

 **PERU-Hub** | Peruvian Extension
and Research Utilization

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS

COMPONENTE: TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS



PERU-Hub es una iniciativa de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), en alianza con universidades norteamericanas (Purdue, Utah y Oklahoma) y el centro de investigación Bioersity-CIAT.

CONTENIDO

Introducción	3
1. Desarrollo del diseño de planta	4
1.1 Definir el objetivo del diseño de planta	4
1.2 Formar un equipo de trabajo	5
1.3 Determinar la ubicación de la planta	6
1.4 Determinar la capacidad de la planta	6
1.5 Determinar equipos para el proceso productivo	7
1.6 Distribución de las áreas	8
1.7 Dimensionamiento de las áreas	9
1.8 Detalle de las instalaciones	10
1.9 Presentación del diseño	11

INTRODUCCIÓN

El presente documento brinda los principales puntos a considerar para dar inicio al diseño de una planta de transformación de alimentos. El punto de partida es definir los objetivos por los que se pretende mejorar o diseñar una planta para luego formar un equipo con profesionales involucrados en toda la cadena de transformación del producto. Posteriormente, se desarrolla la etapa de diseño en la que se considera un diagnóstico detallado de la ubicación de la planta o el lugar donde se desea realizar la mejora.

El diseño de planta implica diferentes puntos como: la distribución de áreas y líneas de producción, dimensionamiento de las áreas, entre otros aspectos. Con ello, todas las acciones que se realicen permitirán lograr la eficiencia operativa en cada etapa del proceso productivo.

Finalmente, es importante mencionar que el presente documento sobre las consideraciones para el diseño de una planta de transformación de alimentos se realizó tomando en cuenta las legislaciones vigentes para mantener la inocuidad alimentaria según los lineamientos del **Decreto Supremo N° 007-98-SA**, tomando como referencia el título IV que hace mención a la Fabricación de Alimentos y Bebidas. Dentro del mencionado documento, existe también el Capítulo I, que hace referencia a la infraestructura física e instalaciones de las fábricas y el Capítulo II, que hace referencia a la distribución de ambientes y ubicación de equipos.

ELABORADO POR:

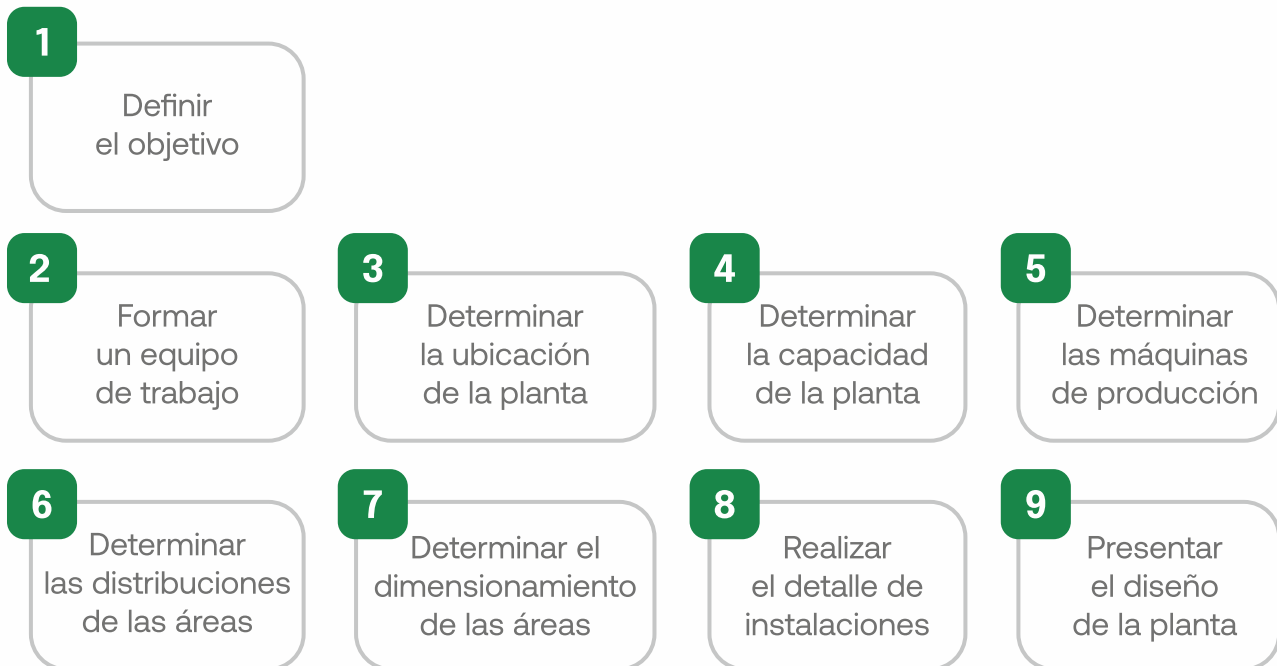
Mg.Sc. Ing. Rossemary Carpio
Coordinadora del Componente
Transformación de Alimentos

Ing. Cesar Santiesteban
Especialista de Frutas y Lácteos
del Componente Transformación
de Alimentos

1 Desarrollo del diseño de planta

A continuación, se muestra un flujograma de las etapas a considerar para el desarrollo del diseño de planta.

Figura 1: Etapas del diseño de una planta de transformación de alimentos.



A continuación, se describe cada etapa presentada en la figura 1.

1.1 Definir el objetivo de diseño de planta

Los objetivos para diseñar una planta pueden ser varios, según la necesidad de la empresa que desee instalar o mejorar áreas de proceso de una ya existente. A continuación, se describen algunos ejemplos:

- Diseñar una planta para la producción de alimentos de consumo humano para venta local, nacional y/o internacional.
- Mejorar una etapa del proceso de producción para reducir el tiempo de procesamiento e incrementar la productividad lo que conllevará a una reducción de costos.
- Rediseñar una planta de producción ya existente con la finalidad de mejorar la distribución de líneas de producción.
- Contar con un diseño que permita obtener la validación de Principios Generales de Higiene, formados por las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Plan de Higiene y Saneamiento (PHS) y Análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP).

1.2 Formar un equipo de trabajo

Se recomienda que el equipo de trabajo esté conformado por un especialista de diseño de planta con conocimientos sobre la industria de alimentos y el marco normativo en materia de inocuidad alimentaria. También es importante la participación del personal que realizará la construcción y otras partes interesadas como proveedores de máquinas.

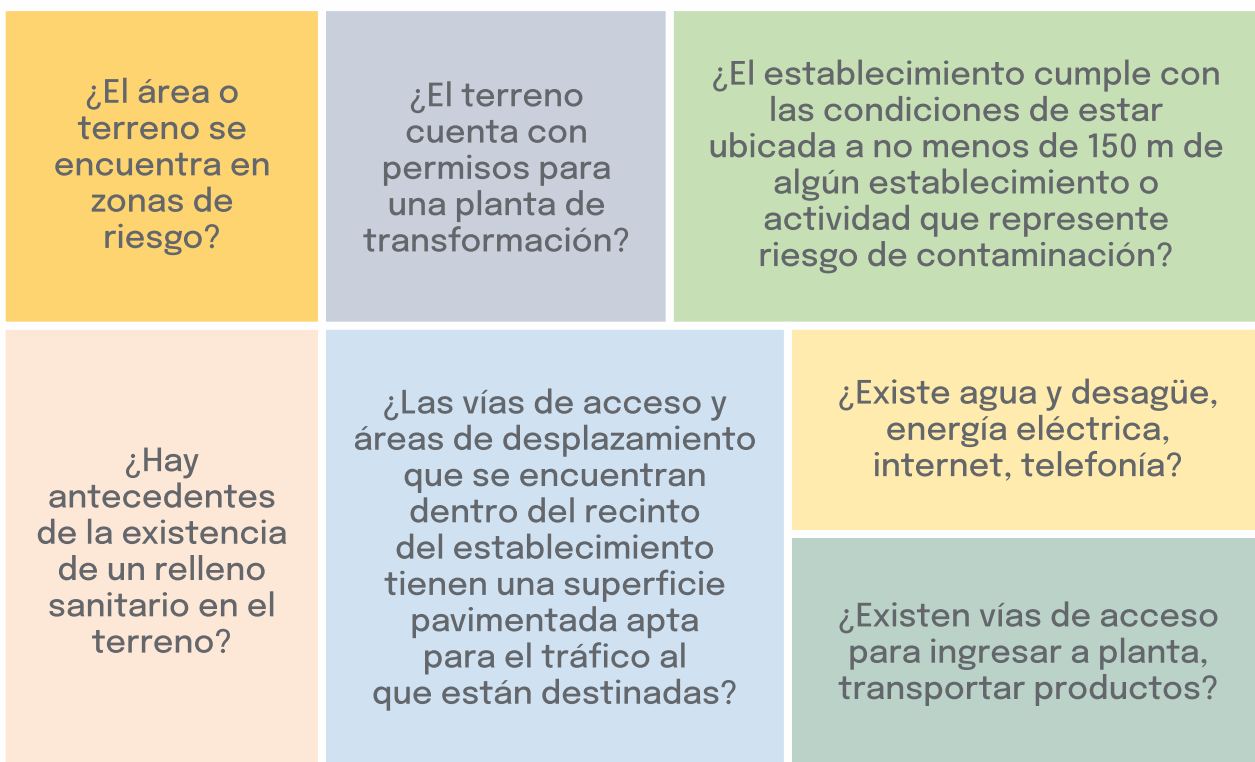


De izquierda a derecha: Ingeniero civil (responsable de construcción), gerente de operaciones, ing. de Industria Alimentaria (responsables de que se cumpla con las exigencias de la normativa de inocuidad alimentaria).

1.3 Determinar la ubicación de la planta

Para determinar el área o terreno donde se ubicará la planta es importante realizar un estudio cuidadoso, considerando diversos factores como: disponibilidad de materia prima, disponibilidad de personal, disponibilidad de servicios básicos como agua, desagüe, energía eléctrica, vías de acceso, marco normativo de la municipalidad, entre otros. A continuación, la figura 2 muestra algunos puntos a considerar para determinar la ubicación de una planta de transformación de alimentos.

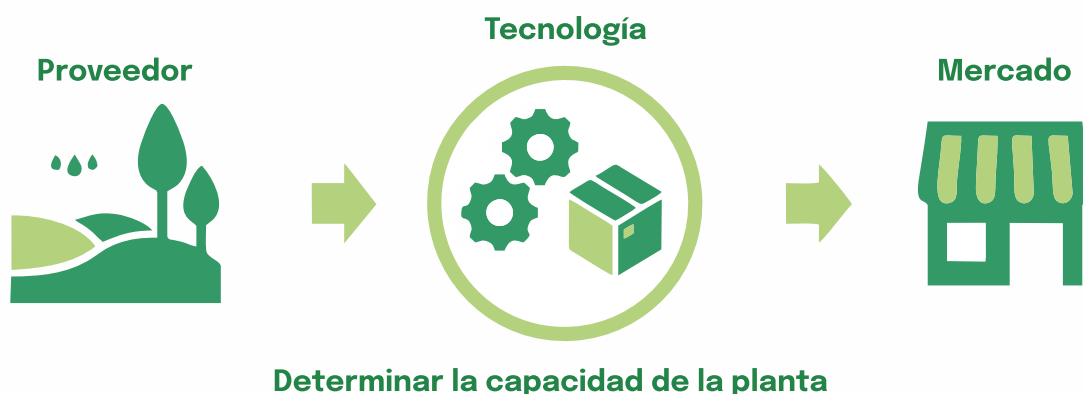
Figura 2: Algunos factores a evaluar para definir la ubicación de la planta.



1.4 Determinar la capacidad de la planta

Para determinar la capacidad de la planta es importante tener definido todos los aspectos relacionados con el proveedor, tecnología de proceso y mercado (Fig. 4). Proveedor se refiere a la cantidad de materia prima que se va a procesar, su disponibilidad y tiempos de cosecha. La tecnología se refiere a el producto y cantidad a elaborar según demanda, las operaciones o actividades que se van a realizar, monto de inversión, turnos de trabajo, capacidad individual de cada máquina de proceso y del equipo clave (el de mayor inversión y cuya capacidad debe ser aprovechada al máximo), suministro de insumos, logística, entre otros. Por último, se debe considerar estudios de mercado para diseñar el producto y cantidad a elaborar según demanda.

Figura 3: Algunos factores que definen la capacidad de la planta.



Adicionalmente, es importante realizar un diagrama de bloques o diagrama de flujo de todas las operaciones o actividades involucradas en el proceso. En el diagrama se identificarán las etapas del proceso con parámetros de control (temperatura, tiempo, cantidad, rendimiento, etcétera), así como los insumos y materiales que intervienen.

1.5 Determinar equipos para el proceso productivo

Las etapas del proceso de elaboración del producto (diagrama de bloques o de flujo), sumado a la descripción detallada de cada una de ellas, permite definir los equipos y máquinas a emplear para producción, laboratorio y áreas auxiliares. Al contar con la descripción detallada del proceso se puede realizar un análisis teniendo en cuenta los factores descritos en la Tabla 1.

Tabla 1: Algunos factores que definen el equipos de planta.

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Proveedores	Búsqueda de proveedores para obtener información técnica de equipos, costos, tiempos de entrega e instalación, entre otros.
Precio	Precio de los equipos para el cálculo de la inversión inicial.
Dimensiones	Determinar el tamaño de los espacios de trabajo y la distribución de la planta.
Capacidad	De este factor depende el número de máquinas a adquirir. Al conocer las capacidades disponibles se realiza un balance de la línea para evitar capacidad ociosa o que se genere un cuello de botella. Es decir, conocer la cantidad y capacidad de los equipos permite que el flujo del proceso fluya de forma continua.
Flexibilidad y funcionalidad	Se tiene en cuenta estos factores para que los equipos adquiridos tengan la capacidad de realizar operaciones unitarias en ciertos rangos de trabajo (físicos, químicos, mecánicos), se cuente con un diseño accesible a la limpieza y con accesibilidad de cambio de formatos.

Mano de obra necesaria	Es útil para calcular el costo de mano de obra directa y el nivel de capacitación que se necesitará.
Costo de mantenimiento	En el diseño de los equipos se trabaja junto con el proveedor para que haya flexibilidad para su mantenimiento. El proveedor debe entregar una lista de consumibles y accesorios para el mantenimiento.
Consumo de energía o combustible	El consumo de energía por equipo nos ayuda a calcular la carga total energética (estación eléctrica) necesaria para el funcionamiento de la planta. También se debe tener en cuenta los cálculos de combustible para los equipos que lo necesiten.
Infraestructura sanitaria y material	En el diseño y fabricación de los equipos se debe coordinar y controlar el material de fabricación y los acabados sanitarios (lisos: soldaduras sanitarias, impermeables, resistentes, no contaminantes, no poroso, no absorbentes, inertes, resistente a la corrosión, no tóxico y fácil de limpiar), uso de grasas sanitarias (zonas en contacto con el producto o por la parte superior donde pasa el producto) para evitar posterior contaminación en el proceso.
Conexiones, accesorios y equipos auxiliares	Hay equipos que necesitan aire, agua fría, agua caliente, accesorios de acople de cañerías, manómetros, termómetros. Es necesario incluir estos costos en el monto de inversión destinado al equipamiento para que la línea de producción quede operativa.
Costo de fletes y seguros	Estos costos también son incluidos en el costo de inversión de equipamiento de la línea de producción.
Costo de instalación y puesta en marcha	Este es un costo que se coordina con el proveedor principal en la inversión de equipamiento para que se realice una prueba de equipos en su taller y luego la instalación y puesta en marcha en la planta.

1.6 Distribución de las áreas

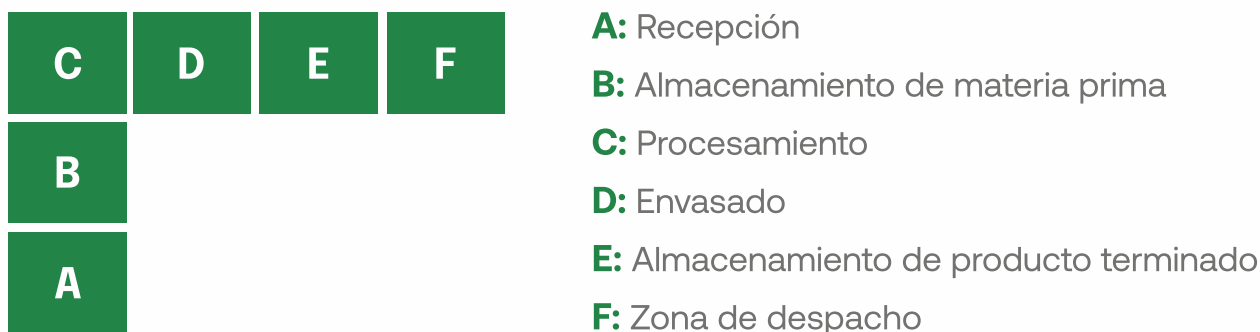
Es importante que cada área de trabajo siga una secuencia según el proceso de transformación. Esto se realiza con el objetivo de evitar la contaminación cruzada, tener procesos eficientes, entre otros aspectos. La distribución de las áreas se puede realizar en forma de 'L', 'I' o 'U' (Fig. 4). Sin embargo, se recomienda evitar la distribución tipo 'X', debido a que se generaría una contaminación cruzada. El tipo de distribución dependerá del producto o productos a elaborar y la ubicación del terreno destinado para la planta de transformación de alimentos.

Figura 4:
Tipos de distribución de procesamiento



A continuación, se presenta, a manera de ejemplo, un modelo de distribución tipo 'L' invertida.

Figura 5: Ejemplo de distribución de áreas



Nota. Distribución de áreas de procesamiento.

1.7 Dimensionamiento de las áreas

Existen distintas metodologías para realizar el dimensionamiento de áreas o definir el tamaño de las áreas. Una de ellas es **GUERCHET**. Para su aplicación se requiere de la siguiente información: dimensiones de los equipos, cantidad por modelo a emplear en la planta y la operatividad del equipo o maquinaria.

La metodología **GUERCHET** tiene el siguiente cálculo:

$$ST=SS+SG+SE$$

- **ST: Superficie total.** Es el área total que ocupará una determinada máquina.
- **SS: Superficie estática.** Representa el área que ocupan los muebles, maquinarias, etcétera. La fórmula es: $SS=Largo \text{ de la máquina} \times ancho \text{ de la máquina}$.
- **SG: Superficie de gravitación.** Es el área que ocupa la persona que opera un determinado equipo o máquina. La fórmula es: $SG=SS \times n$, donde "n" es el número de lados por el cual se puede operar o utilizar la máquina.
- **SE: Superficie de evolución.** Es el área que se separa o reserva entre puestos de trabajo y los desplazamientos del personal. La fórmula es: $SE=(SS+SG) \times k$.

Donde k: Es un coeficiente de evaluación entre alturas promedio ponderadas de elementos móviles y estáticos (Carrillo et al., 2020). El k puede tomar valores entre 0,05 y 3 dependiendo del tipo de industria. En el sector alimentos, el coeficiente k tiene un rango entre 0.05 a 0.15 (Avilés, 2019).

1.8 Detalle de las instalaciones

A continuación, se detalla algunas etapas o áreas de la planta. Se ha considerado los requisitos de piso, pared, techo, lavaderos, iluminación, entre otros, tomando como referencia el marco normativo de inocuidad alimentaria establecido en el **Decreto Supremo N° 007-98-SA**.

TABLA 2: Algunos detalles de las instalaciones:

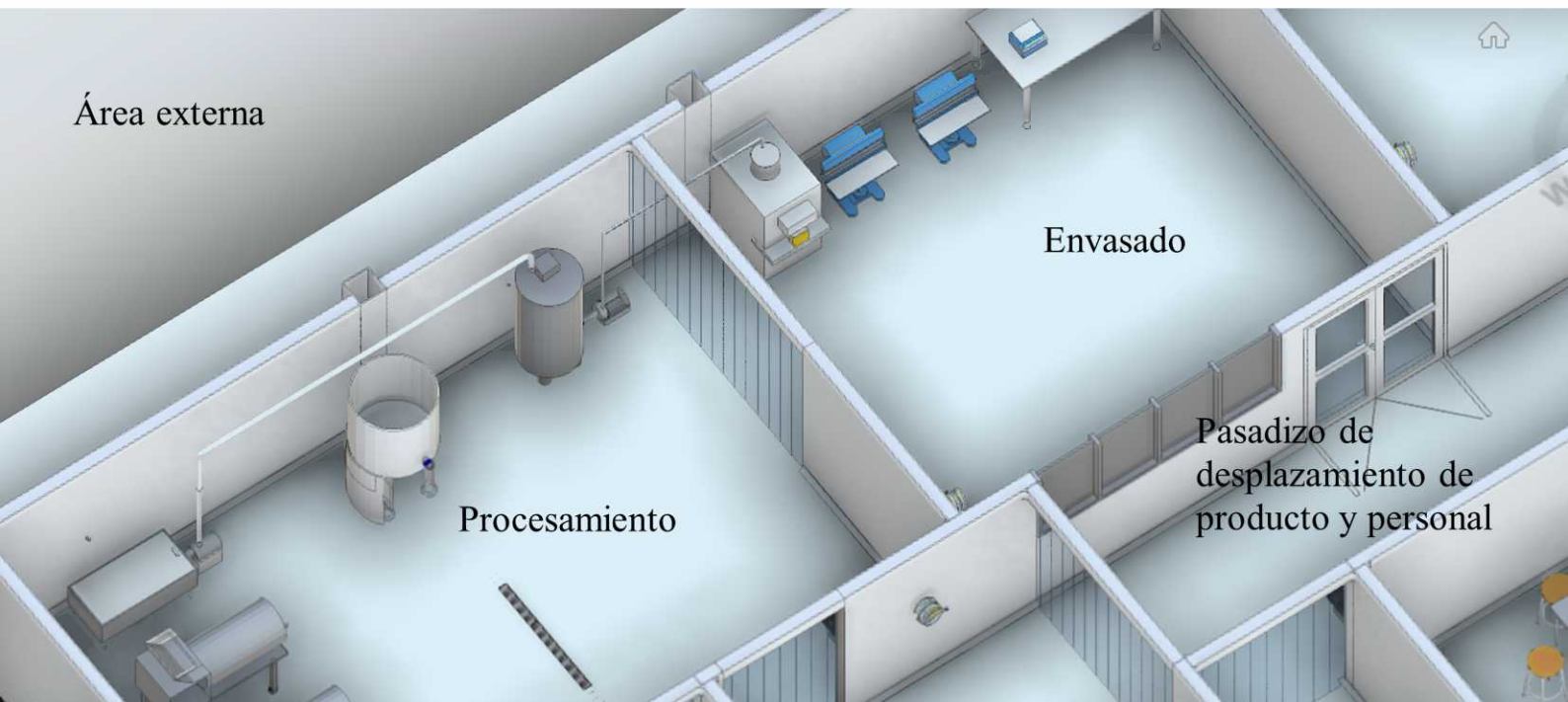
ÁREA DE PROCESOS

Zona	Características	Nombre de material recomendado	Tono/Color
Piso	Superficie totalmente lisa, antideslizante, altamente resistente a la abrasión, con pendiente para drenaje de agua orientada a sumidero o rejilla de desagüe. Sin grietas.	Pintura epóxica. Mínimo dos manos de pintura. Recomendado por el proveedor o documento que sustente para su uso en el sector alimentos.	Tono: Claro
Pared	Superficie plana, sin rugosidad ni gruñas, totalmente lisa y altamente resistente a la abrasión. No se deben apreciar las columnas en la parte interna de la planta para evitar esquinas, ya que generan acumulación de polvo.		Color: Claro
Zócalos sanitarios	Superficie lisa entre la pared y el piso en forma de media caña, convexa y curva, para facilitar el lavado y evitar el acumulamiento de elementos extraños.		
Iluminación	Los niveles mínimos de iluminación son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • 540 LUX en zonas donde se realice un examen detallado del producto. • 220 LUX en las salas de producción. • 110 LUX en otras zonas. 	Las luminarias deben tener protección	
Ventilación	Ventilación para evitar el calor excesivo, así como la condensación de vapor de agua y permitir la eliminación de aire contaminado. La corriente de aire no deberá desplazarse desde una zona sucia a otra limpia.	Las aberturas de ventilación deben estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo. Estas deberán estar instaladas de manera que puedan retirarse fácilmente para su limpieza.	

1.9 Presentación del diseño

A continuación, se presenta, a manera de ejemplo, el diseño de planta que se desarrolló en el proyecto **PERU-Hub** para el procesamiento de frutas tropicales.

Figura 6: Modelo de diseño del área de procesamiento y envasado de una planta.



Finalmente, el diseño más los detalles debe ser presentado al área de construcción de la futura planta a los ingenieros que realizarán la construcción de la futura planta para que realicen los documentos correspondientes como planos, expediente técnico y coordinaciones necesarias para la mejora de la propuesta inicial.

BIBLIOGRAFÍA

Avilés, E. J. (2019). Diseño y distribución en planta para la empresa REENCAVI Compañía Anónima. Tesis para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

URI: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18295>

Carrillo Z., Litano R., Quilcat B., Silva J y Villegas A. (2020). Diseño de una planta de producción de néctar de mango ciruelo en el departamento de Piura. Trabajo de Investigación para el curso de Proyectos del Programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura.

URI: <https://hdl.handle.net/11042/4730>

Decreto Supremo No 007-98-SA. Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (25 de septiembre de 1998). Normas Legales, No 26842. Diario Oficial El Peruano.

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256394-007-98-sa>



Sede Lima: Oficina IRD en la UNALM. Av. La Molina S/N - La Molina.
Sede Tarapoto: IRD Pucayacu de la UNALM. Km. 10 de la Carretera Fernando Belaunde Terry - Distrito de la Banda de Shilcayo.

IRD: Instituto Regional de Desarrollo / **UNALM:** Universidad Nacional Agraria La Molina

✉ peru.hub@molina.edu.pe



www.lamolina.edu.pe