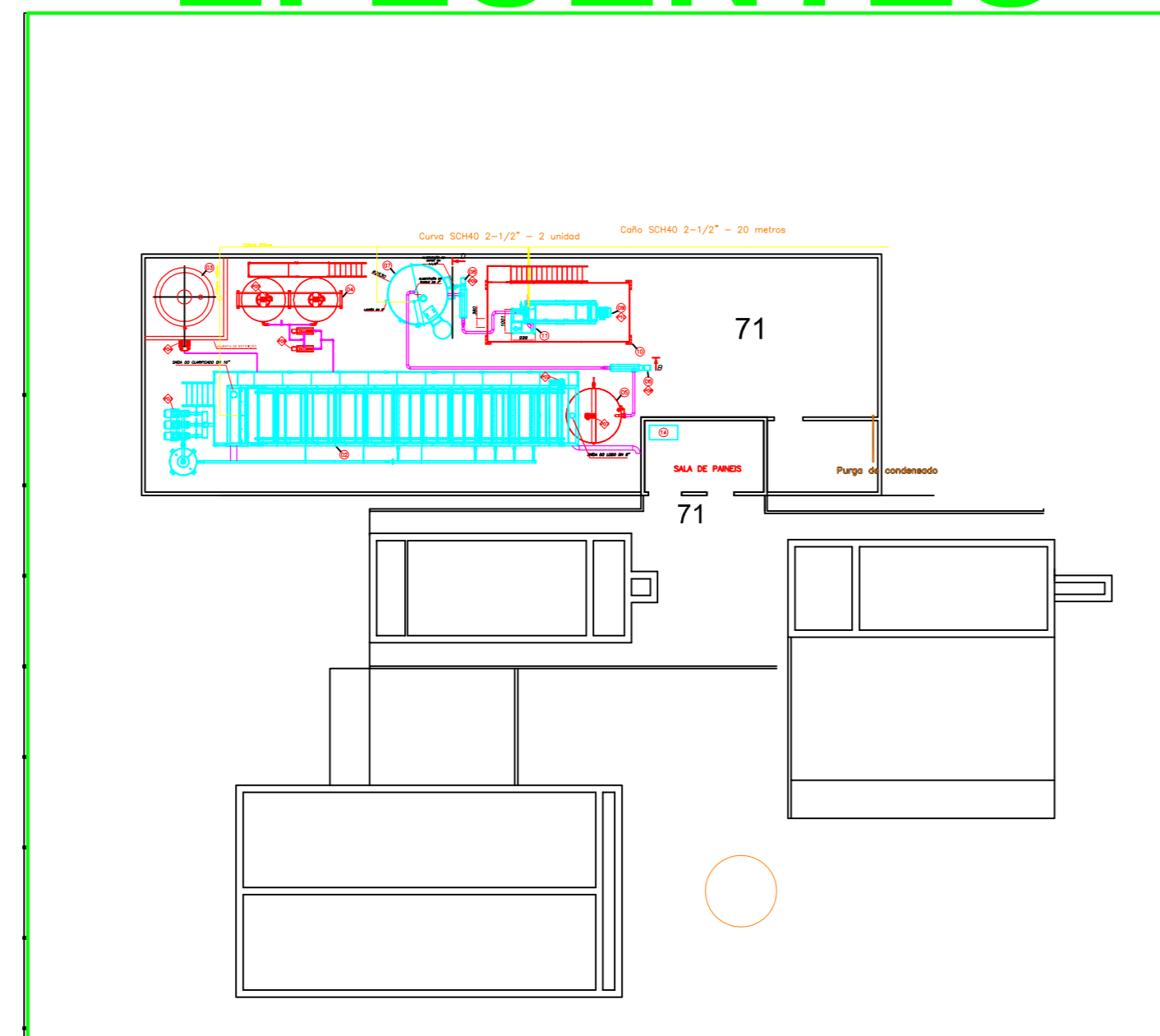
### **ANEXO III: PLANOS**

A continuación se adjuntan los planos en el orden siguiente:

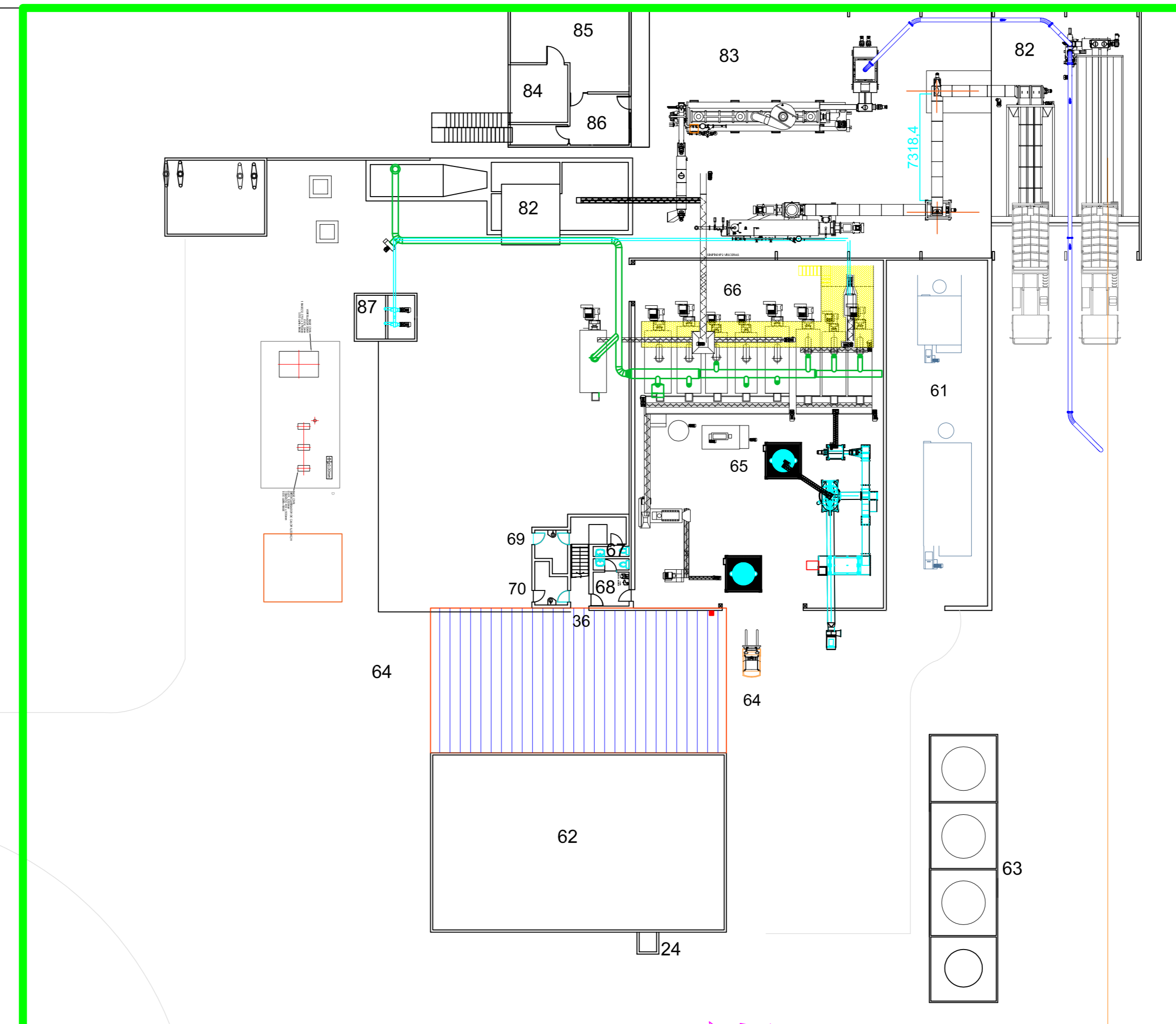
- Plano general
- Plano planta rendering
- Diagrama proceso rendering



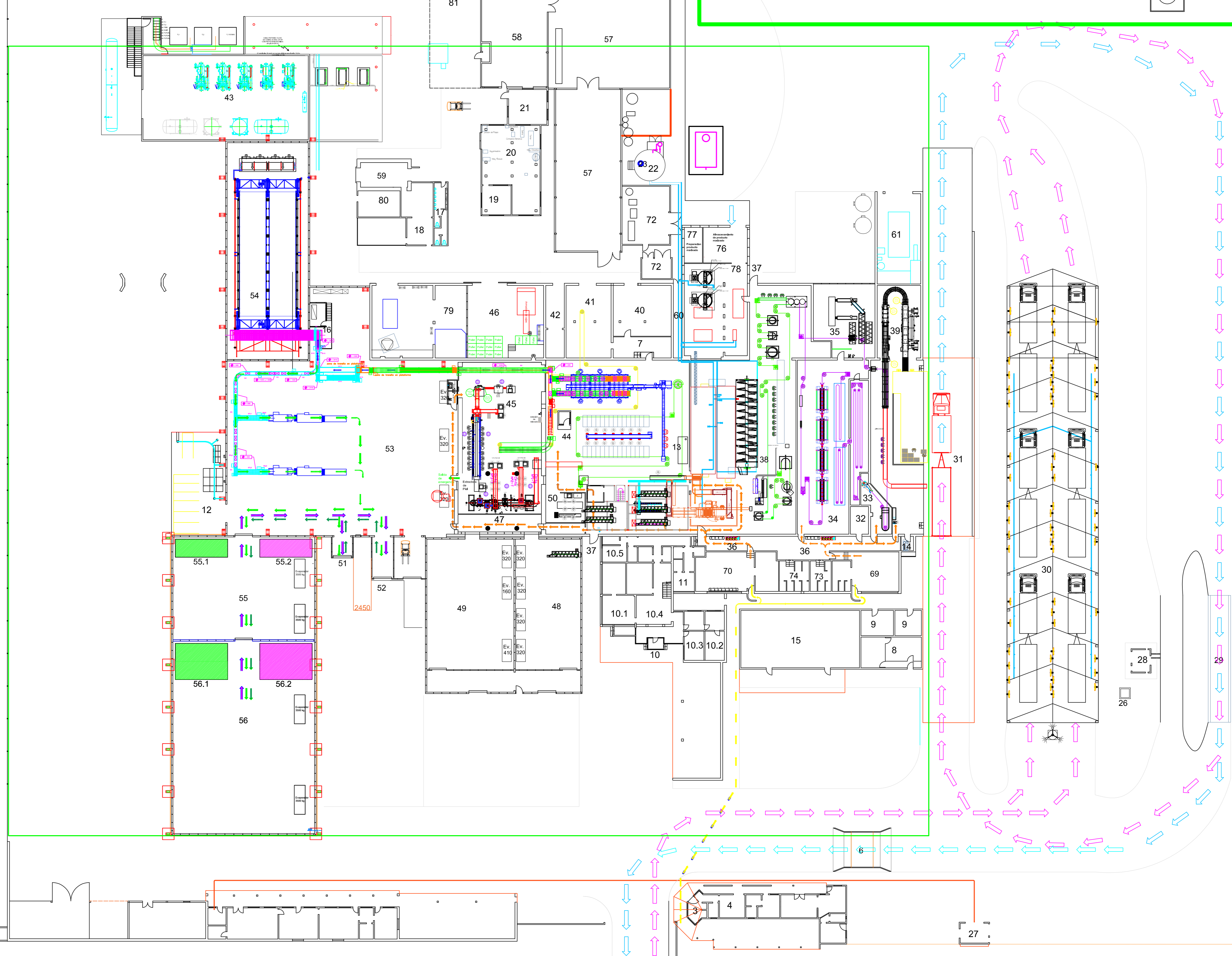
# EFLUENTES



# RENDERING



# PLANTA DE FAENA



# PLANTA SOYCHU

## REFERENCIAS

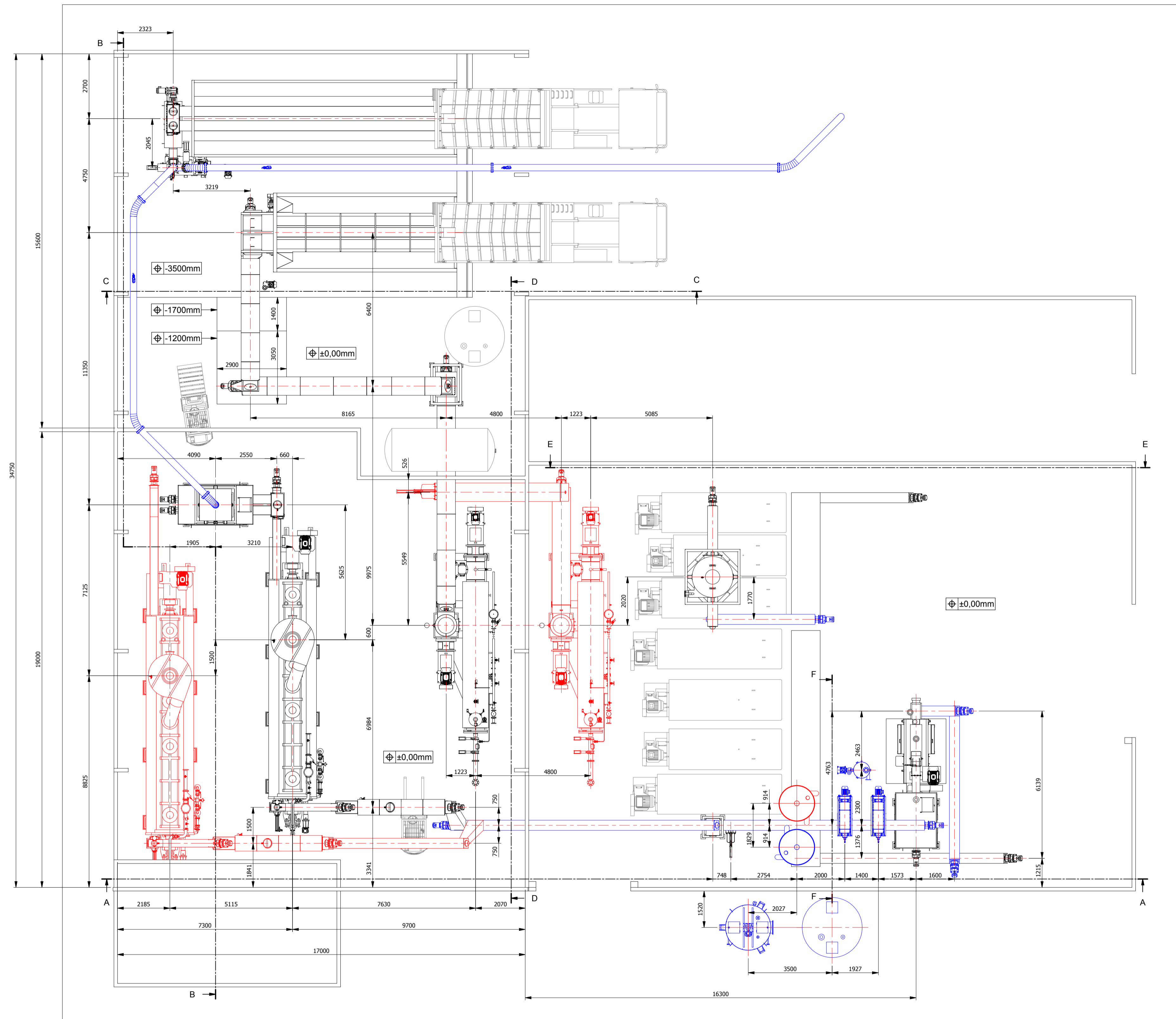
- 1 Oficina sistema, integración
- 2 Seguridad e higiene
- 3 Portería
- 4 Enfermería
- 5 Deposito de tóxicos
- 6 Arco sanitario
- 7 Etiquetado
- 8 Vestuario Mantenimiento
- 9 Vestuario Supervisores
- 10 Administración
- 10.1 Recursos humanos
- 10.2 Pañol de ropa
- 10.3 Oficina producción
- 10.4 Recepción
- 10.5 Oficina senasa
- 11 Oficina control de calidad
- 12 Sala de baterías
- 13 Clasificador Pollo "B"
- 14 Sala de necropsia
- 15 Comedor
- 16 Cabina túnel
- 17 Baño de mantenimiento
- 18 Sala de tablero principal
- 19 Taller eléctrico
- 20 Taller mecánico
- 21 Oficina mantenimiento
- 22 Cisterna de agua
- 23 Pozo de agua nº 1
- 24 Pozo de agua nº 5
- 25 Pozo de agua nº 3
- 26 Pozo de agua nº 6
- 27 Casilla de gas
- 28 Deposito playa
- 29 Báscula de camiones
- 30 Espera de aves vivas
- 31 Playa
- 32 Sala de tableros producción
- 33 Sangrado
- 34 Desplume
- 35 Garras zona intermedia
- 36 Filtro sanitario
- 37 Salida de emergencia
- 38 Eviscerado
- 39 Lavadora de jaulas
- 40 Envases primarios
- 41 Armado de cajas empaque
- 42 Deposito de Limpieza
- 43 Sala de máquinas
- 44 Empaque
- 45 Trozado
- 46 Armado de cajas trozado
- 47 Ante cámara
- 48 Cámara 5
- 49 Cámara 6
- 50 Garras zona limpia
- 51 Dock de carga 1
- 52 Dock de carga 2
- 53 Picking
- 54 Túnel
- 55 Deposito de productos refrigerados propios 1A
- 55.1 Deposito de terceros (rubro XXXV)
- 55.2 Deposito de terceros (rubro XXXIII)
- 56 Deposito de productos congelados propios 1B
- 56.1 Deposito de terceros (rubro XXXV)
- 56.2 Deposito de terceros (rubro XXXIII)
- 57 Deposito de insumos secundarios
- 58 Pañol
- 59 Generado eléctrico
- 60 Sala de clorinación
- 61 Sala de caldera
- 62 Deposito producto final
- 63 Deposito de aceite
- 64 Rendering
- 65 Zona limpia
- 66 Zona sucia
- 67 Baño zona sucia
- 68 Baño zona limpia
- 69 Vestuario zona sucia
- 70 Vestuario zona limpia
- 71 Daf (tratamiento de efluentes primarios)
- 72 Sala neumática
- 73 Baños zona sucia
- 74 Baños zona limpia
- 75 Marinado
- 76 Almacenamiento de producto marinado
- 77 Preparación de producto marinado
- 78 Tanque de marinado
- 79 Sala de tablero trozado
- 80 Sala de motores
- 81 Ampliación pañol área proyectos
- 82 Tolvas de recepción
- 83 Digestor continuo e hidrolizador
- 84 Transformador subproducto
- 85 Sala de tableros subproducto
- 86 Oficina subproducto
- 87 Bomba de pluma

## REFERENCIAS:

- FLUJO CAMIONES CARGADOS
- FLUJO CAMIONES DESCARGADOS
- FLUJO INGRESO A VESTUARIOS
- FLUJO INGRESO A PRODUCCION
- INGRESO DE PRODUCTO ENVASADO A TUNEL
- EGRESO DE PRODUCTO DEL TUNEL
- PRODUCTO PROCESADO
- DESPACHO DE PRODUCTO PROPIO Y DE TERCEROS
- INGRESO DE PRODUCTOS DE TERCEROS
- DEPOSITO DE TERCEROS (RUBRO XXXV)
- DEPOSITO DE TERCEROS (RUBRO XXXIII)

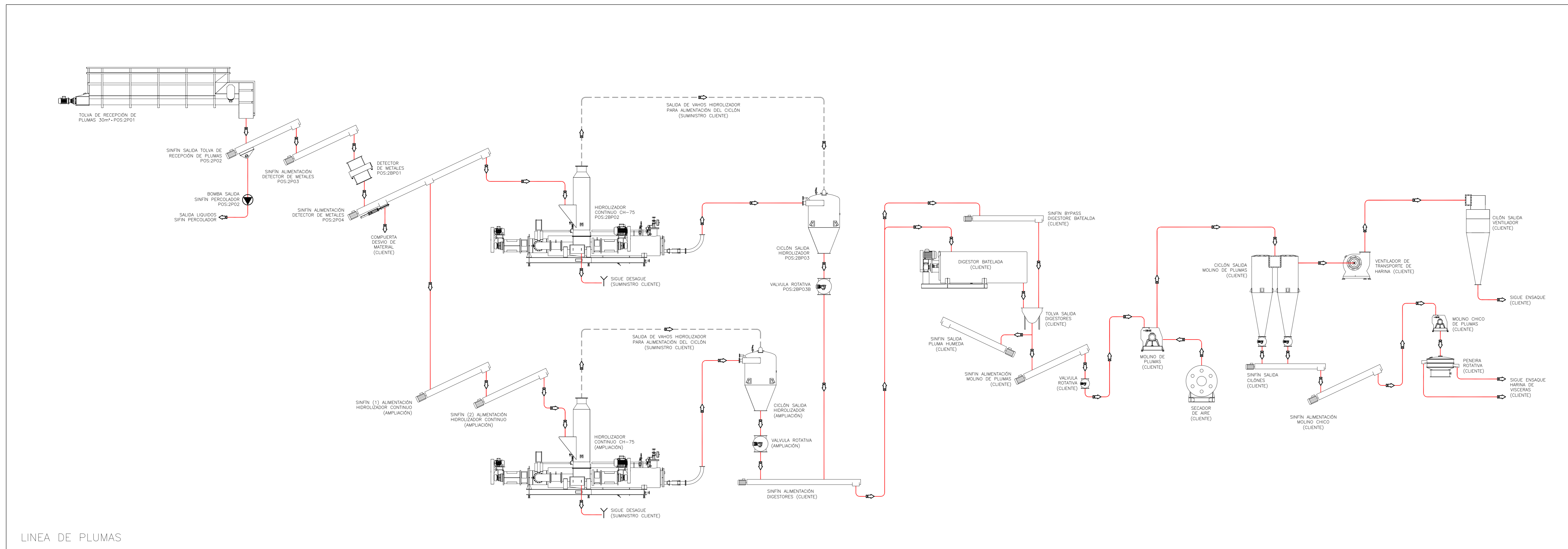
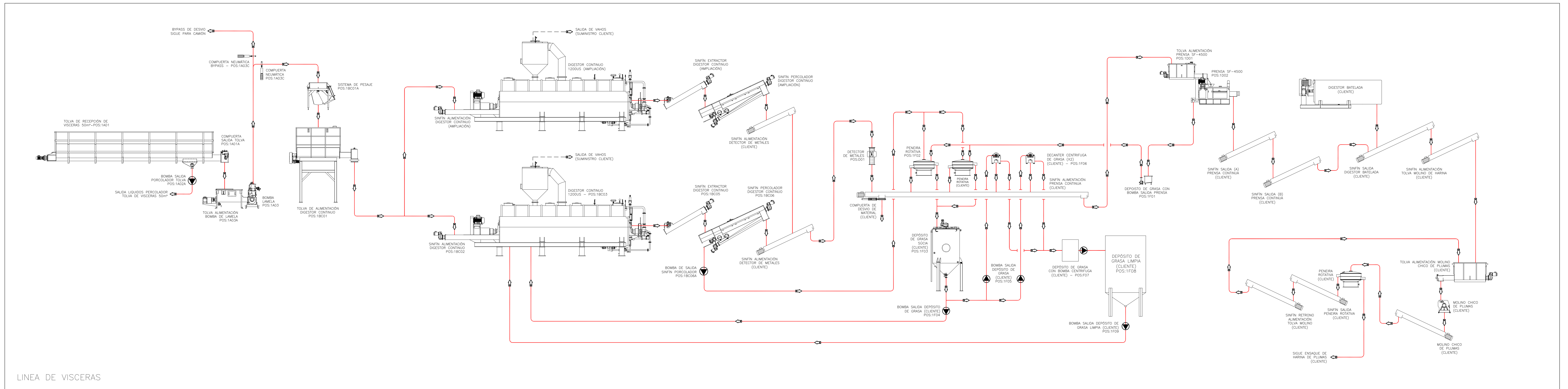


**PLANTA BAJA - ESCALA 1:100**



- SUMINISTRO HAARSLEV
- SUMINISTRO CLIENTE
- AMPLIACIÓN FUTURA
- EQUIPOS EXISTENTES

Revisión:	Date:	Author:	Comments:		
B					
C					
D					
E					
Approved:	Date:	Ini:	Projection:	Tolerance:	Scale: 1:100 Sheet size: A1 Weight:
Drawn:	27/01/2016	DAVISL		Part no:	PLANTA BAJA
Last saved:	29/01/2016	DAVISL		Description:	CLINETE: FRIGORIFICO DE AVES SOYCHU
					Drawing no:
					800374-200-B.idw
					Sheet: 1

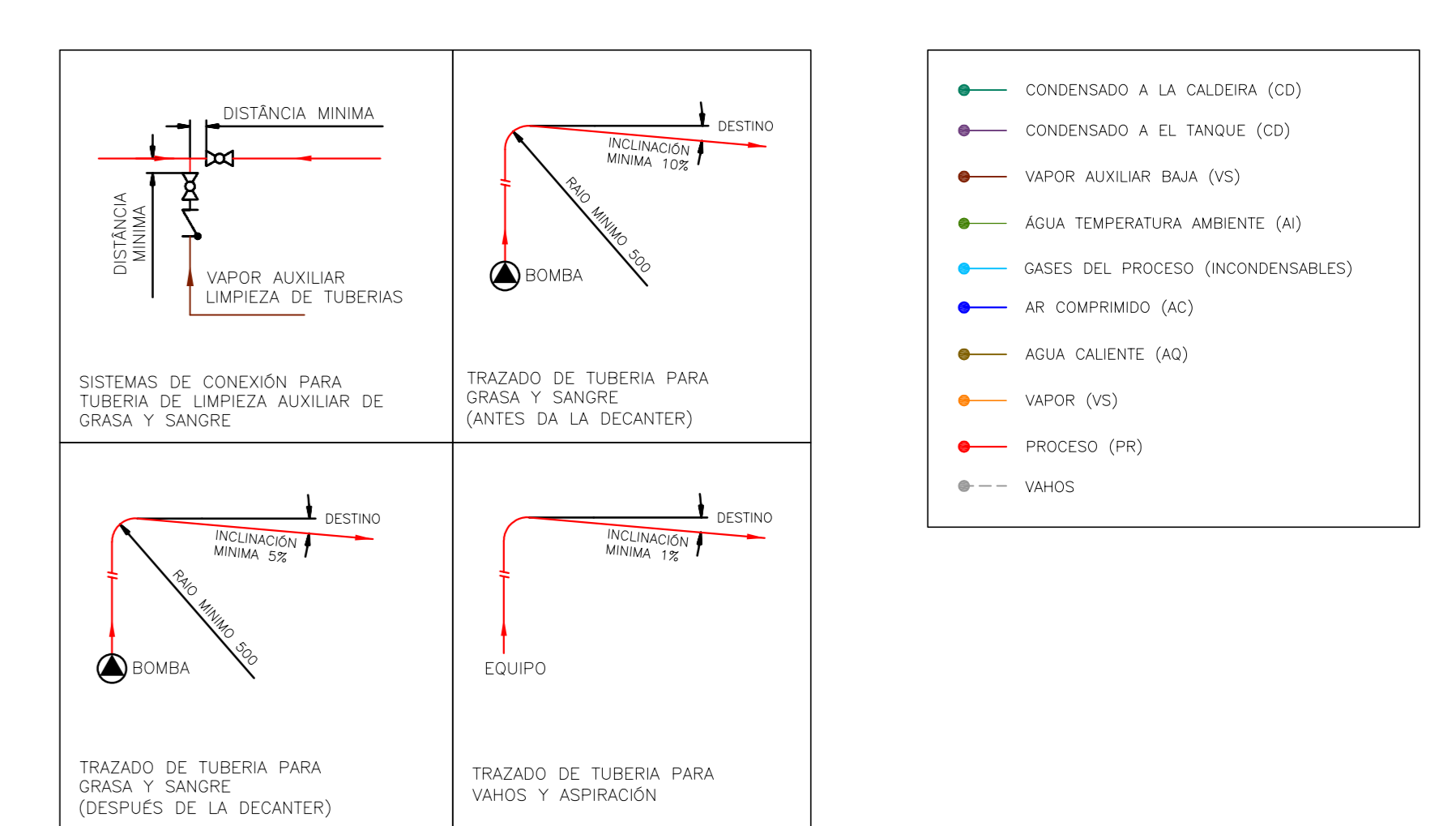


**LEYENDA DEL SIMBOLO**


	= Válvula de Seguridad		= Válvula de Retención		= Sentido de Flujo
	= Reducción Eléctrica		= Dreno		= Bomba
	= Filtro "Y"		= Purgador		= Unión
	= Válvula Reductora de Presión		= Tampón		= Visor de Flujo
	= Tubo Flexible		= Indicador de Presión (PI)		= Válvula Doble
	= Válvula Bola C/Actuador Neumático		= Indicador de Temperatura (TI)		= Válvula Aguja
	= Válvula Bola C/Actuador Neumático		= Válvula de Bola		= Válvula de Seguridad
	= Válvula de Seguridad Contrapeso		= Válvula Morse		= Válvula Termostática
			= Electroválvula Servocomandada		= Vlv. Contr. Temperatura

**NOTAS**

- ESTE PROYECTO ES UN DIAGRAMA Y NO REPRESENTA LA IMPLANTACION REAL DE LAS TUBERIAS.
- NO SE DEBEN SOLAPAR Y NO SE PUEDE APOYAR LAS TUBERIAS EN LOS EQUIPOS, PARA QUE NO TENGAN NINGUNA INTERFERENCIA EN LAS MEDICIONES DE LAS CELDAS DE CARGA.
- TODAS LAS TUBERIAS UTILIZADAS PARA VAPOR Y CONDENSABLES DEBEN SER EN ASTM A-53 SIN SOLDADURA SCHEDULE-40.
- TODA LA TUBERIA UTILIZADA PARA AIRE COMPRESADO DEBEN SER DIN-2440 GALVANIZADOS CLASE MEDIA.
- VERIFICAR EN EL CONTRATO LO COCADO DEL PROVEEDOR DE LOS EQUIPOS, BOMBAS, TUBERIAS Y UTILIDADES.
- LO OBJETIVO DESTE DIAGRAMA ES REFERENCIAR LAS TUBERIAS ENTRE LOS EQUIPOS, Y NO EL TRAZADO Y DISTANCIA ENTRE LAS TUBERIAS.



	CONDENSADO A LA CALDERA (CD)
	CONDENSADO A EL TANQUE (CC)
	VAPOR ALUXLAR BALA (VS)
	AGUA TEMPERATURA AMBIENTE (A)
	AGUA CALIENTE (AC)
	AIR COMPRESADO (AC)
	AGUA CALIENTE (AO)
	VAPOR (VS)
	PROCESO (PI)
	VAPOS

 <p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ</p>	<p><b>“Optimización de la instalación de vapor en un frigorífico avícola”</b></p>	<p><b>Proyecto Final Integrador Ing. Electromecánica 2018</b></p>	<p>158</p>
--	---	---	------------

### Conclusiones Finales

En este proyecto se han podido resolver los distintos objetivos satisfactoriamente. Entre ellos se puede citar:

- Solución técnica al problema de desabastecimiento de vapor al menor costo posible.
- Aumentar la capacidad de producción y contar con capacidad ociosa en la planta.

Por otra parte, de forma indirecta, se pudo lograr lo siguiente:

- Mejorar la calidad de los productos en forma continua.
- Contribuir al cuidado y protección del medio ambiente.

Queremos agradecer especialmente a Soychú Planta Salto por permitirnos llevar a cabo este proyecto y por brindarnos los conocimientos y herramientas necesarias para poder realizarlo.

A través de la realización del mismo, hemos podido vincular y asociar diversos conocimientos aprendidos durante nuestra carrera académica. Sumado a ello, las tareas de investigación nos permitieron introducirnos y aprender todo lo relacionado al negocio de la industria avícola, la cual se encuentra en continuo crecimiento y expansión.