Tesis
IID 2009
B3
V2.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"DISEÑO CONCEPTUAL Y BÁSICO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA PRODUCTORA DE EMBUTIDOS, EN CARACAS"

TOMO II

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR: Ana P. Baldomir G.

Karelys Z. Quintero L.

PROFESOR GUÍA: Alirio Villanueva

FECHA: 20 de febrero del 2009

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: .....

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre: .....

REALIZADO POR

PROFESOR GUIA

FECHA

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO VII. Análisis del problema 1
7.1 Definición de interacciones de las actividades 1
7.1.1 Tipo de distribución 1
7.1.1 Tipo de sistema de producción 3
7.1.2 Diagrama de relaciones 3
7.1.3 Tabla de doble entrada 3
7.2 Determinación del espacio requerido para la Instalación Industrial 3
7.2.1 Área de Producción 3
7.2.1.1 Producción principal 3
7.2.1.2 Producción curados 6
7.2.2 Áreas auxiliares o de apoyo 8
CAPITULO VIII. Generación de alternativas de diseño 32
8.1 Diseño de estructuras de los sistemas de manejo de materiales 32
8.1.1 Carritos 32
8.1.2 Torres o carros 32
8.2 Diseño de Alternativas 33
8.2.1 Distribución área producción 33
8.2.2 Diagrama de nodos 35
8.2.3 Representación en red o grilla 35
8.2.3.1 Piso planta 36
8.2.3.2 Piso uno 37
CAPITULO IX. Evaluación de alternativas de diseño 38
9.1 Evaluación de alternativas de la Representación en red 39
9.2 Evaluación Alternativas del Diseño de producción 41
9.2.1 Evaluación alternativa 1 41

9.3 Evaluación de alternativas por Costos de inversión..... 43

CAPÍTULO X. Selección del diseño más conveniente..... 46

10.1 Eficacia..... 47

10.2 Evaluación por puntos ponderados..... 47

10.3 Selección de alternativa..... 49

CAPITULO XI. Conclusiones y recomendaciones..... 50

11.1 Conclusiones..... 51

11.2 Recomendaciones..... 52

Bibliografía..... 56

Referencias electrónicas..... 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 28. Hoja Registro de requerimientos de servicios y espacios de la estación de trabajo Molido..... 5
Tabla 29. Resumen requerimiento de espacio producción..... 6
Tabla 30: Factor de máquinas para las embutidoras de productos curados..... 7
Tabla 31: Factor de máquinas para los molinos de productos curados..... 7
Tabla 32: Factor de máquinas para los hornos de productos curados..... 8
Tabla 33: Resumen de los equipos requeridos para productos curados..... 8
Tabla 34. Espacio recepción materia prima seca..... 10
Tabla 35. Requerimiento almacén materia prima insumos..... 14
Tabla 36. Factor de máquinas para los sistemas de refrigeración intensiva..... 17
Tabla 37. Requerimiento espacio almacén materia prima empaque..... 19
Tabla 38. Cajas por semana que entran al Almacén de Producto Terminado..... 22
Tabla 39. Salida de cajas semanales de Almacén de Producto terminado..... 23
Tabla 40. Entrada de cajas semanales de Almacén de Producto terminado..... 24
Tabla 41. Espacio baños y vestidores..... 25
Tabla 42. Área Laboratorio Calidad..... 26
Tabla 43. Dimensiones oficinas..... 27
Tabla 44. Dimensiones oficina y baño taller y almacén de repuestos..... 27
Tabla 45. Dimensiones oficinas..... 28
Tabla 46. Consumo de potencia de los equipos de producción..... 29
Tabla 47. Espacio para calderas..... 30
Tabla 48: Alternativas del área de producción..... 34
Tabla 49. Determinación del número de bloques para las grillas..... 36
Tabla 50. Determinación del número de bloques para las grillas del piso uno..... 37
Tabla 51. Valoración alternativa A..... 40
Tabla 52. Resumen eficacia alternativa representación en red..... 41
Tabla 53. Desde-Hasta Cantidades..... 42
Tabla 54. Desde-Hasta distancias..... 42

Tabla 55. Costos manejo materiales..... 43
Tabla 56. Costos de manejo de materiales alternativas..... 43
Tabla 57. Inversión Alternativa 1..... 44
Tabla 58. Resumen de costos anuales equivalentes..... 45
Tabla 59. Valoración costo manejo de materiales de las alternativas..... 47
Tabla 60. Valoración costo de inversión de las alternativas..... 48
Tabla 61. Valoración costo de inversión de las alternativas..... 48
Tabla 62. Puntos ponderados de las alternativas..... 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7. Diagrama de Pareto producción mensual en toneladas 2008..... 2
Figura 8. Requerimiento de Espacio Molino Wolfking..... 4
Figura 9. Ficha de requerimiento de espacio Molino Wolfkig..... 5

CAPÍTULO VII

Análisis del problema

En el siguiente capítulo se determinan las relaciones entre las diversas actividades primarias y secundarias de la planta, al igual que el requerimiento mínimo de espacio para cada una de ellas. Para poder hacer un análisis más profundo del problema planteado.

CAPITULO VII

Análisis del problema

7.1 Definición de interacciones de las actividades.

7.1.1 Tipo de distribución.

Según el diagrama de Pareto mostrado en la figura 7. Aproximadamente el 80% de la producción es destinada al 15% de los productos, lo que indica que pocos productos como la Pechuga de pavo, el Jamón de espalda y el Jamón de pierna son los más importantes, por lo tanto es recomendable considerar una distribución por producto, ya que este tipo de distribución es lineal, favoreciendo a los productos de mayor producción.

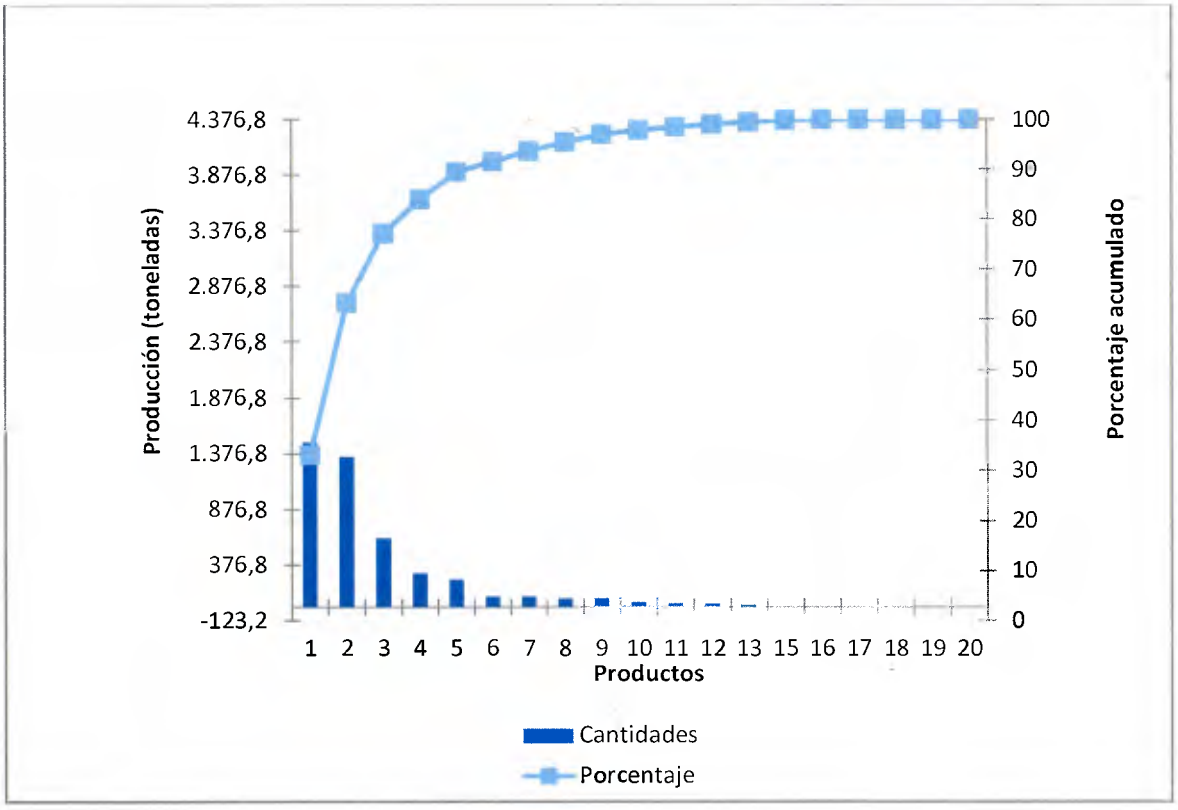

Figura 7. Diagrama de Pareto producción mensual en toneladas 2008.

Fuente Propia

7.1.2 Tipo de sistema de producción.

El sistema de producción característico de la planta de acuerdo a los cuatro tipos explicados en el capítulo marco teórico es el sistema de producción por lotes, debido a que en Charvenca se producen numerosos productos, existen niveles de inventario planeados para satisfacer la demanda, las maquinas son especializadas y la mano de obra no tiene que ser altamente desarrollada.

7.1.3 Diagrama de relaciones.

El diagrama de relaciones permite medir cualitativamente la relación que debe existir entre las diversas áreas y departamentos de la planta. Para su realización se procedió a usar la metodología de recolección de información; los resultados de las entrevistas hechas al personal de la planta pueden encontrarse en el ANEXO B.

Luego de obtener la información necesaria se construyó el diagrama de relaciones mostrado en el ANEXO B.

7.1.4 Tabla de doble entrada

La tabla de doble entrada se construye con la información suministrada por el diagrama de relaciones, determinando que el departamento con relaciones de cercanía más fuerte es el departamento de producción que obtuvo una suma igual a 20.

El resto de los valores de cercanía de los otros departamentos se encuentran en el tomo de anexos.

7.2 Determinación del espacio requerido para la Instalación Industrial

En base a las actividades primarias y secundarias de Charvenca el área total de la instalación se divide en área de producción y áreas auxiliares o de apoyo.

7.2.1 Área de Producción.

7.2.1.1 Producción Principal

El área de producción en Charvenca se divide en estaciones de trabajo según el proceso productivo:

a) Molido

b) Macerado y Mezclado

c) Picado de Tocino

d) Emulsión

e) Inyección y tenderizado

f) Embutido

g) Cocción

h) Enfriamiento

i) Desmolde

j) Empaque

Cada una de las estaciones de trabajo se calculo según la metodología de requerimiento de espacio para una instalación industria y en base al requerimiento de equipos. A continuación se muestra el cálculo del requerimiento de espacio de la estación de trabajo de Molino, el resto de los cálculos pueden ser detallados en la sección de Anexos.

1. Cálculo del área para el equipo, material y personal del Molino.

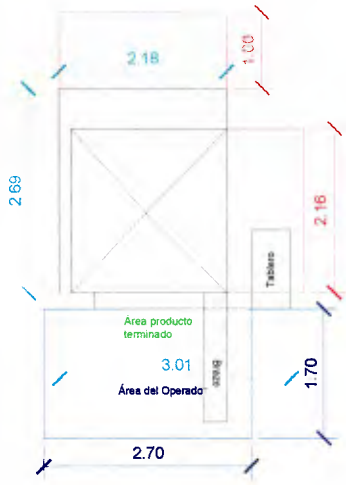

Figura 8. Requerimiento de Espacio Molino Wolfking
Fuente: Propia

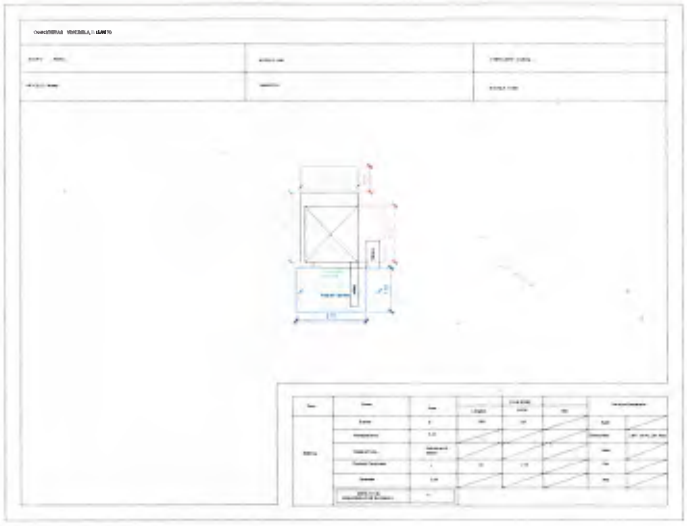

Figura 9. Ficha de requerimiento de espacio Molino Wolfkig.
Fuente: Propia.

2. Cálculo de área total de la Estación de trabajo Molido.

Según la información suministrada por el requerimiento de equipos, los molinos necesarios son 3.

		Requerimiento de servicios						
Equipos	**Cantidad**	**Electricidad**	**Aire comprimido**	**Agua**	**Vapor**	**Altura**	**Área de la estación de trabajo (m^2)**	**Área total (m^2)**
Molino Wolfking 400	3	230V				2,4m	14,24	42,72
							Área requerida neta	42,72
							15% holgura de pasillo	6,4
							TOTAL	**49,12**

Tabla 28. Hoja Registro de requerimientos de servicios y espacios de la estación de trabajo Molido.
Fuente: Propia.

Luego de calcular el requerimiento de espacio para cada estación de trabajo se tiene la siguiente tabla resumen:

Zona	m^2
Molido	49,12
Macerado y Mezclado	186,45
Picado de Tocino	12
Emulsión	25
Inyección	36
Tenderizado	40
Embutido	114,74
Cocción	206,69
Enfriamiento	76,36
Desmolde	36
Empaque	80
TOTAL	862,36

Tabla 29. Resumen requerimiento de espacio producción.
Fuente Propia

7.2.1.2 Producción Embutidos Curados

De acuerdo al requerimiento de equipos (molino, embutidora, horno) para esta línea se tiene que el área es de 19,64m^2. Esta estación de trabajo cuenta también con las cavas de curado, secado y madurado, cuyas dimensiones se determinaron usando como referencia de las cavas de la actual planta de Charvenca.

Área Equipos = 19,64 m^2

Área Cavas = 132,89 m^2

Área oficina = 6,84 m^2

Área Total Producción curados = 159,37 m^2

El área total de los curados fue calculada en base a la que se encuentra dispuesta en la planta actual, la cual en opinión del jefe de producción es suficiente, ya que el espacio es bastante amplio. Esta área necesita una línea de equipos a parte de los ya existentes en la línea de producción actual, se calculo un factor de máquinas (ecuación 1) para cada uno de ellos y se presentan a continuación, los tiempos y cantidades vienen de la tabla 15 la

eficiencia del uso del tiempo disponible es proporcionado por consulta a expertos, el tiempo disponible se calculo en base a las jornadas laborales, y la confiabilidad del cumplimiento del tiempo estándar es proporcionado por el departamento de planificación de la producción, los datos están en horas y kilos diarios:

- Embutidora:

Producto	S	Q	E	H	R	F
Coppa Bondiola	0,0003	1231	0,95	35	0,5	0,022
Chorizo tipo Español	0,0003	2012	0,95	160	0,5	0,008
Lomo Embuchado	0,0003	1207	0,95	160	0,5	0,005
					Total equipos	1

Tabla 30: Factor de máquinas para las embutidoras de productos curados.
Fuente: Propia.

- Molino:

Producto	S	Q	E	H	R	F
Coppa Bondiola	0,0003	1831	0,95	40	0,5	0,029
					Total equipos	1

Tabla 31: Factor de máquinas para los molinos de productos curados.
Fuente: Propia.

- Horno de ahumado:

Producto	Cantidad a producir (kg)	Lotes procesados por caga	N° Cargas/día	Tiempo	Tiempo Total
Chorizo tipo Español	1820,00	448	5	1,5	7,5
				tiempo requerido	7,5
				tiempo disponible	8
				Total equipos	**1**

Tabla 32: Factor de máquinas para los hornos de productos curados.
Fuente: Propia.

En resumen se necesitan los siguientes equipos en el área de curado:

Equipo	Cantidad
Molino	1
Embutidora	1
Horno de ahumado	1

Tabla 33: Resumen de los equipos requeridos para productos curados.
Fuente: Propia.

7.2.2 Áreas Auxiliares o de Apoyo

De acuerdo a las actividades secundarias de Charvenca, las áreas auxiliares o de apoyo pueden dividirse de la siguiente manera:

- **Preparación de Salmuera.**

El área requerida por los tanques de salmuera es de 9,5 m^2 según la ficha de requerimiento de espacio mostrada en el tomo de anexos. Incluyendo en esta área una holgura para posibles modificaciones futuras se destino a esta área un total de $20m^2$.

- **Recepción de Materia Prima.**

Recepción Materia Prima Cárnica.

Se estima según información suministrada por la empresa que, para el aumento de la producción, lleguen 5 camiones al día, debido a que se necesita el doble de la materia prima de la actual. Cada camión tiene un tiempo aproximado de descarga de 1,58 horas, en base a que cada uno sea de 10.000 Kg.

$$\text{Llegada camiones por hora} = \frac{5 \text{ camiones por día}}{8 \text{ horas por día}} = 0{,}625 \text{ camiones por hora}$$

$$\text{Descarga camiones por hora} = \frac{1 \text{ hora}}{1{,}58 \text{ horas por camion}} = 0{,}63 \text{ camiones}$$

Utilizando la ecuación (2) se obtiene:

$$\text{Número muelles} = \frac{0{,}62 \text{camiones por hora}}{0{,}63 \text{ camiones por hora}} + 1 = 1{,}98 \cong 2 \text{ muelles}$$

Según política de Charvenca para un buen manejo de la materia prima el espacio mínimo debería ser el ocupado por 5 paletas y que cada una tiene una capacidad de 20 cestas cada una.

$$5 \text{ paletas } \times 1{,}3 \times 1{,}1 = 7{,}2 \text{ m}^2$$

$$\text{Espacio minimo montacargas} = 5\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} &\text{Espacio recepción MPC} \\ &= [(\text{Espacio paletas} + \text{espacio montacargas}) + \text{holgura}(5\%)] \\ &= 12{,}81 \text{ m}^2 \text{ para cada muelle} \end{aligned}$$

Recepción materia prima seca

Se estima que la llegada de camiones será de aproximadamente 3 camiones, 3 días a la semana, cada uno con carga igual a un tercio de la compra semanal.

Por política de Charvenca para un buen manejo de materiales se considera que el área de recepción debe poder albergar un 20 % de la carga total del camión.

Empaque	Compra	30%	Dimensión máxima (m^2)	Espacio recepción
Cajas	36	8	0,3	2,4
Sacos	25	5	0,45	2,25
			Total	**4, 65**

Tabla 34. Espacio recepción materia prima seca
Fuente propia

Área Montacargas = 5 m^2

$$\text{Espacio total recepción material de empaque} = (4{,}65\text{m}^2 + 5\ \text{m}^2) + \text{holgura } (10\%) = 10{,}13\ \text{m}^2$$

- **Despacho.**

Actualmente Charvenca despacha un aproximado de 18.000 Kg. diarios por lo que se estima que para el aumento de la producción se despacharán 36.200Kg. diarios, lo equivalente a 9 camiones con capacidad de 5.000 kg.

$$\text{Salida camiones por hora} = \frac{9 \text{ camiones por día}}{8 \text{ horas por día}} = 1{,}125 \text{ camiones por hora}$$

$$\text{Carga camiones por hora} = \frac{1 \text{ hora}}{1{,}125 \text{ horas por camion}} = 0{,}88 \text{ camiones}$$

Utilizando la ecuación (2):

$$\text{Número muelles} = \frac{1{,}125 \text{ camiones por hora}}{0{,}88 \text{ camiones por hora}} + 1 = 2{,}27 \cong 3 \text{ muelles}$$

Por política de Charvenca para un buen manejo de la materia prima el espacio mínimo debería ser el ocupado por 5 paletas y que cada una tiene una capacidad de 20 cestas cada una.

$$5 \text{ paletas } \times 1{,}3 \times 1{,}1 = 7{,}2\ \text{m}^2$$

$$\text{Espacio minimo montacargas} = 5\text{m}^2$$

Ecuación (3)

$$\text{Espacio Despacho} = [(\text{Espacio paletas} + \text{espacio montacargas}) + \text{holgura}(5\%)] = 12,81\ m^2 \text{ para cada muelle}$$

- **Almacenes**

Para el cálculo del espacio de los almacenes es necesario conocer los datos correspondientes a la entrada de material (compra), salida de material e inventario mínimo por política de la empresa. Dichos datos de entrada y salida mostrados a continuación son obtenidos del promedio de los últimos 3 meses (noviembre y diciembre de 2008 y enero de 2009).

Almacén de Materia Prima Cárnica

Según la Política de Charvenca el inventario mínimo de los almacenes de materia prima cárnica, debe ser de 40.000 kg, debido al aumento de la producción el inventario mínimo debe ser de 80.000 kg.

La carga unitaria que se usa para la materia prima cárnica son cestas de 25 Kg.

$$\text{Inventario mínimo de cestas} = \frac{80.000\ \text{kg}}{25\ \text{kg por cesta}} = 3.200\ \text{cestas}$$

Se estima que llegaran 5 camiones diarios con 10.000 kg de capacidad cada uno, por información suministrada por Charvenca.

$$\text{Llegada de cestas} = \frac{50.000\ \text{kg}}{25\ \text{kg por cesta}} = 2.000\ \text{cestas}$$

Diariamente salen diferentes cantidades de acuerdo al plan de producción, el escenario más desfavorable para el almacén es el día de menos salida de cestas de materia prima, es decir el día que menor cantidad de Kg de productos se hacen, según el cronograma de la tabla 17 por lo que la salida de materia prima es la siguiente:

$$\text{Salida materia prima} = \frac{3.119\ \text{kg diarios}}{25\ \text{kg por cesta}} = 124,76 \cong 125\ \text{cestas}$$

Ecuación (4)

Cantidad máxima de cestas en almacén = 2.000 cestas + 3.200 cestas − 125 cestas = 5.076 cestas

Ecuación (5)

$$\text{Espacio de almacén requerido} = \frac{5.076 \text{ cestas}}{5 \text{ cestas verticales}} \times (0{,}26 \text{ m} \times 0{,}26 \text{ m}) + \text{porcentaje holgura } (10\%) = 75{,}49 \text{ m}^2$$

Almacén Materia Prima Seca.

El cálculo del espacio requerido por el almacén la materia prima seca difiere del cálculo realizado para el almacén de materia prima cárnica debido a que en éste último la materia prima se maneja en cargas unitarias diferentes tales como cajas, tobos, sacos. Por lo que es necesario hacer el cálculo de espacio por separado de acuerdo a cada carga unitaria.

Por otra parte la materia prima seca se divide en insumos y material de empaque, por lo que se procede a hacer un cálculo respectivo a cada tipo de materia.

Insumos

Charvenca tiene como política para el material de insumo tener como inventario mínimo la cantidad igual al consumo de 3 meses de producción.

Para el cálculo de la cantidad máxima de materia prima seca insumo Fécula de Papa se duplicaron los datos correspondientes a la compra máxima, inventario mínimo y salida mínima de material de la producción actual, obteniendo:

Ecuación (4)

Cantidad máxima de Kg. en almacén = 22.401 Kg. +57.554 Kg. −19.284,49 Kg. = 60.970,01 Kg.

$$\text{Cantidad máxima de cargas unitarias} = \frac{60.970{,}01 \text{ kg}}{25 \text{ kg por saco}} = 2.439 \text{ sacos.}$$

Ecuación (5):

$$\textbf{Espacio de almacén requerido Fécula de Papa} = \frac{2.439 \text{ sacos}}{35 \text{ sacos verticales}} \times (0{,}375 \text{ m}^2)$$
$$= 36{,}582 \text{ m}^2$$

	Mensual								
Material	**Compra Máxima**	**Inventario mínimo**	**Salida mínima**	**Cantidad máxima en almacén**	**Carga unitaria**	**Cantidad carga unitaria**	**Cargas verticales**	**Dimensiones carga (m^2)**	**Espacio (m^2)**
Fécula de Papa	22.401	57.854	19.284,49	60.970,01	saco (25kg)	2.439	35	0,375	**26,13**
Almidón de Yuca	16.768	52.418	17.472,45	51.712,80	saco (25kg)	2.069	35	0,375	**22,16**
Aserrín	1.602	3.588	1.074	4.116,00	saco (25kg)	165	35	0,375	**1,76**
Glucidex 21 Maltodextrina	10.656	28.564	8.610	30.610,00	saco (22,8)	1343	35	0,315	**12,08**
Proteína aislada de Soya	4.744	11.020	3.366	12.398,00	Saco (20 kg)	620	35	0,315	**5,58**
Albumina de Huevo	440	942	222	1.160,00	saco (25kg)	47	35	0,375	**0,5**
Luctaroma de Pavo	894	2.664	780	2.778,00	Tobo (20 kg)	139	3	0,12	**5,56**
Eritorbato de Sodio	772	2.860	850	2.782,00	Caja (25 kg)	112	12	0,315	**2,94**
Ajo en grano	604	1.610	498	1.716,00	Sacos (25 kg)	69	35	0,375	**0,73**
Nuez moscada	0,05	0,096	0,03	0,12	Sacos (0,025 ton)	5	35	0,375	**0,05**
Pimienta Negra Entera	0,052	0,074	0,022	0,10	Tobos (0,020 ton)	5	3	0,12	**0,2**

Tabla 35. Requerimiento almacén materia prima insumos

Fuente propia

	Mensual								
Material	**Compra Máxima**	**Inventario mínimo**	**Salida mínima**	**Cantidad máxima en almacén**	**Carga unitaria**	**Cantidad carga unitaria**	**Cargas verticales**	**Dimensiones carga (m2)**	**Espacio (m^2)**
Tari K215	1.044	2.946	852	3138	Caja (25 kg)	126	12	0,315	3,3075
Harina de Trigo	4.952	17.046	4.945	17.053	Saco (45 kg)	379	25	0,375	5,685
Oleoresina de Macis	80	220	60	240	Tobos (7galones)	35	3	0,12	**1,4**
Oleoresina de Cilantro	4	12	4	12	Tobos (7galones)	2	3	0,12	**0,08**
Glutamato Monosodico	2262	5480	1956	5786	Caja (25 kg)	232	12	0,315	**6,09**
Sal Refinada	15.698	38.130	15.132	38695,5	saco (25kg)	1548	25	0,375	**23,22**
Vicasal	2.692	7.312	2.256	7748	saco (25kg)	310	25	0,375	**4,65**
Isopro 500A	1.568	4.784	1.332	5020	Caja (25 kg)	200	25	0,315	**2,52**
Pistacho Americano	314	612	260	666	Caja (25 kg)	27	25	0,15	**0,162**
Superaroma en polvo 48003	16	24	8	32	Tobos (25 kg)	2	3	0.5	**0,33**
Polvo especie pagani	40	142	44	138	Sacos (25 kg)	6	25	0,375	**0,09**
Leche en polvo descremada	798	2.446	748	2496	Saco (25 kg)	100	25	0,375	**1,5**
Benzoato de Sodio	1.800	3.748	1.096	4452	Saco (25 kg)	179	25	0,315	**2,2554**
Extracto de macis	60	218	60	218	Tobo (25 kg)	9	3	0,12	**0,36**

Continuación Tabla 35. Requerimiento espacio almacén materia prima insumos

Fuente propia

Material	Mensual			Cantidad máxima en almacén	Carga unitaria	Cantidad carga unitaria	Cargas verticales	Dimensiones carga (m2)	Espacio (m^2)
	Compra Máxima	Inventario mínimo	Salida mínima						
Lactato de Sodio	13.180	33.120	9.798	36502	Tobo (285kg)	3	1	0,2	**0,6**
Mostaza en Polvo	136	364	104	396	Saco (25 kg)	16	25	0,375	**0,24**
Jengibre	180	676	170	686	Saco (25 kg)	16	25	0,375	**0,24**
Pimienta Blanca Molida	30	92	26	96	Caja (25 kg)	4	12	0,315	**0,105**
Humo líquido enviro p-50	20	58	16	62	tobo (7 galones)	9	3	0,12	**0,36**
Oleorresina Frankfurter	46	152	42	156	Tobos (7galones)	23	2	0,12	**1,38**
Cebolla Molida	28	104	28	104	Saco (25 kg)	5	25	0,375	**0,075**
Ampefibre fibra de soya	315	1.120	308	1127	Saco (25 kg)	46	25	0,375	**0,69**
Ceamgel m942	12.352	25.040	7.338	30054	Saco (25 kg)	1200	25	0,375	**18**
Nobapro	3.928	10.452	3.142	11238	Caja (25 kg)	450	12	0,315	**11,8125**
INBAC-ADL	2.038	6.608	1.954	6692	Caja (25 kg)	268	12	0,315	**7,035**
Dextroza	7.442	24.346	7.178	24610	saco (25kg)	985	25	0,375	**14,775**
Azúcar	124	376	124	376	saco (25kg)	16	25	0,375	**0,24**
								TOTAL	**212,5432**

Continuación Tabla 35. Requerimiento espacio materia prima insumos

Fuente propia

Ecuación (5)

$$\text{Espacio total requerido almacén Insumos} = 212,54\ \text{m}^2 + \text{holgura (10\%)} = 233,78\ \text{m}^2$$

Enfriamiento

La empresa identificó que su principal cuello de botella era el enfriamiento de los productos una vez horneados, ya que estos tardaban grandes cantidades de tiempo en enfriarse a una temperatura baja para poder ser empacados. Se le comentó al proveedor de equipos en búsqueda de soluciones para la situación y ofreció un equipo de refrigeración intensiva que tiene la capacidad de enfriar 16 toneladas en 8 horas y se calculo un factor de máquinas para estos equipos. Se seleccionaron para el día de mayor volumen de producción según la planificación de la producción de los hornos en la tabla 18, los productos que terminan de hornearse dentro de la jornada laboral de empaque y que el tiempo restante es suficiente. La cantidades Q vienen dadas por los lotes a la salida del horno, el tiempo estándar por unidad producida es según la capacidad dada por el proveedor, la eficiencia del uso del tiempo disponible también es dada por el proveedor, el tiempo disponible se calculo en base a la jornada laboral y la confiabilidad del cumplimiento del tiempo estándar es un dato proporcionado por el departamento de planificación de la producción. A continuación se presenta la tabla que calcula el factor máquina con la ecuación (1) explicada en el capítulo III.

Producto	Lote/Hr	Tiempo
Pechuga de Pavo	21302	10,651
Pechuga de Pavo Ahumada Campestre	4032	2,016
Jamón Baby Tender	5880	2,94
Jamón de Espalda	11858	5,929
Jamón de Pierna	7018	3,509
	Tiempo requerido	25,045
	Tiempo disponible	8
	Número de equipos	4

Tabla 36. Factor de máquinas para los sistemas de refrigeración intensiva.
Fuente: Propia.

Empaque

Charvenca al igual que para la materia prima seca insumos, tiene como política para tener como inventario mínimo la cantidad igual al consumo de 3 meses de producción.

Para el cálculo de la cantidad máxima de materia prima seca insumo Fécula de Papa se duplicaron los datos correspondientes a la compra máxima, inventario mínimo y salida mínima de material de la producción actual, obteniendo:

Ecuación (4)

$$\text{Cantidad máxima de Kg. en almacén Etiquetas adhesivas Pavita} = 6.132 \text{ etiquetas} + 19.566 \text{ etiquetas} - 6.132 \text{ etiquetas} = 19.566 \text{ etiquetas}$$

$$\text{Cantidad máxima de cargas unitarias} = \frac{19.566 \text{ etiquetas}}{6.000 \text{ etiquetas por caja}} = 4 \text{ cajas.}$$

Ecuación (5)

$$\text{Espacio de almacén requerido} = \frac{4 \text{ cajas}}{12 \text{ cajas verticales}} \times (0{,}27 \text{ m}^2) = 0{,}09 \text{ m}^2$$

La cantidad máxima de materia prima para el resto del material de empaque y sus respectivos espacios dentro del almacén se presentan a continuación en la tabla.

	Mensual								
Material	Compra Máxima	Inventario máximo	Salida máxima	Cantidad máxima en almacen	Carga unitaria	Cantidad carga unitaria	Cargas verticales	Dimensiones carga (m³)	Espacio (m³)
Etiquetas adhesivas Pavita	6.132	19.566	6.132,00	19.566,00	Caja (6.000 etiquetas)	4	12	0,27	0,09
Etiquetas Mortadela SCP	2.640	7.188	2.200,00	7.628,00	Caja (6.000 etiquetas)	2	12	0,27	0,045
Etiquetas taquito de pavo	12.690	41.694	12.690	41.694,00	Caja (2.000 et	20	12	0,22	**0,36**
Etiquetas Jamón de Espalda	52.756	199.790	58.422	194.124,00	Caja (5.000 etiq)	39	12	0,25	**0,81**
Etiquetas Gran Biscotto	22.368	7.106	2.368	27.106,00	Caja (5.000 etiq)	6	12	0,25	**0,12**
Etiquetas Tender c/h	210	418	210	418,00	Caja (500 etiq.)	1	12	0,27	**0,02**
Visking	6.250	16.252	6.250	16.252,00	Caja (5.000 etiq)	4	12	0,25	**0,083**
Etiquetas fechas vencimiento	343.366	1.016.384	293.194	1.066.556,00	Caja (10.000 etiq)	106	12	0,3	**2,65**
Bolsas Cryovac S/I 23 *58B	9.884	27.844	7.384	30.344,00	Saco (700 bolsas)	44	25	0,45	**0,79**
Bolsas Cryovac S/I 20*38 P	6.498	19.556	6.132	19.922,00	Saco (700 bolsas)	29	25	0,45	**0,52**
Bolsas Cryovac S/I 13*58L	7.928	24.436	7.436	24.928,00	Saco (700 bolsas)	35	25	0,45	**0,63**
Bolsas Cryovac S/I 36*62T	5.294	14.890	5.294	14.890,00	Saco (700 bolsas)	22	25	0,45	**0,39**

Tabla 37. Requerimiento espacio almacén materia prima empaque

Fuente propia

Bolsas Cryovac C/I 36*46T	2.368	7.106	2.368	7.106,00	Saco (700 bolsas)	11	25	0,45	**0,198**
Caja de Pavita 245x2315x1	1.534	4.892	1.534	4.892,00	paquetes 50 cajas	98	12	0.65	**5,3**
Cajas Picnic 416x326	52	156	52	156,00	paquetes 50 cajas	4	12	0,65	**0,21666667**
Caja jamones surtidos 42	7.576	24.564	7.184	24956	paquetes 50 cajas	500	12	0,8	**33,3333333**
Caja jamones surtidos grandes	1.818	5.896	1.724	5990	paquetes 50 cajas	120	12	0,5	**5**
Cajas jamon gran Biscotto	592	1.776	592	1776	paquetes 50 cajas	36	12	0,65	**1,95**
Cajas Pechuga de Pavo	17.846	54.046	16.390	55502	paquetes 50 cajas	1.110	12	0,43	**39,775**
Malla Supreme 250	7.668	22.668	6.192	24144	Saco 4 rollos (400 mt c/u)	15 sacos	25	0,9	**0,54**
Malla roja M. superior	5.632	17.250	5.280	17602	Saco 4 rollos (400 mt c/u)	11 sacos	25	0,9	**0,396**
Laminas de colageno Coffy	5.212	16.632	5.212	16632	Caja (1 rollo 900 m)	19 cajas	12	0,77	**1,219**
Grapas Polyclip 744 DFC	406.558	1.278.282	380.980	1303860	Caja (9.800 unid)	41 cajas	12	0,06	**2,255**
Grapas Polyclip S8 740	45.790	143.406	45.656	143540	Caja (9.800 unid)	5 cajas	12	0,065	**0,027**
Loops para tripa polyclio	12.764	413.086	12.358	413492	Caja (32.000 unid)	130 cajas	12	0,065	**0,7**

Continuación Tabla 37. Requerimiento espacio almacén materia prima empaque

Fuente propia

Tripa Cero merma 215 MM RE	10.374	34.462	10.734	34102	Caja 2 Rollos (800m)	22 cajas	12	0,3	**0,549**
Tripa LW 700*24 clara	1.550	4.744	1.452	4842	Caja 2 Rollos (800m)	3 cajas	12	0,3	**0,075**
Tripas 530 NK115	2.690	7.964	1.992	8662	Caja 2 Rollos (800m)	6 cajas	12	0,3	**0,15**
Tripa vector calibre 165	1.350	4.586	1.080	4856	Caja 2 Rollos (800m)	3 cajas	12	0,3	**0,075**
Tripas Visflex	3.806	12.508	3.806	12508	Caja 2 Rollos (800m)	8 cajas	12	0,3	**0,2**
Tripa fibrosa picnic	2.936	8.678	2.154	9460	Caja 2 Rollos (600m)	8 cajas	12	0,3	**0,2**
Bolsas Polietileno	9.636	30.294	9.636	30294	Saco 4 rollos (400 mt c/u)	11	25	0,45	**0,198**
Grapas 400 AG	2.688	8.840	2.624	8904	Caja (9.800 unid)	1	25	0,3	**0,012**
								TOTAL	**98,904**

Continuación Tabla 37. Requerimiento espacio almacén materia prima empaque

Fuente: Propia

Ecuación (5)

$$\text{Espacio total requerido almacén material empaque} = 98{,}904\ \text{m}^2 + \text{holgura}\ (10\%) = 108{,}79\ \text{m}^2$$

Almacén de Producto Terminado

De acuerdo a la planificación de la producción se conoce las cantidades en kilogramos por producto que van de producción al almacén de producto terminado y de acuerdo al número de piezas que se colocan en una caja, se determina en número de cajas que entra al almacén.

Producto	Caja/piezas	Kg/día	%	Días/semana	piza/kg	Total (cajas por semana)
Espalda	0,16	11926,77	0,12	5	0,20	2.028
Pierna paldi	0,16	7058,70	0,07	1	0,16	190
Pierna	0,16	7058,70	0,07	4	0,16	759
Pechuga de pavo	0,16	21425,55	0,23	6	0,22	4.869
campestre	0,16	4055,38	0,04	1	0,16	113
Cotto salami	0,06	3958,82	0,04	1	0,55	147
Pechuga de pavo ahumada con piel	0,25	4023,2	0,04	1	0,5	503
Biscotto	0,25	3218,56	0,03	1	0,16	130
Visking	0,16	2027,69	0,02	1	0,23	80
Picnic	0,16	5914,10	0,06	1	0,22	224
Tender CH	0,25	1534,85	0,016	1	0,14	55
Baby tender	0,125	5914,10	0,064	3	0,5	1.109
Planchado	0,25	7181,41	0,078	1	0,29	528
Mortadela SCP	1	4827,84	0,052	4	0,16	3.219
Taquito	0,06	1891,90	0,02	1	0,9	115
		92017,62				14.068

Tabla 38: Caja por semana que entran al Almacén de Producto Terminado

Fuente Propia

Tomando como referencia que en la planta actual se despachan en promedio 6 camiones, cada uno con capacidades variables, pero considerando que el escenario más desfavorable para el almacén es que se despachen pocos productos, porque le quedarían muchos en existencia, se procedió a asumir que los camiones son de 3.000 kg de acuerdo a la capacidad mínima de la mayoría de los camiones que trasladan embutidos.

Por lo que se estima que para la nueva planta se necesitaran despachar 180.000 kg semanales. Duplicando la cantidad de la cantidad en kg despachada actualmente.

La tabla siguiente muestra el cálculo de las cajas por semana que salen del almacén de producto terminado.

Producto	% despacho	Kg total/semana	Kg producto/semana	Caja/ piezas	pieza/kg	Total cajas/semana
Espalda	0,13	180.000	23400	0,16	0,20	795,91
Pierna paldi	0,076	180.000	13680	0,16	0,16	367,74
Pierna	0,076	180.000	13680	0,16	0,16	367,74
Pechuga de pavo	0,23	180.000	41400	0,16	0,22	1568,18
campestre	0,044	180.000	7920	0,16	0,16	220
Cotto salami	0,043	180.000	7740	0,06	0,55	286,66
pavita	0,043	180.000	7740	0,25	0,5	967,5
Biscotto	0,034	180.000	6120	0,25	0,16	246,77
Visking	0,022	180.000	3960	0,16	0,23	157,14
Picnic	0,064	180.000	11520	0,16	0,22	436,36
Tender CH	0,016	180.000	2880	0,25	0,14	102,85
Baby tender	0,064	180.000	11520	0,125	0,5	720
Planchado	0,078	180.000	14040	0,25	0,29	1032,35
Mortadela SCP	0,052	180.000	9360	1	0,16	1560
Taquito	0,02	180.000	3600	0,06	0,90	218,18
						9047,42

Tabla 39. Salida de cajas semanales de Almacén de Producto terminado

Fuente Propia

El inventario mínimo para el almacén de acuerdo a la política de Charvenca es de 100.000 kg de todos los productos.

El cálculo de cajas que representa los 100.000 kg de inventario mínimo se muestra en la tabla a continuación.

Producto	%despacho	Kg total/semana	Kg producto/semana	Caja/ piezas	pieza/kg	Total cajas/semana
Espalda	0,13	100.000	13000	0,16	0,20	442,17
Pierna paldi	0,076	100.000	7600	0,16	0,16	204,30
Pierna	0,076	100.000	7600	0,16	0,16	204,30
Pechuga de pavo	0,23	100.000	23000	0,16	0,22	871,21
campestre	0,044	100.000	4400	0,16	0,16	122,22
Cotto salami	0,043	100.000	4300	0,06	0,55	159,25
pavita	0,043	100.000	4300	0,25	0,5	537,5
Biscotto	0,034	100.000	3400	0,25	0,16	137,09
Visking	0,022	100.000	2200	0,16	0,23	87,30
Picnic	0,064	100.000	6400	0,16	0,22	242,42
Tender CH	0,016	100.000	1600	0,25	0,14	57,14
Baby tender	0,064	100.000	6400	0,125	0,5	400
Planchado	0,078	100.000	7800	0,25	0,29	573,52
Mortadela SCP	0,052	100.000	5200	1	0,16	866,66
Taquito	0,02	100.000	2000	0,06	0,90	121,21
						5026,34

Tabla 40. Entrada de cajas semanales de Almacén de Producto terminado

Fuente Propia

Ecuación (4)

$$\text{Cantidad máxima en almacén} = 5.027 + 14.068 - 9.048 = 10.047 \text{ cajas}$$

El aprovechamiento vertical del almacenamiento de las cajas es de 4 por paleta, si se considera que el almacén puede contar con un anaquel con capacidad de 3 paletas verticales, se pueden almacenar 12 cajas verticales.

Ecuación (5)

$$\text{Espacio de almacén requerido} = \left(\frac{10.047 \text{ cajas}}{12 \text{ cajas verticales}} \times (0{,}1089 \text{ m}^2)\right) + \text{Holgura } (10\%) = 100{,}29 \text{ m}^2$$

- **Baños y Vestidores**

Debido a que Charvenca es una planta de alimentos debe proporcionar a su personal obrero un espacio para que puedan cambiarse y guardar sus pertenencias.

De acuerdo a las dimensiones y numero de retretes, mingitorios y lavamanos recomendados en el capítulo III marco teórico, se obtuvo el área para baños y vestidores.

Por motivos de espacio y que el personal obrero entra en dos turnos (7:00 am y 8:00 am) se destino un área menor para baños y vestidores que la recomendada para todo el personal obrero.

Considerando un número de 70 personas de personal obrero se obtiene los valores de la tabal ¿

[illegible]	Espacio (m^2)
4 retretes	1,17m2 c/u
[illegible]	Espacio(m^2)
4	0,4m2c/u
[illegible]	Espacio(m^2)
2	0,56
[illegible]	Espacio(m^2)
70	0,56

Tabla 41. Espacio baños y vestidores.
Fuente Propia

$$\text{Espacio requerido baños y vestidores} = (4 \times 1{,}17\text{m}^2) + (4\times 0{,}4\text{m}^2) + (2 \times 0{,}56\text{m}^2) + (70 \times 0{,}56\text{m}^2) = 46{,}6\ \text{m}^2$$

- **Laboratorio de Calidad**

Actualmente Charvenca cuenta con un área destinada al laboratorio de Calidad, dicho espacio se divide en espacio de equipos de laboratorio y espacio de oficinas. Debido a que el área de laboratorios es suficiente actualmente, se procedió a usar este espacio como referencia para la nueva planta, agregando una holgura de 45 % para posibles modificaciones futuras.

Área	m
Área actual	35,175
Área agregada	16
Total	**51,175**

Tabla 42. Área Laboratorio Calidad
Fuente Propia

Sin embargo el laboratorio de calidad no cuenta con espacio para oficinas y baños. De acuerdo al requerimiento de personal calculado en el capítulo VI, se obtiene que el área destinada para oficinas del laboratorio de calidad debe ser 31,14 m^2.

$$\text{Espacio total requerido Laboratorio Calidad} = 51{,}175\ \text{m}^2 + 31{,}14\ \text{m}^2 = 82{,}31\ \text{m}^2$$

- **Oficinas**

De acuerdo al número de empleados obtenido en el requerimiento total de personal, se calcula el espacio requerido para las oficinas.

Debido a que el espacio en Charvenca es reducido, las dimensiones recomendadas se modificaron de acuerdo a las necesidades de cada puesto de trabajo, obteniendo la tabla presentada a continuación.

Puesto	Área (m^2)
Directivos	15
Gerentes	15
Jefes	10
Jefes producción	4,5
Supervisores	**4,5 o 6**
Analistas	**4**,5

Tabla 43. Dimensiones oficinas.
Fuente Propia

Para el cálculo del espacio de oficinas destinada a taller y almacén de repuestos se uso la información de la tabla

Puesto	Cantidad	Dimensiones (m^2)	Total
Jefe mantenimiento	1	10	10
Supervisor almacén repuestos	1	6	6
Baño		1,64	1,64
Total	**2**		**17,64**

Tabla 44. Dimensiones oficina y baño taller y almacén de repuestos.
Fuente propia

El resto de la información para el cálculo de las otras áreas de oficina en la planta se encuentra en el ANEXOS. A continuación se presenta la tabla resumen del espacio requerido por oficinas.

Oficina	Área
Oficina principal	124
Oficinas de producción	31,5
Oficinas para calidad	31,14
Oficinas para el taller	17,64
Total	**204,28**

Tabla 45. Dimensiones oficinas.
Fuente Propia

Espacio total requerido por oficinas = 204,28 m^2

- **Comedor**

Charvenca acordó con sus empleados y personal obrero dotarlos de un lugar donde puedan desayunar y almorzar, sin cocina incluida, solo el espacio físico, mesas y sillas.

Se debe destinar a los trabajadores usen el comedor al mismo tiempo un espacio de 1,58 m^2.

Según el cálculo de requerimiento de personal obrero son 175 personas, entonces:

$$\text{Espacio comedor personal obrero} = (175) \times 1{,}58\text{m}^2 = 276{,}5\ \text{m}^2$$

Asumiendo que la planta contara con el mismo número de empleados igual a 24 personas.

$$\text{Espacio comedor empleados} = (24 + \text{holgura}) \times 1{,}58\text{m}^2 = 48{,}98\text{m}^2$$

- **Enfermería**

Según el Thompkins (2001) la enfermería debe tener un mínimo de 100ft^2 y si se agrega una enfermera esta área debe ser expandida a un mínimo de 200ft^2. Por lo tanto la enfermería se le destinara un área de 28 m^2.

- **Taller y Almacén de Repuestos**

Para determinar el espacio requerido por el taller y el almacén de repuestos se uso como referencia el espacio disponible utilizado actualmente en Charvenca y se le coloco una holgura para posibles futuras modificaciones.

Área Taller = 90 m^2

Área Almacén de repuestos = 36 m^2

- **Manejo de Desechos**

El área de manejo de desechos se determino en función al área destinada a esta estación de trabajo en la planta actual, colocando una holgura para posibles futuras modificaciones, siendo igual a 8m^2.

- **Planta Eléctrica**

El espacio de la planta eléctrica se calculó en base a las necesidades de energía que requeriría el área de producción en caso de falla del servicio público. A continuación se presenta una tabla con estas especificaciones:

Equipo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Consumo por unidad (kW)	Total (kW)
Molino	Seydelmann	GW 300 2v con cinta de carga y empujador hidraulico	3	105	315
Inyectadora	Towsend	PI - 228/170	2	10,5	21
Tenderizadora	Stork	Protecon-Landen B.V.	2	1,5	3
Tumbler grande	Inject star	Magnum 6000 CSL Cool	2	35,5	71
Tumbler pequeño	Inject star	Magnum 4600 CSL Cool	5	20	100
Emulsionado	Micro Kutter	KK 140	2	90	180
Picadora de tocino	Stork	FR 140	1	5	5
Mezclado	Cozzini		1	25	25
Mezcladora de paletas	Velatti	150	1	15	15
Embutidora	Vemag	HP 15E 112/80	3	22	66
Engrapadora	Poly clip	ICA 8700	3	2,8	8,4
Horno 4 carros	Vemag	Aeromat 2 x 4	5	15	75
Horno 10 carros	Vemag	Aeromat 2 x 5	3	20	60
Ahumadero	Vemag	504 / C	3	2	6
Vacío	Multivac	C500	3	7,5	22,5
Salmuera	tanques		3	1	3
Calderas	varias		2	75	150
				total	**1125,9**

Tabla 46. Consumo de potencia de los equipos de producción.

Fuente propia

La planta necesitaría cubrir una potencia de 1125,9 Kw por lo tanto se recomienda incluir una planta eléctrica de al menos 1500 Kw para l que se necesitaría un área de al menos 31 m^2.

- **Planta Tratamiento de Agua**

Charvenca desea instalar una planta de tratamiento de agua dentro de sus instalaciones por lo que se tomara en cuenta para la distribución, dejando un espacio de 9 m^2, este dato fue proporcionado por la empresa por un estudio que realizó con especialistas en el tema.

- **Generación de vapor**

El área requerida por las calderas se calculó en base a las calderas colocadas en la planta actual.

[illegible]	[illegible]	[illegible]
Caldera 1	1	37
caldera 2	1	39
	Area requerida neta	76
	5% holgura de pasillo	3,8
	Total	**79,8**

Tabla 47. Espacio para calderas
Fuente propia

Se deja a discreción de la empresa el cálculo de las necesidades de la capacidad de las nuevas calderas.

- **Área de bombas:**

El área de bombas fue dispuesta por recomendación de expertos del departamento de mantenimiento.

- **Tanques de agua:**

Se deben colocar dos tanques de agua para la planta, uno que supla las necesidades en caso de falta del servicio público, el cual se dejará a discreción de la empresa los metros cúbicos que desea almacenar, y otro de reserva contra incendios, que de acuerdo a la norma COVENIN 823 debe tener un medio de impulsión propio y medir lo suficiente para poder almacenar al menos 120 m^3. Estos tanques serán ubicados de manera subterránea bajo el área de bombas.

CAPÍTULO VIII

Generación de alternativas de diseño

Una vez analizado el problema se procede a generar alternativas de diseño. En primer lugar se profundizará en el diseño del sistema de manejo de materiales para todas las pareas de la planta y luego sobre la creación de las alternativas tanto para la línea de producción como para la distribución general de la planta en base a las metodologías aplicadas en los capítulos anteriores.

CAPITULO VIII

Generación de alternativas de diseño

8.1 Diseño de estructuras de los sistemas de manejo de materiales.

El sistema de manejo de materiales requerido para esta planta está determinado por las políticas de la empresa, los principales equipos de producción requieren sistemas específicos de manejo de materiales que se describen a continuación.

8.1.1 Carritos

Este sistema de manejo de materiales es utilizado en las áreas de molino, inyección y tenderizado, emulsión, picado de tocino, macerado y mezclado y embutido. Son de forma cúbica con dimensiones 0,7x0,7x1m, pueden cargar un volumen de 0,49 m^3, en cada carrito caben aproximadamente 100kg de producto en proceso.

La cantidad de carritos necesarios se hizo en base a los valores máximos, los equipos que más utilizan los carritos son los tumblers, en el escenario más desfavorable que todos los tumblers necesitaran ser vaciados al mismo tiempo, asumiendo además que están llenos a su máxima capacidad se requerirían:

$$5 \text{ tumbler x } 3.500 \text{ Kg} + 2 \text{ tumbler x } 5.500 \text{ Kg} = 28.500 \text{ Kg.}$$

$$\text{Número de carritos} = \frac{28.500 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} = 285 \text{ carritos}$$

Además se agregará una holgura de 20 carros en caso de daños en los que se encuentran operativos.

Para un total de 305 carros.

8.1.2 Torres o carros

El área de horneado de la producción requiere del uso de unas torres o carros, donde son colocados los productos para su cocción, el tamaño de estas torres es de 1,2 x 1,1 x 1,8 m, la cantidad de productos que caben en cada torre depende de las dimensiones y peso de los mismos.

La cantidad de torres necesarias se hizo en base a los picos, el caso en que todos los hornos necesitaran ser llenados al mismo tiempo:

5 hornos x 4 carros + 3 hornos x 10 carros = 50 carros

Además se contemplará una holgura de 15 torres en caso de daños en los que se encuentran operativos.

Para un total de 65 carros.

8.2 Diseño de Alternativas.

Luego de identificar las interacciones entre las actividades y obtener el requerimiento de espacio para cada estación de trabajo en la planta se pueden generar las alternativas de distribución.

8.2.1 Distribución área producción.

De acuerdo al flujo de material en producción el tipo más conveniente para la planta, por ser de embutidos, es tipo lineal, debido a que por riesgo de contaminación, la primera parte del proceso productivo en donde se trabaja con materia prima cárnica debe estar lejos del producto ya empacado. Sin embargo por limitaciones de espacio el flujo del material se dispondrá en forma de "U", estando la primera parte del proceso en uno de los galpones y la parte final en otro, separados por un galpón en el medio que evita la contaminación.

De acuerdo al requerimiento de equipos y de espacio de las estaciones de trabajo en producción se generaron 3 planos como alternativas de diseño.

Para generar diversas alternativas en el área de producción y en base al requerimiento de equipos se procedió a variar los tipos de equipos y su disposición.

Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3		
Proceso	Equipo	Cantidad	Proceso	Equipo	Cantidad	Proceso	Equipo	Cantidad
Molido	molino	3	**Molido**	molino	3	**Molido**	molino	3
Macerado y mezclado	Tumbler 5.500kg	2	**Macerado y mezclado**	Tumbler 5.500kg	0	**Macerado y mezclado**	Tumbler 5.500kg	2
	Tumbler 3.500kg	5		Tumbler 3.500kg	8		Tumbler 3.500kg	0
	Mezcladora con paletas	2		Mezcladora con paletas	2		Mezcladora con paletas	2
	Mezcladora Cozzini	2		Mezcladora Cozzini	2		Mezcladora Cozzini	2
Emulsión	Microkutter	2	**Emulsión**	Microkutter	2	**Emulsión**	Microkutter	2
Inyección	Inyectadora	2	**Inyección**	Inyectadora	2	**Inyección**	Inyectadora	2
Tenderizado	Tenderizadora	2	**Tenderizadora**	Tenderizadora	2	**Tenderizado**	Tenderizador	2
Picado Tocino	Picadora de Tocino	1	**Picado Tocino**	Picadora de Tocino	1	**Picado Tocino**	Picadora de Tocino	1
Cocción	Horno (10 carros)	3	**Cocción**	Horno (10 carros)	0	**Cocción**	Horno (10 carros)	5
	Horno (4 carros)	5		Horno (4 carros)	14		Horno (4 carros)	0
	Ahumadero	4		Ahumadero	4		Ahumadero	4
Embutido	Embutidora	3	**Embutido**	Embutidora	3	**Embutido**	Embutidora	3
	Engrapadora	3		Engrapadora	3		Engrapadora	3
Empaque	Empacadora	3	**Empaque**	Empacadora	3	**Empaque**	Empacadora	3

Tabla 48: Alternativas del área de producción.

Fuente: Propia

Las variaciones se hicieron con respecto a los equipos que Charvenca identifica como cuellos de botella, los tumblers y los hornos, ya que son los equipos con mayores tiempos de proceso, por esto es importante analizar diversas variaciones con respecto a estos equipos. Además son los equipos que ocupan mayor espacio en la distribución.

Los planos de las tres alternativas para el área de producción pueden ser encontrados en la sección de Anexos.

8.2.2 Diagrama de nodos

Se proponen 3 alternativas de distribución en la nueva planta a fin de compararlas y determinar cuál es la más conveniente. Dichas alternativas se generan a través de los diagramas de nodos, debido a que son estos quienes proporcionan la información de la cercanía entre áreas. Por lo que para tener tres (3) alternativas de distribución se necesitan tres (3) diagramas de nodos, cada uno realizado bajo los criterios diferentes.

Criterio 1: Ubicar primero al construir en el diagrama de nodos el departamento con mayor valor de relaciones según la tabla de doble entrada, según la suma de la última columna de esta misma tabla. Ubicar consecutivamente el resto de los departamentos de mayor valor de relación y relacionarlos con el anterior.

Criterio 2: Ubicar primero en el diagrama de nodos el departamento con mayor relación tipo "A", consecutivamente relacionar a este los departamentos con mayor relación tipo "A" en orden decreciente.

Criterio 3: Ubicar primero en el diagrama de nodos el departamento con mayor valor de relaciones y relacionar a él los departamentos con relación "A", luego relación "E" y así consecutivamente.

Los tres (3) diagramas de nodos y la tabla de doble entrada se presentan en la sección de Anexos.

8.2.3 Representación en red o grilla

Para cada uno de los tres (3) diagramas de nodos propuestos se genera una representación en red que se construyó de acuerdo al área disponible para la planta, es decir, los 3 galpones adquiridos.

Debido a que la planta cuenta con dos pisos, en uno de los galpones se debe hacer la representación en red por separado del piso de planta, por lo que fue necesario hacer seis (6) representaciones en red para las alternativas de diseño. El diagrama de nodos sigue siendo igual porque se considera que las relaciones a tomar en cuenta para ubicar en la representación en red pueden ser también relaciones verticales.

Como el espacio disponible del piso de planta es mucho mayor en comparación al piso de arriba, se considera que las actividades primarias de la planta y las secundarias más relacionadas deben estar en el piso de planta, las otras áreas pueden estar en el piso uno.

8.2.2.1 Piso planta

Estaciones de Trabajo	m²	MEU	N° de Bloques
Recepción MPC	13	1	13
Recepción ME	11		11
Recepción MI	47		47
AMPS ME	109		109
AMPS INS	234		234
APT	100		100
Producción	2002		2002
Despacho	40		40
Área de Bombas	8		8
Taller	90		90
Calderas	77		77
Baños y Vestidores	46		46
Manejo desechos	8		8
Planta Eléctrica	31		31
Total	**2816**		**2816**

Tabla 49. Determinación del número de bloques para las grillas.

Fuente: Propia.

Se generaron las alternativas A, B y C, presentadas en el tomo de anexos.

8.2.2.2 Piso uno

Zonas	m^2	MCD	Nº Bloques
AMPC	116	1	116
Producción curados	159,37		159,37
Laboratorio Calidad	82,245		82,245
Almacén repuestos	36		36
Comedor Empleados	48,98		48,98
Comedor Obreros	265,44		265,44
Oficinas	204,14		204,14
Enfermería	28		28
Preparación de salmuera	20		20
Total	**960,17**		**961**

Tabla 50. Determinación del número de bloques para las grillas del piso uno.
Fuente: Propia.

Las representaciones se encuentran el tomo de anexos.

CAPÍTULO IX

Evaluación de alternativas de diseño

Este capítulo trata sobre las evaluaciones de las alternativas diseñadas en el capítulo anterior, por medio de tablas de valoración, costos de manejo de materiales, de inversión y el costo anual equivalente. Con el uso de todas estas herramientas se procederá a elegir la alternativa más conveniente de las valoraciones evaluadas.

CAPÍTULO IX

Evaluación de alternativas de diseño

9.1 Evaluación de alternativas de la Representación en red.

Para realizar esta evaluación de las alternativas de la representación en red, es necesario crear una tabla de valoración para cada alternativa usando la tabla de doble entrada y multiplicar cada valor de esta por la distancia rectilínea entre los departamentos del piso 1, con esto conseguimos determinar la eficacia de cada representación.

Los resultados de la tabla de valoración para la alternativa A, se muestran a continuación:

		B	C	D	E	H	I	K	M	N	O	Q	R	Σ
		Almacén MPS	Almacén PT	Producción	Despacho	Área de Bombas	Taller	Área de Calderas	Baños y Vestidores	Manejo de Desechos	Planta Eléctrica	Recepción MPC	Recepción MPS	
B	Almacén MPS		0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30
C	Almacén PT			0	0	45	0	0	0	0	69	0	18	132
D	Producción				80	0	0	0	6	0	0	0	2	88
E	Despacho					89	0	60	9	0	0	30	0	188
H	Área de Bombas						20	88	70	39	0	63	0	280
I	Taller							0	45	12	0	0	0	57
K	Área de Calderas								41	0	0	65	0	106
M	Baños y Vestidores									141	45	0	0	186
N	Manejo Desechos										30	0	0	30
O	Planta Eléctrica											64	1	65
Q	Recepción MPC												0	0
R	Recepción MPS													0
	Σ													1162

Tabla 51. Valoración alternativa A
Fuente Propia

El resto de las tablas se muestran en el tomo de anexos. En la tabla a continuación se muestra el resultado de la evaluación de las 3 representaciones en red.

Alternativa	Eficacia
A	1162
B	1407
C	1186

Tabla 52. Resumen eficacia alternativa representación en red.
Fuente Propia

De acuerdo a la eficacia la alternativa de representación en red la más favorable es la alternativa A.

9.2 Evaluación Alternativas del Diseño de producción

Para evaluar las alternativas 1, 2 y 3 generadas anteriormente se procedió a usar el método de costos por manejo de material para cada una de ellas y se determina cuál es la más conveniente.

9.2.1 Evaluación alternativa 1

Los departamentos se enumeraron de la siguiente manera:

1. Molino
2. Picado de tocino
3. Emulsionado
4. Inyección y tenderizado
5. Embutido
6. Macerado y Mezclado.
7. Cocción
8. Enfriamiento
9. Empaque.

En la tabla 53 se muestran las cantidades en kilogramos que se trasladan de un departamento a otro.

Desde-Hasta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
1		0	0	15014	71296	0	0	0	0	86310
2			0	0	885	0	0	0	0	885
3				0	19332	0	1207	0	0	20539
4					28612	0	0	0	0	28612
5						185129	0	0	0	185129
6							187003	0	0	187003
7								292830	0	292830
8									292830	292830
9										0
Σ										**1.094.138**

Tabla 53. Desde-Hasta Cantidades
Fuente Propia

En la tabla 54 se muestra las distancias en metros recorridas de un departamento a otro, usando los centroides de cada departamento.

Desde-Hasta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
1				13,65	17,74					31,39
2					29,58					29,58
3					23,63		61,62			85,25
4					15,12					15,12
5						19,16				19,16
6							21,48			21,48
7								17,46		17,46
8									15,96	15,96
9										0
Σ										**235,4**

Tabla 54. Desde-Hasta distancias
Fuente Propia

La Tabla 55 de costos de manejo de materiales se obtuvo utilizando la tabla 53 y la tabla 54, usando la ecuación 5.

Costos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
1		0	0	204,9	1265	0	0	0	0	1469,73
2			0	0	26,18	0	0	0	0	26,1783
3				0	456,8	0	74,375	0	0	1495,91
4					432,6	0	0	0	0	432,613
5						3547,1	0	0	0	3547,07
6							4016,8	0	0	4016,82
7								5112,81	0	0
8									4673,6	4673,57
9										0
Σ										**12670,1**

Tabla 55. Costos manejo materiales
Fuente Propia

El resto de las tablas y cálculos de la Alternativa 2 y 3 se encuentra en el tomo de Anexos, a continuación se presenta la tabla resumen de los costos de manejo de materiales.

Alternativa	Costo M.M
1	12.679,10
2	20.381
3	19.550,33

Tabla 56. Costos de manejo de materiales alternativas
Fuente Propia

Según los resultados de los costos de manejo de materiales la alternativa de distribución para la producción más económica es la alternativa 1.

9.3 Evaluación de alternativas por Costos de inversión.

Para la evaluación financiera de las alternativas se contabilizó el número de equipos a comprar, el costo, vida útil y valor de salvamento de cada uno. El costo de los equipos es proporcionado por el departamento de compras de la empresa.

A continuación se muestra el costo de inversión para la alternativa 1, el resto de los cálculos se encuentran en el tomo de anexos.

Equipo	Modelo	Cantidad	Costo (BsF.)	Costo Total (BsF.)	Vida Útil	Valor Salvamento
Molino	Wolfking	3	280.000	840.000	15	0
Microkutter	Seydelman	2	425.250	850.500	15	0
Inyectadora	townsend	2	458.000	916.000	15	0
Tenderizadora	Stork	2	345.000	690.000	15	0
Mezcladora Cozzini	Cozzini	1	428.000	428.000	15	0
Tumbler 3.500 Kg	Inyecstar 6.000CSL cool	5	475.000	2.375.000	15	0
Tumbler 5.500 kg	Inyecstar 10.000CSL cool	3	560.000	1.120.000	15	0
Mezcladora Paletas	Velatti	1	252.000	252.000	15	0
Embutidora	VEMAG	3	425.250	1.275.750	15	0
Engrapadora	Polyclip	3	700.000	2.100.000	15	0
Horno 10 carros	VEMAG	5	630.000	1.890.000	15	0
Horno 4 carros	VEMAG	2	590.000	2.950.000	15	0
Refrigeradores	VEMAG	4	625.000	2.500.000	15	0
Empacadora	Multivac	3	80.000	240.000	15	0

Tabla 57. Inversión Alternativa 1.
Fuente Propia

Total inversión en equipos = 18.427.250 BsF.

Asumiendo que el costo del m^2 de remodelación en el Llanito es de 150 BsF. El costo de remodelación total para los 4506,3 m^2 incluyendo el piso planta y el uno es:

Costo Remodelación = 675.945,54 BsF.

Costo Total inversión= inversión equipos + remodelación = 19.103.195,54 BsF.

Alternativa	Inversión (BsF)
1	19.103.195,54
2	22.828.195,5
3	16.293.195,5

Tabla 58. Resumen de costos de inversión.
Fuente: Propia.

Según los resultados el costo de inversión de

la alternativa 3 es el más económico.

CAPÍTULO X

Selección del diseño más conveniente

CAPÍTULO X

Selección del diseño más conveniente.

10.1 Eficacia

Según la evaluación de las alternativas realizadas de la representación en red, la alternativa más recomendable es la alternativa A, por ser la que reduce las distancias totales entre los departamentos como lo muestra la tabla de valoración en el ANEXO ¿. Por lo que dicha representación en red es la seleccionada para el diseño de la planta.

10.2 Evaluación por puntos ponderados

Para seleccionar cual de las alternativas generadas para el área de producción es la más conveniente, se hace una evaluación por puntos ponderados, de acuerdo a la evaluación de alternativas del capítulo anterior.

Utilizando la escala y para cada consideración se obtuvo los siguientes resultados.

Alternativa	Costo Manejo de materiales	Valoración
1	12.670	5
2	20.381	1
3	19.550	1,43

Tabla 59. Valoración costo manejo de materiales de las alternativas.

Fuente Propia

Alternativa	Costo Inversión (BsF.)	Valoración
1	19.103.195,54	3,28
2	22828195,5	1
3	16293195,5	5

Tabla 60. Valoración costo de inversión de las alternativas.

Fuente Propia

Los resultados de la valoración subjetiva se obtuvieron a partir de consultar a expertos trabajadores de la empresa, su opinión de las tres alternativas.

Alternativa	Valoración
1	5
2	3
3	1

Tabla 61. Valoración costo de inversión de las alternativas.

Fuente Propia

Método de puntos ponderados

Consideraciones	Evaluaciones	%	A1	A2	A3
Económicas	Inv. Inicial	35	1,14	0,35	1,75
Operativas	Manejo de Materiales	35	1,75	0,35	0,5
	Subjetiva	30	1,5	0,9	0,3
	Total	100	4,39	1,6	2,55

Tabla 62. Puntos ponderados de las alternativas.

Fuente Propia

10.2 Selección de alternativa

Luego de las evaluaciones realizadas se determina que según la evaluación de la eficacia para la representación en red la alternativa más conveniente es la alternativa A, esto muestra la distribución que deben tener todos los departamentos de la planta.

Para seleccionar la distribución del área de producción se realizó la evaluación del costo del manejo de materiales y costo de inversión en equipos y remodelación y una evaluación subjetiva mostrada anteriormente, como resultado la alternativa para producción más recomendable es la alternativa 1 con diseño A de la representación en red.

CAPÍTULO XI

Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones generadas durante la realización de éste estudio, así como las recomendaciones que se sugieren a la empresa son presentadas en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO XI

Conclusiones y Recomendaciones

11.1 Conclusiones.

El crecimiento del mercado actual hace hoy en día que muchas empresas tengan la necesidad de ampliar sus instalaciones para incrementar su producción y satisfacer la demanda, el estudio realizado se baso en esta necesidad que se presento en Charvenca de aumentar sus niveles de producción.

El estudio del diseño de instalaciones comenzó por la definición del problema, se estudiaron con detalle los productos, los niveles de producción existentes actualmente en la empresa y los objetivos futuros. El principal objetivo era la construcción de una nueva planta que tuviera el doble de la capacidad con respecto a la existente que se encuentra ubicada en El Llanito. Los productos totales a producir fueron 18, se definieron las actividades primarias y secundarias, y se determinaron una cantidad de equipos necesarios en base a sus capacidades, 3 molinos, 2 equipos de inyección y tenderizado, dos emulsificadoras, un equipo para picar tocino, 7 equipos tumbler de mezclado, una mezcladora cozzini, una mezcladora de paletas, tres líneas de embutido, 8 hornos, 4 equipos de refrigeración intensiva, y tres líneas de empaque. El número de obreros estimados que serían necesarios para la instalación de esta nueva planta fue de 160 y también se definieron los niveles de materias primas necesarios para lograr esta producción.

La segunda fase del proyecto tiene que ver con el análisis del problema en base a toda la data recolectada, la identificación de las relaciones existentes entre las actividades y el espacio requerido para cada una de las áreas en base a los equipos y el personal dispuestos para las mismas. Las relaciones entre las actividades fueron expuestas por medio del diagrama de relaciones y diagramas de nodos.

Bajo esta premisa se generan a continuación diferentes alternativas para la distribución, en primer lugar se determinaron los sistemas de manejo de materiales, al ser una planta productora de embutidos, los equipos utilizados deben ser de una condición específica para ser compatibles con los mismos, se determinan dos tipos de manejo de materiales en el área de producción: carritos de 0,7x0,7x1m para los departamentos de molienda, inyección y tenderizado, emulsionado, picado de tocino, macerado y mezclado y

- Utilizar cestas y carritos en una misma área y diferenciarlos por medio de señalizaciones o colores, para evitar contaminación cruzada.
- Disponer de suficientes moldes, carritos y torres de manera que no existan retrasos innecesarios en la producción.
- En caso de necesitar más espacio, considerar hacer construcciones para poner en funcionamiento las plantas superiores de los galpones que no lo están.
- Colocar dispositivos de limpieza cercanos a los equipos pada disminuir los tiempos de preparación entre cambio de productos.
- Ubicar un área para disposición de desechos de lubricantes y otras sustancias tóxicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Sule, D. R. (2001). *Instalaciones de manufactura* (2ª edición). México: Thomson Learning.
- Tompkins, J. A. (1996). *Facilities Planning* (2ª edición). United States of America: John Wiley & Sons, INC.
- Konz, S. (1991). *Diseño de Instalaciones Industrailes* (1ª edición). México: Editorial Limusa.
- Konz, S. (1991). *Diseño de Sistemas de Trabajo* (1ª edición). México: Editorial Limusa.
- Hodson, W. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial* (4ª edición). México: Mc Graw Hill.
- Coss, R. (2005). *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión* (2ª edición). México: Editorial Limusa.
- Villanueva, A. (2008). *Material de Clases Diseño de Plantas I.* Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, 2005.
- Ley Orgánica del trabajo.
- Norma Venezolana COVENIN 1642. *Planos de uso bomberil para el servicio contra incendios.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 823. *Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, alarma y Extinción de incendios.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 2274 - 85. *Servicios Médicos Laborales.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 1642. *Manejo de Materiales y Equipos, medidas generales.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 2120 - 2001. *Chorizo Cocido.* FONDONORMA.

- Norma Venezolana COVENIN 2070 - 2000. *Chorizo Seco.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 1800 - 80. *Evaluación de Sistemas de Control de Calidad.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 1602 - 1996. *Jamón Cocido.* FONDONORMA.
- Norma Venezolana COVENIN 2279 - 1999. *Jamón Curado.* FONDONORMA.
- Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- http://www.slideshare.net/fcubillosa/distribucin-en-planta?src=related_normal&rel=822992. Fecha de consulta: 12 / 12 / 2008.
- http://rayuela.uc3m.es/~tony/pdmo/pdmotema5.htm. Fecha de consulta: 25 / 1 / 2009.
- http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm. Fecha de consulta: 3 / 02 / 2009.
- http://portal.sencamer.gob.ve/. Fecha de consulta: 16 / 02 / 2009.