



DISEÑO DE PLANTAS INDUSTRIALES DE PROCESADO MÍNIMO

Prof. Francisco Artés Calero

Dr. Ingeniero Agrónomo

Ingénieur Frigoriste

Grupo Postrecolección y Refrigeración. Universidad Politécnica de Cartagena. España.

fr.artes@upct.es

www.upct.postref.es

INDICE

- **El procesado mínimo en fresco (MPF)**
- **Etapas del proceso industrial**
- **Diseño de instalaciones industriales**
- **Diseño de una industria tipo**
 - **Planta piloto o pequeña industria artesanal**
 - **Mediana dimensión**
 - **Gran tamaño**

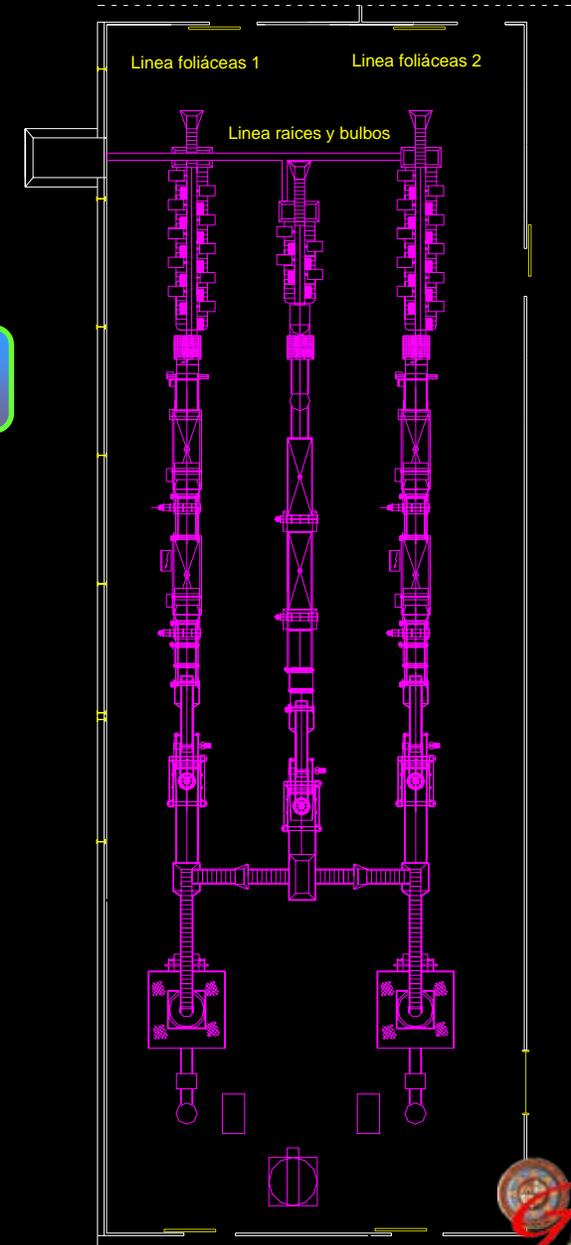
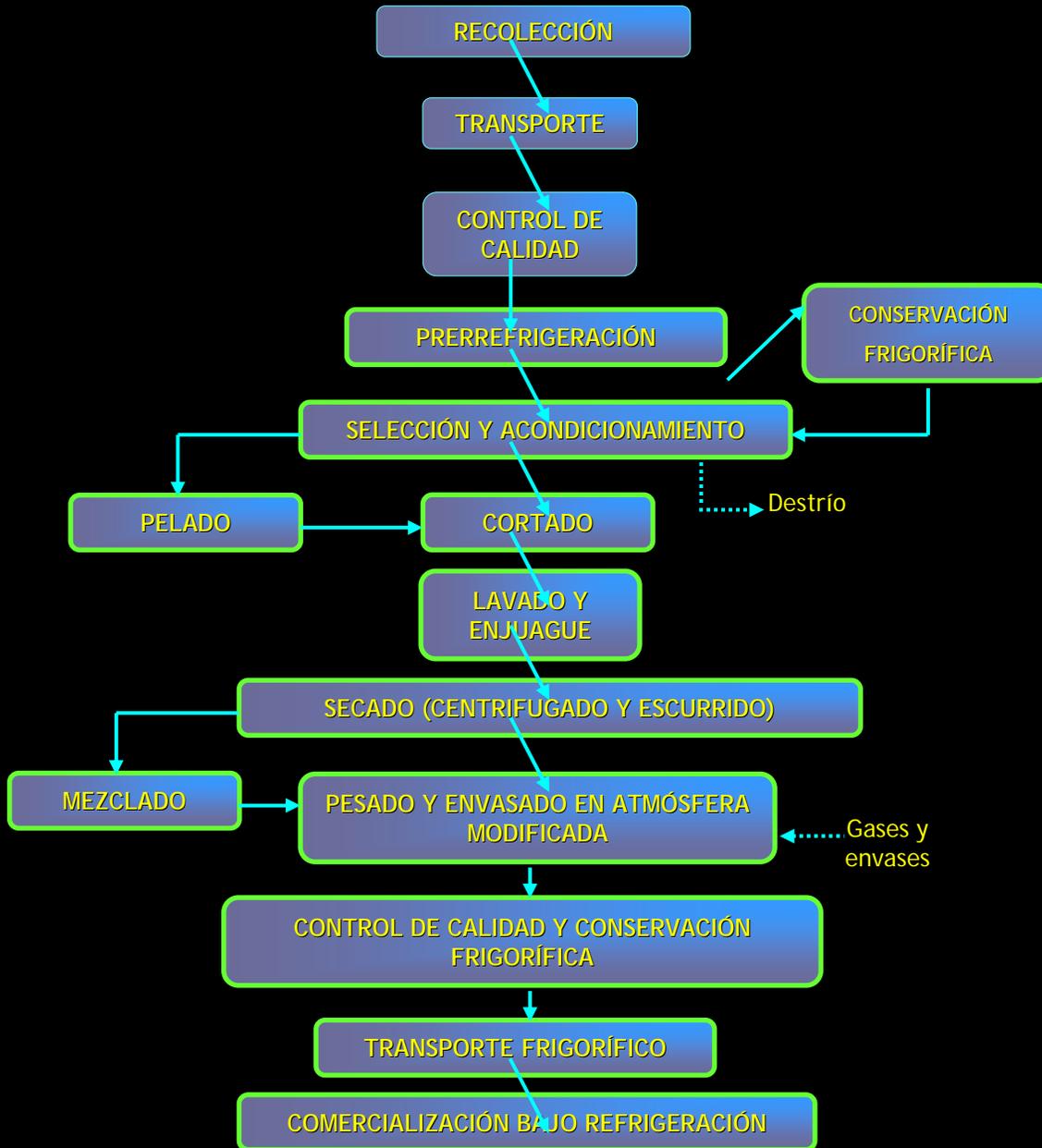
PROCESADO MÍNIMO EN FRESCO

- ❖ **Entraña limitar la vida útil**
- ❖ **Debe preservar el producto fresco procesado frente a**
 - **microorganismos patógenos (toxinas)**
 - **deshidratación**
 - **pérdida de**
 - **valor nutritivo**
 - **calidad sensorial**
- ❖ **Tratamientos suaves, sostenibles, que producen cambios mínimos en las originales propiedades**
 - **nutritivas**
 - **organolépticas**

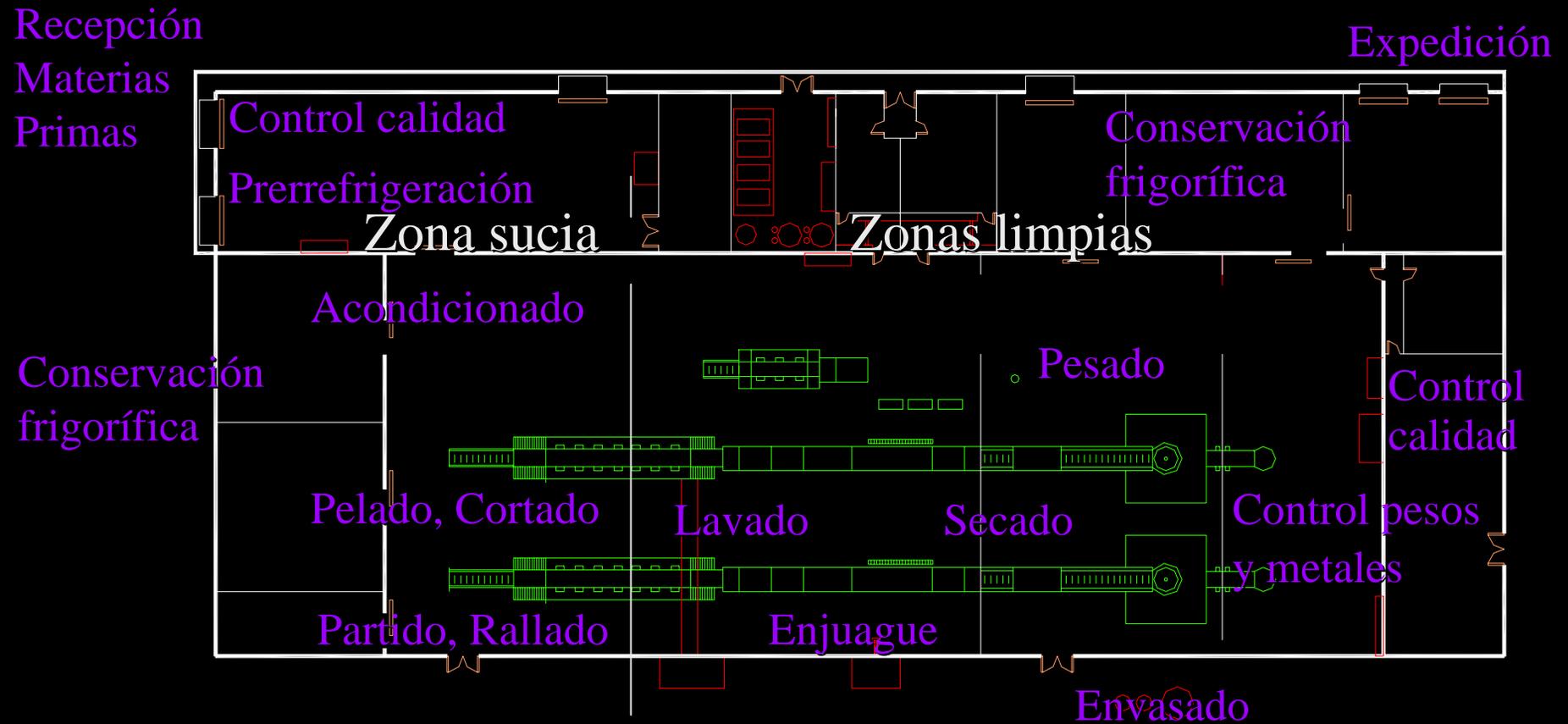
PROCESADO MÍNIMO EN FRESCO

- ❖ Como los productos MPF pierden su protección natural y no son tratados con calor o aditivos conservantes, para prolongar su vida comercial deben mantenerse a baja temperatura y generar una AM estable dentro del envase que frene
 - el desarrollo microbiano
 - el metabolismo
 - la deshidratación
- ❖ La acción sinérgica de la refrigeración y el EAM, inhibe el desarrollo de los microorganismos, pero no los destruye, salvo casos muy excepcionales.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



ETAPAS DEL PROCESO INDUSTRIAL



DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES

- ❖ **Previo a establecer toda nueva Industria se debe**
 - **realizar un estudio de mercado sobre**
 - **productos a elaborar**
 - **tipos y formatos de elaborados**
 - **definir su dimensión óptima**
 - **programar necesidades de**
 - **materias primas**
 - **instalaciones y equipos**
 - **mano de obra**
 - **inversión y rentabilidad**
- ❖ **Por ello se debe redactar un Proyecto Técnico que contemple y evalúe todos esos extremos.**



DOCUMENTOS DEL PROYECTO TÉCNICO

- **MEMORIA Y ANEXOS**
- **PLANOS**
- **PLIEGO DE CONDICIONES**
- **PRESUPUESTO**

PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN

El Proyecto Técnico se basará en un Programa de Explotación con especificaciones técnicas incluidas en el Pliego de Condiciones

- **Elección de**
 - * envases
 - * embalajes
 - * palets
 - * transporte interno
- **Necesidades en la recepción de M P**
- **Espacios de operaciones**
 - * en el interior
 - * en la expedición
 - * en el exterior
- **Capacidad de almacenamiento de M P y elaborados**
- **Definición de**
 - * temperaturas
 - * HR
- **Necesidades de**
 - * obra civil
 - * instalaciones frigoríficas
 - * otras



ASPECTOS DECISIVOS EN EL DISEÑO DE UNA INDUSTRIA DE PROCESADO MÍNIMO

- Producción de M P bajo códigos de BPA
- Elaboración industrial bajo códigos de BPM
- Manipular M P separándolas del producto procesado
- Emplear técnicas sostenibles y avanzadas (alternativas al ClONa).
- Diseño óptimo de instalaciones y equipamiento
 - accesibilidad
 - * personas
 - * maquinaria
 - fácil utilización
 - ergonomía
 - buen rendimiento
 - higiénico
- Envasado: diseño, funcionalidad y exigencias de clientes
- Distribución, comercialización, gestión del producto e interacción con los consumidores.

CONDICIONES EXIGIBLES AL SOLAR

- **Saneado**
- **Buena resistencia mecánica**
- **Poco accidentado**
- **Buen drenaje**
- **Bien comunicado**
- **Con energía y agua**
- **Abrigado del viento dominante**
- **Poca insolación directa**

CONDICIONES EXIGIBLES AL SOLAR

● Superficie suficiente y adecuada para

- * oficinas
- * aseos
- * laboratorio y control de calidad
- * vestuarios y aseos personal
- * comedor- cantina
- * almacenes
 - envases y embalajes
 - palets
 - palox
 - plásticos
 - productos químicos
- * aseo de conductores
- * báscula
- * surtidor de combustible
- * áreas de flujo de productos (≈ 10 veces la de edificaciones) para
 - circulación
 - recepción
 - expedición
- * aparcamiento de vehículos ligeros y pesados
- * prever ampliaciones (mejor en prolongación del almacén).



CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

- **Necesidades de**
 - **almacenamiento**
 - * **materias primas**
 - * **elaborados**
 - * **envases, embalajes, palets**
 - * **materiales auxiliares**
 - **equipos, maquinaria e instalaciones**
 - **personal**
 - **higiénico-sanitarias**
- **Máxima funcionalidad**
- **Optimizar espacios y recorridos**

CONDICIONES DE DISEÑO DEL PROCESADO INDUSTRIAL

- Salas de fabricación
 - sin ventanas, con iluminación eléctrica idónea
 - puertas con cierres automáticos para prevenir contaminación del exterior
 - controlar: temperatura, HR y calidad del aire.
- En balsas de prelavado, lavado y enjuague verificar
 - temperatura - cloración del agua y su eficacia
 - pH - tiempo - recuentos microbianos.
- En el centrifugado verificar
 - duración - velocidad de giro - humedad residual.
- Tras el secado, es aplicable la tecnología de “sala blanca”
 - $< 70 \text{ partículas } \varnothing > 5 \mu\text{m}/\text{pie}^3$ - $< 10.000 \varnothing > 0,5 \mu\text{m}/\text{pie}^3$.

CONDICIONES DE DISEÑO DEL PROCESADO INDUSTRIAL

- Para reducir el pardeamiento enzimático, emplear acero inox. o plásticos en contacto con el alimento, evitando iones metálicos (Cu^{++} en particular).
- Prever efectuar mantenimiento (limpieza, lavado y desinfección) a diario, y en cada cambio de producto, de
 - líneas
 - maquinaria
 - instalaciones
 - locales de fábrica
 - rejillas de desagüe
 - sumideros.
- Semanalmente, mantenimiento de las cámaras frigoríficas de almacenamiento y expedición
 - paredes
 - techos
 - suelos
 - evaporadores.
- Instalar equipos para lavar y desinfectar tras cada utilización
 - cajas
 - palets
 - palox
 - contenedores
 - remolques.

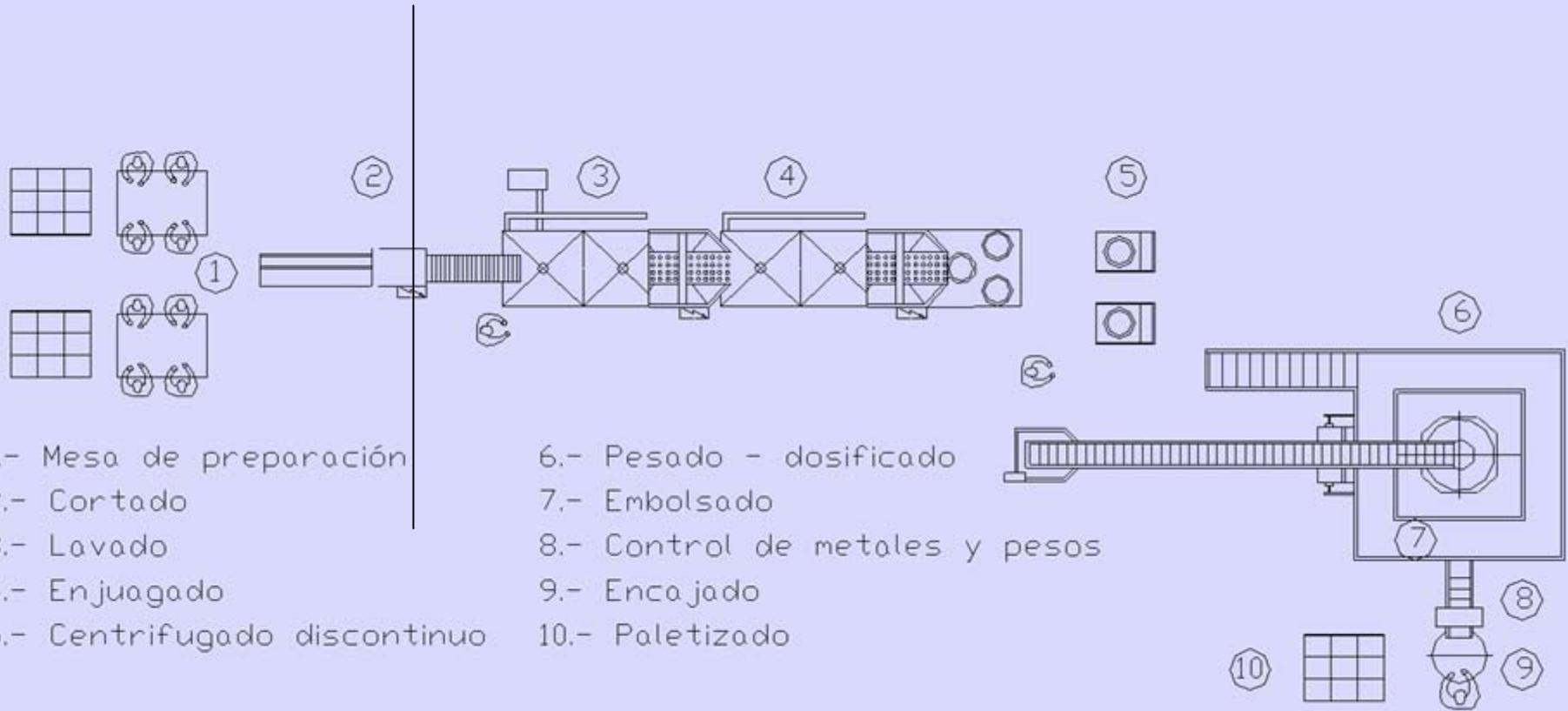
CONDICIONES DE DISEÑO DEL PROCESADO INDUSTRIAL

- Cumplir normativa sanitaria y de procesado con sistemas APPCC, para garantizar seguridad alimentaria al consumidor: Directiva 93/43/CEE y en España: RD 3484/2000 y Codex Alimentarius
- Esencial, porque la vida comercial del producto es a veces menor del tiempo necesario para el análisis microbiológico por laboratorio especializado.
- Para algunos productos MPF se efectúan procesados especiales
- Diseñar el envase para generar la AM óptima para cada producto
- Proteger contra recontaminación para mantener
 - salubridad
 - seguridad
- Durante toda la vida comercial, en el EAM se controlará
 - composición de la atmósfera
 - recuentos microbiológicos.

EMBALAJES Y PALETS

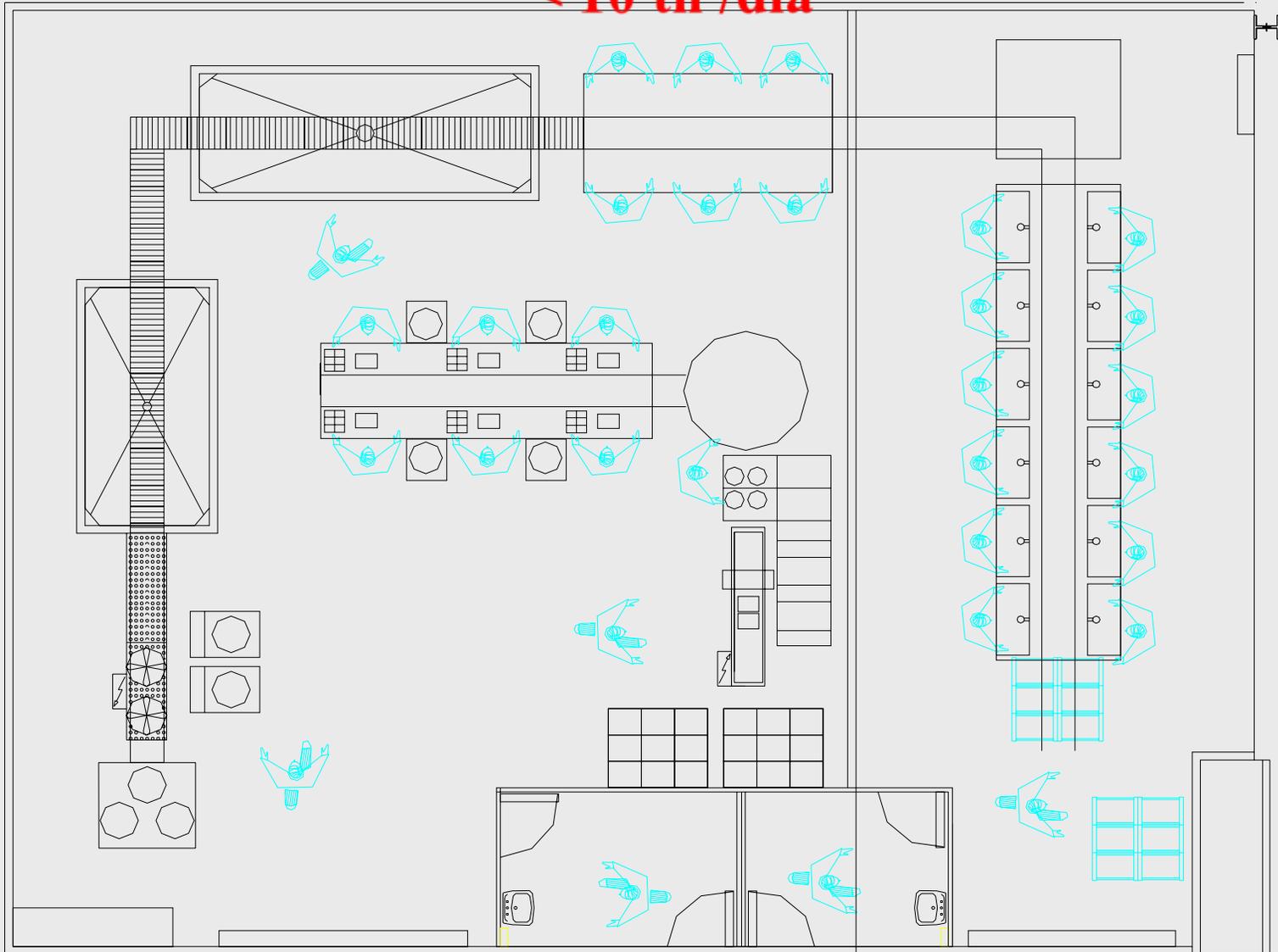
- **Emplear solo palets normalizados:**
 - 100 x 120 cm
 - 80 x 120 cm (europalet)
- **Conviene utilizar cajas de conservación de plástico de 50 x 30 x 25 cm ó de 50 x 30 x 15 cm, por ser**
 - las más normalizadas
 - fácil limpieza para reutilizar
- **Riesgos de las cajas-palet (palox o bins) por los daños mecánicos**
- **Envases de expedición acordados con los compradores**
- **Volúmenes ocupados por los palets cargados:**
 - en el de 100 x 120 cm: 2,28 m³
 - en europalet: 1,82 m³
- **Cargas unitarias durante el almacenamiento y transporte:**
 - en el de 100 x 120 cm: 600 a 950 kg (120 a 200 kg/ m³)
 - en europalet: 350 kg (100 a 180 kg/m³)

EJEMPLO DE PEQUEÑA INSTALACIÓN < 10 tn /día



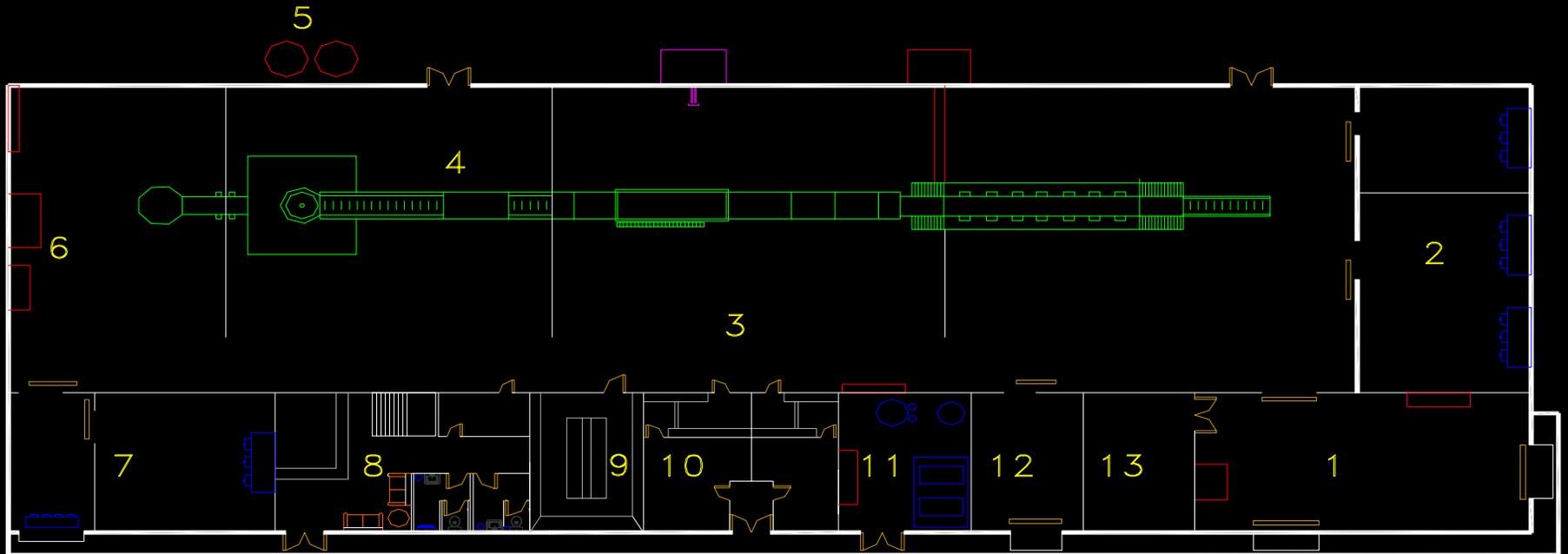
EJEMPLO DE PEQUEÑA INSTALACIÓN

< 10 tn / día



EJEMPLO DE MEDIANA INSTALACIÓN

10 a 40 tn /día



1.- RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

4.- LÍNEA DE PROCESADO

7.- CONSERVACIÓN Y EXPEDICIÓN DE ELABORADOS

10.- VESTUARIOS

13.- TALLER

2.- CÁMARAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

5.- GASES

8.- OFICINAS

11.- SALA DE MÁQUINAS

3.- MANIPULACIÓN

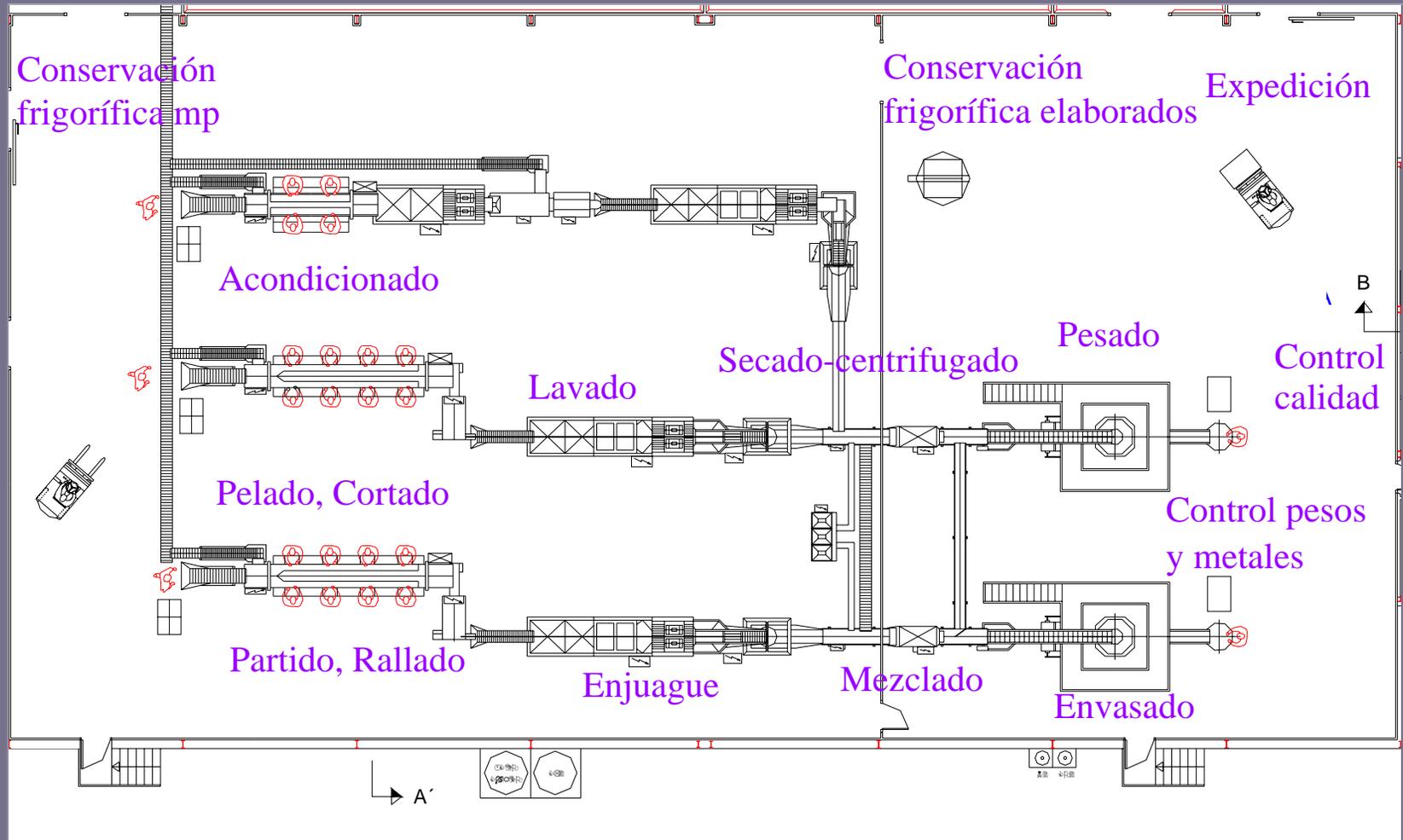
6.- CONTROLES

9.- LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD

12.- ALMACÉN

EJEMPLO DE GRAN INSTALACIÓN

> 40 tn /día



ZONA DE MANIPULACIÓN



EJEMPLO DE GRAN INSTALACIÓN INDUSTRIAL

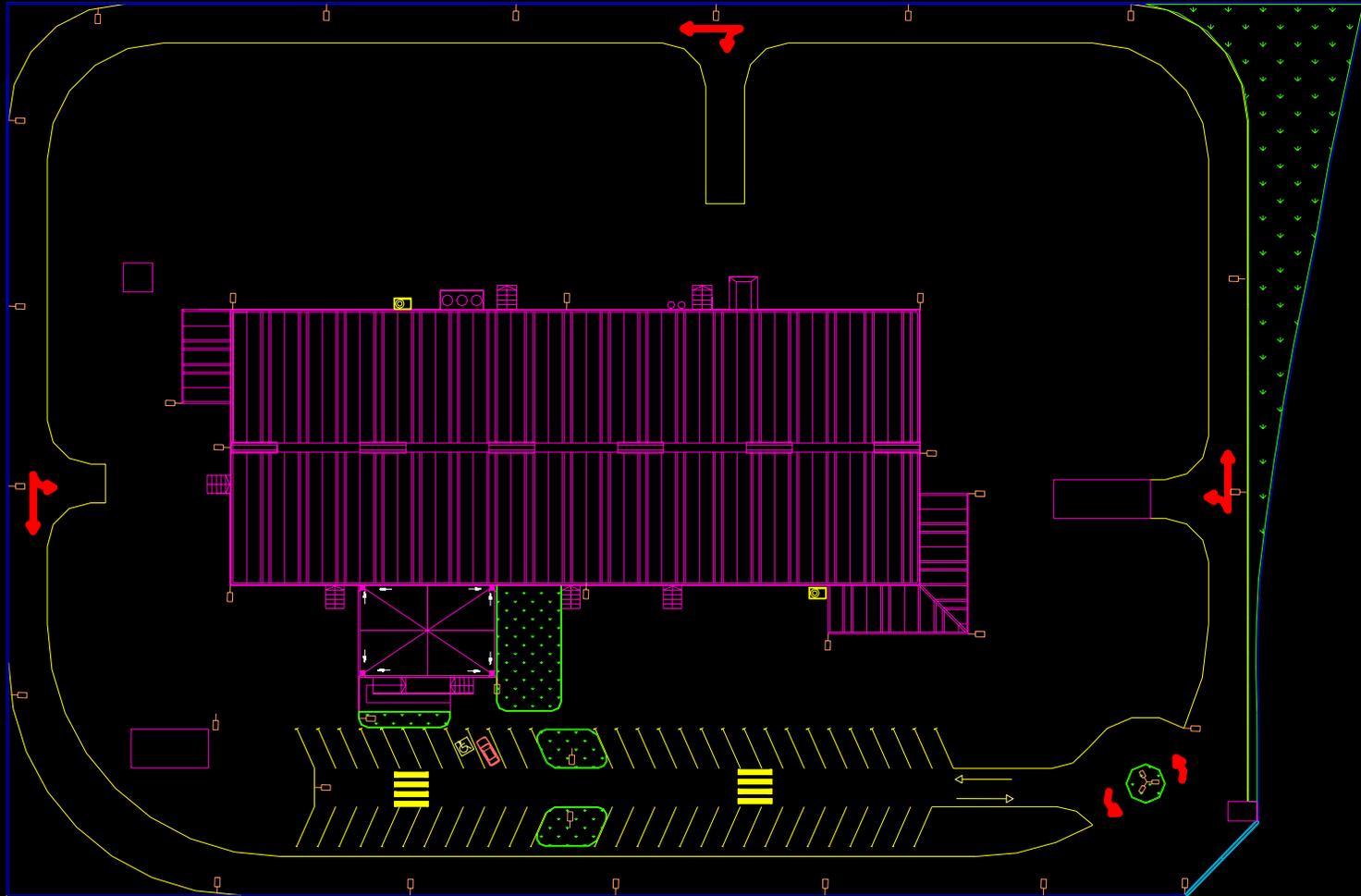
PRODUCTOS ELABORADOS	PRODUCCIÓN (tn/día)
Zanahoria rallada	5,4
Lechuga cortada	14,0
Corazones de escarola rizada	3,6
Cebolla troceada	6,5
Puerro cortado	4,5
Coles de Bruselas	3,0
Acelgas	3,0
Ensalada Americana	4,5
Ensalada Romana	4,5
Ensalada Española	4,5
Ensalada Murciana	<u>10,5</u>
TOTAL	64,0

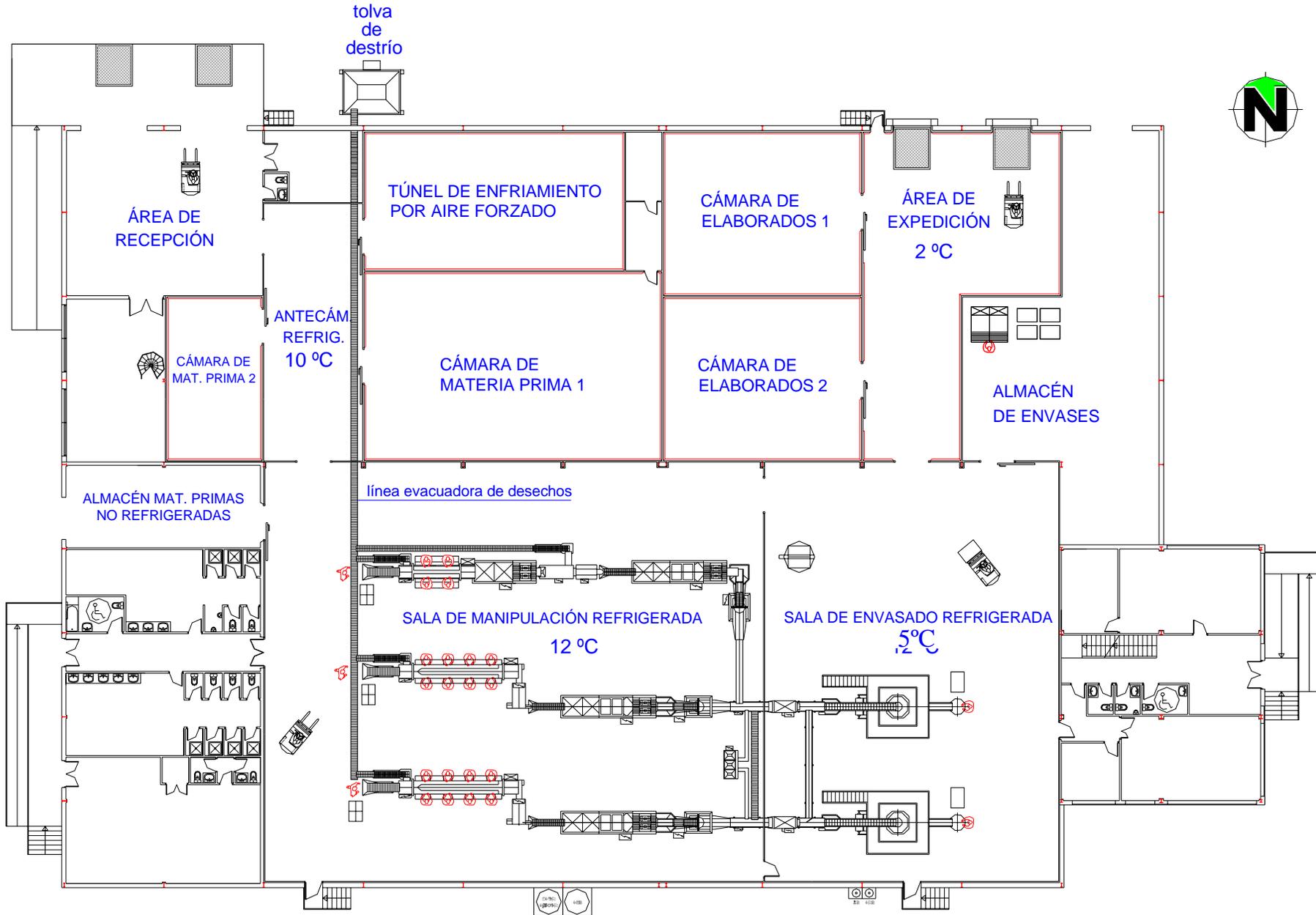
MATERIAS PRIMAS

PRODUCTO	TOTAL NETO (Kg)	RTO.	TOTAL BRUTO (Kg)
Zanahoria	7.400	0,8	9.250
Lechuga Iceberg	26.500	0,5	53.000
Lechuga Romana	2.500	0,5	5.000
Corazones Escarola	4.950	0,6	8.250
Cebolla	6.500	0,8	8.125
Puerro	4.500	0,8	5.625
Coles Bruselas	3.000	0,8	3.750
Acelgas	3.000	0,8	3.750
Lollo Rosso	2.250	0,5	4.500
Rocket	450	0,5	900
Hoja de Roble	900	0,5	1.800
Col roja Lombarda	<u>2.025</u>	0,6	<u>3.375</u>
TOTAL	63.975		107.325



DISTRIBUCIÓN EN PARCELA



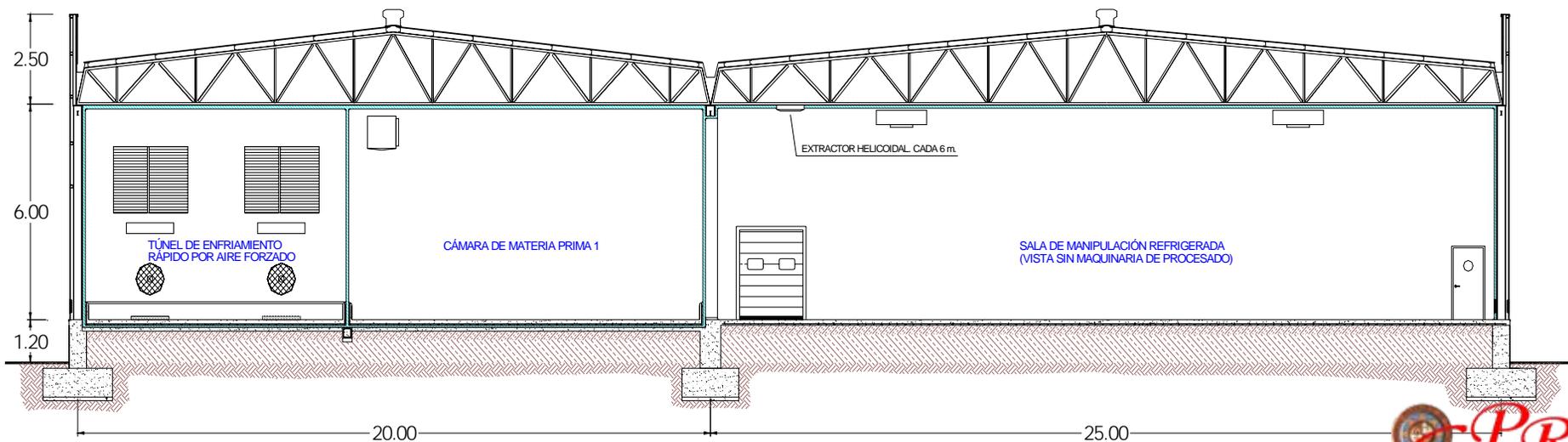


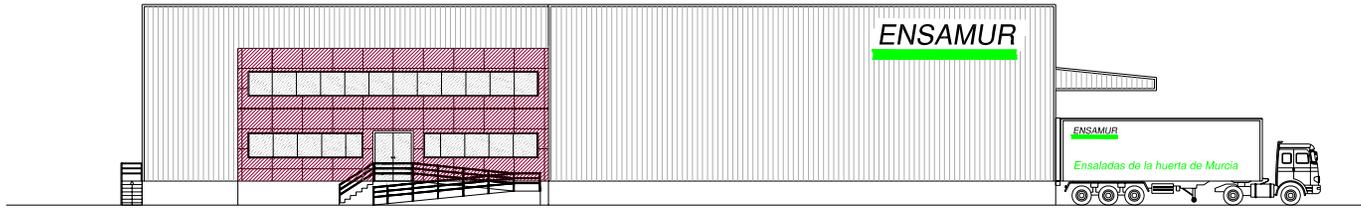
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS NAVES

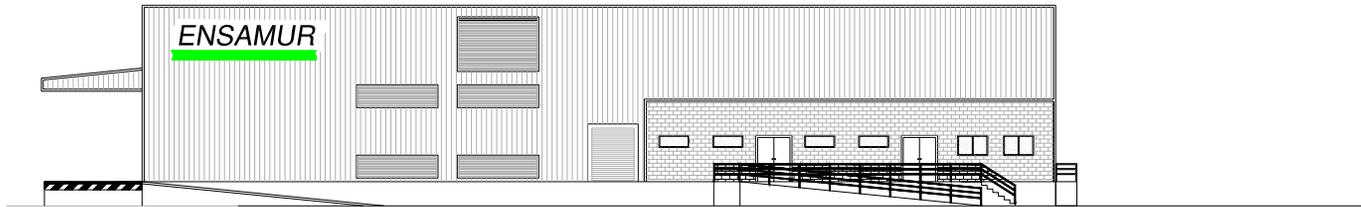
❖ Objetivos de diseño

- Soluciones óptimas (técnicas y económicas)
- Buena imagen
- Sostenible, con respeto al Medio Ambiente
- Optimizar consumos energéticos

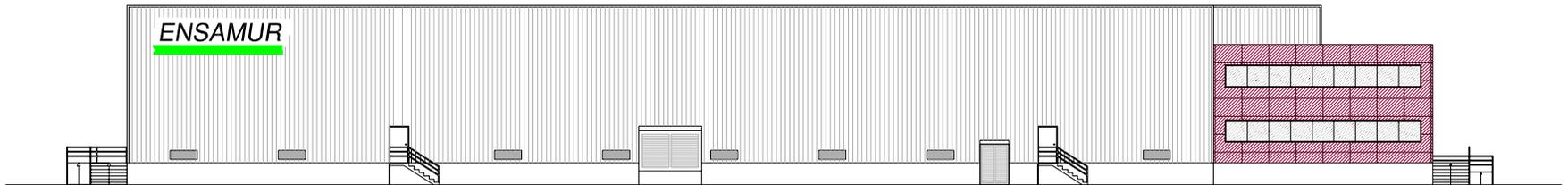




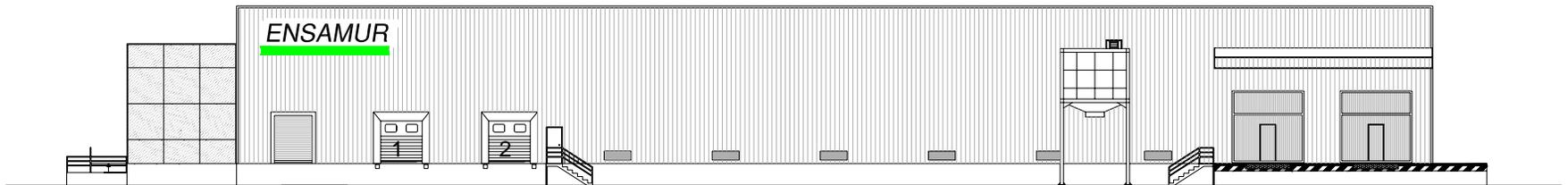
⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺ ⊕ ⊖ ⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺



⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺ ⊕ ⊖ ⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺



⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺ ⊕ ⊖ ⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺



⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺ ⊕ ⊖ ⊗ ⊙ ↻ ↺ ↻ ↺

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

❖ Se realiza para suministrar las potencias frigoríficas necesarias a las siguientes dependencias

	CONDICIONES		VOLUMEN	NEC TOTALES (10 ³	QTH
	T ^a	HR	(m ³)	KJ/día)	(Kcal/h)
CÁMARA 1	0°	95%	216	1.658	24.760
CÁMARA 2	0°	95%	578	7.940	118.601
CÁMARA 3	0°	95%	578	7.940	118.601
SALA MANIPULACIÓN 1	10°	50%	6.319	5.737	85.693
SALA MANIPULACIÓN 2	10°	50%	2.542	1.619	24.185
SALA MANIPULACIÓN 3	10°	50%	1.686	703	10.501
CÁMARA CONSERVACIÓN	0°	90%	632	4.454	66.529
ÁREA EXPEDICIÓN	0°	90%	510	1.186	17.717
TOTAL				31.236	466.587

Resumen de necesidades de las diferentes dependencias



CÁLCULO Y ELECCION DEL EQUIPO FRIGORIFICO

❁ Elección del refrigerante

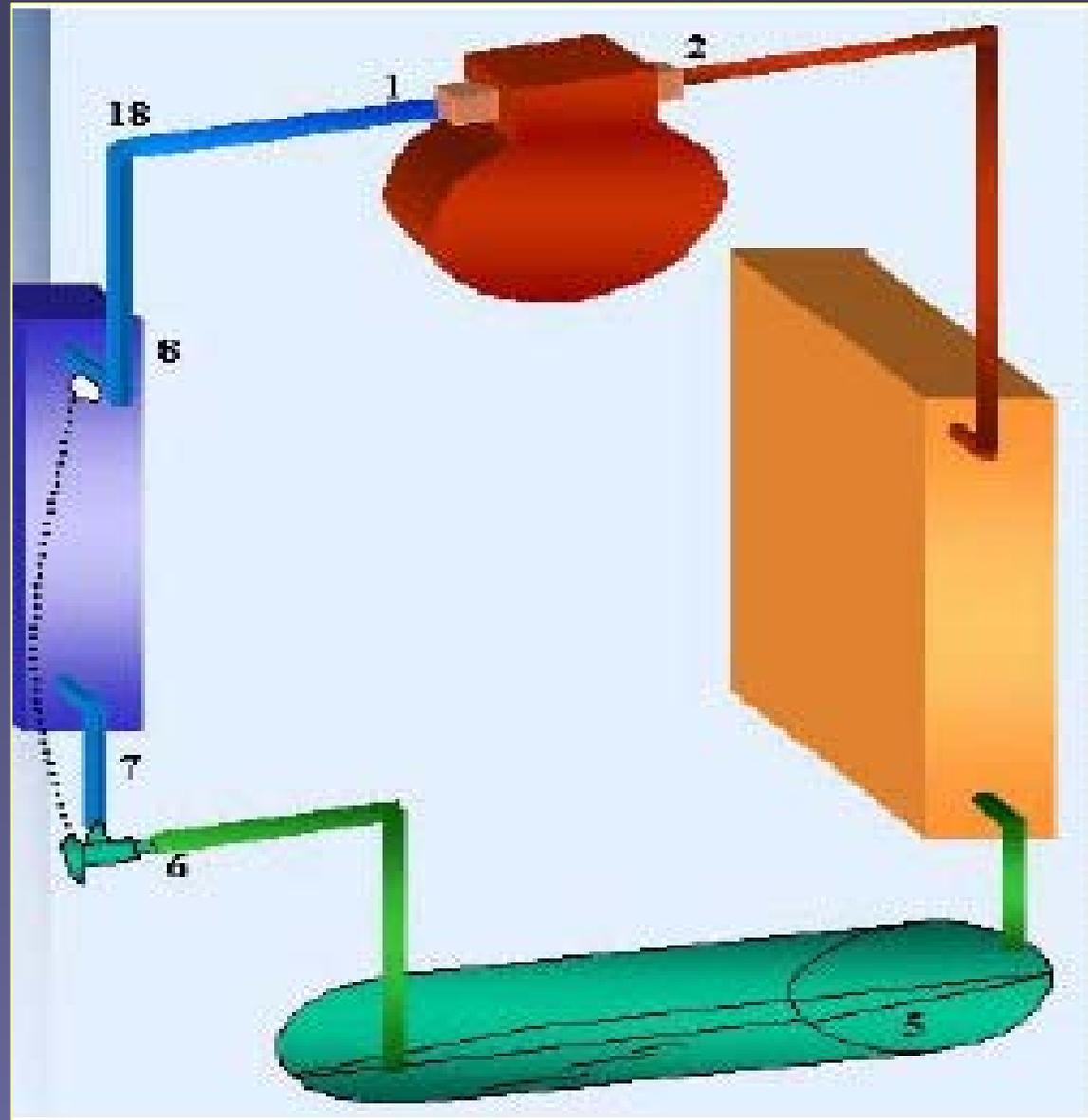
- Ventajas
- Inconvenientes

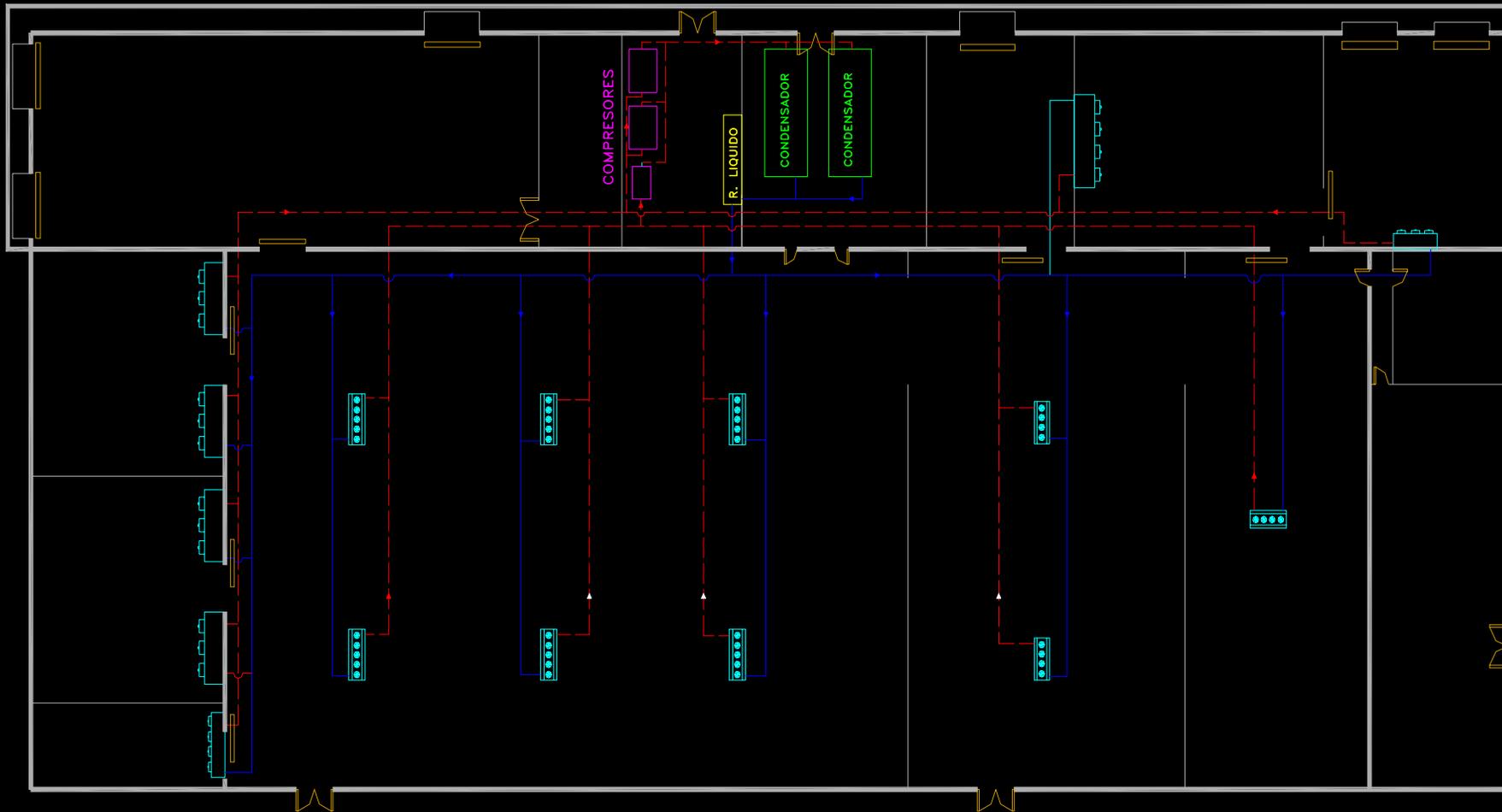
❁ Cálculo y elección de

- Evaporadores
- Compresor / es
- Condensador / es
- Recipiente de líquido
- Sistema de expansión
- Tuberías

❁ Sistemas auxiliares

- Puertas frigoríficas
- Valvulería
- Termostatos y presostatos
- Filtros y visores
- Cuadro de control





--- GAS
 — LIQUIDO

OTRAS INSTALACIONES

- **Tratamiento del agua y depósito regulador**
- **Saneamiento y evacuación de aguas pluviales**
- **Tratamiento y depuración de aguas residuales**
- **Evacuación de residuos sólidos**
- **Protección contra incendios**
- **Fontanería**
- **Aire comprimido y Central de gases**
- **Centro de transformación, Alta, Media y Baja tensión**
- **Ventilación forzada**
- **Alumbrado interior y exterior**
- **Báscula**
- **Control de accesos, vigilancia y seguridad**
- **Jardinería aparcamientos y otras**

Necesidades de personal para una gran instalación industrial

Actividad	Nº empleados
Dirección y administración	5
Común a toda la fábrica por turno	8
Trabajo en la línea de manipulación por turno	22
Total de operarios en la cadena productiva por turno	<u>30</u>
Necesidades diarias de personal en la fábrica	65

RESUMEN DE PRESUPUESTOS PARA UNA GRAN INSTALACIÓN INDUSTRIAL (64 Tn/día)

CAPÍTULO		IMPORTE (€)
1.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	155.080,535
2.	CIMENTACIÓN	52.500,768
3.	SANEAMIENTO Y PLUVIALES	11.705,303
4.	SOLERA	83.530,876
5.	ESTRUCTURA METÁLICA	95.620,549
6.	FORJADOS	38.764,888
7.	CERRAMIENTOS Y CUBIERTAS	80.078,736
8.	ALBAÑILERÍA	61.419,415
9.	FONTANERÍA Y SANITARIOS	25.387,297
10.	CARPINTERÍA	66.456,322
11.	PINTURAS	5.087,260
12.	CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	26.785,688
13.	URBANIZACIÓN	117.997,676
14.	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	488.292,676
15.	INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	12.251,236
16.	ILUMINACIÓN	55.152,361
17.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	110.125,823
18.	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	14.544,682
19.	MAQUINARIA	1.060.833,030
20.	VARIOS	100.359,535
21.	SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS EN CONSTRUCCIÓN	10.494,615



INVERSIÓN Y PAY-BACK PARA UNA GRAN INSTALACIÓN INDUSTRIAL (64 tn/día)

	Millones de euros
OBRA CIVIL	1,5
INSTALACIONES	2,6
EJECUCIÓN MATERIAL	4,1
Gastos generales + Beneficio + IVA	1,1
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	5,6
PAY-BACK	9 años

INVERSIÓN Y PAY-BACK PARA UNA PEQUEÑA INSTALACIÓN INDUSTRIAL (< 10 tn /día en 200 m²)

	Miles de euros
OBRA CIVIL	6
INSTALACIONES	188
EJECUCIÓN MATERIAL	194
Gastos generales + Beneficio + IVA	68
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	262
PAY-BACK	4 años

BIBLIOGRAFÍA

- Artés, F. 2000. Productos vegetales procesados en fresco. En: Aplicación del frío a los alimentos. 5:127-141. Edit. Mundi Prensa. Madrid.
- Artés, F. y Allende, A. 2005. Processing lines and alternative preservation techniques to prolong the shelf life of minimally fresh processed leafy vegetables. Eur. J. Hort. Sci. 70 (5) 231-245.
- Artés, F. y Artés-Hernández. F. 2000. Fundamentos y diseño de instalaciones para procesado en fresco de hortalizas. Alimentación, Equipos Tecnología. 3: 135-141.
- Artés, F. y Artés-Hernández. F. 2003. Principios y diseño de industrias de procesado en fresco de hortalizas. En: Envasado y comercialización de frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Edit: Gobierno de La Rioja. Cap. V. 65-92.
- Artés, F. y Artés-Hernández. F. 2003. Etapas decisivas y diseño de instalaciones para la elaboración de productos procesados en fresco. En: Productos hortofrutícolas mínimamente procesados. Edit. Gobierno de Canarias. 57-78.
- Artés, F. y Artés-Hernández, F. 2003. Proyecto de Industria de procesado en fresco de hortalizas foliáceas. Promotor: Primaflor SAT. UPCT. No publicado.
- Artés, F. y Artés-Hernández, F. 2004. Designing industrial factories for minimal fresh processing of plant products. 1st Inter. Conf. CIGR Bioproducts processing and food safety. Beijing. China. October. CD ROM.



- Artés-Hernández, F. y Artés, F. 2005. Concepción y ejecución de instalaciones industriales para el procesado mínimo en fresco de productos vegetales. En: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Edit. CIAD-CYTED-CONACYT. Cap. 25. 456-472.
- Fons, E., Graell, J., Latorre, J., Mothe, S., Ramo, T. e Illa, J. 2002. Mejoras en las instalaciones frigoríficas y obra civil para reducir el consumo energético en almacenes de fruta. I Cong. Español Ciencias y Técnicas del Frío. Cartagena. España. 269-275.
- Havet, M. y Hennequin, F. 1999. Experimental characterization of the ambience in a food-processing clean room. J Food Eng. 39: 329-335
- International Fresh-cut Produce Association. 2001. HACCP for the fresh-cut produce industry. Food safety guidelines for the fresh-cut industry. 4th Ed. Alexandria, Virginia, EEUU. Chapters 1 y 8.
- Internacional Standard Oficial (ISO) 14644-1. 1999. Salas limpias y locales anexos. Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire.
- Real Decreto 3484. 2000. Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas. Boletín Oficial del Estado. Madrid. 1435-1441.