

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA**

***RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA PLANTAS  
DE ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE DE PRODUCTOS HORTIFRUTÍCOLAS DE  
ACUERDO A LAS PRINCIPALES NORMAS NACIONALES Y ESTADOUNIDENSES***

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero Agrícola con el  
grado académico de Licenciatura

Luis Navarro Meza

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica

2011

## Miembros del Tribunal Evaluador

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Ingeniería Agrícola como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola.

Elaborado por: Luis Navarro Meza

_____	<b>Director</b>
M.Sc. Carlos Benavides León	
_____	<b>Lector</b>
Ing. Giovanni Carmona Villalobos	
_____	<b>Lector</b>
Ing. Wilfredo Flores del Valle	
_____	<b>Miembro del Tribunal</b>
M.Sc. Marianela Alfaro Santamaría	
_____	<b>Miembro del Tribunal</b>
Ing. Beatriz Mazón Villegas	

## Dedicatoria

*A mis padres, hermanos, mi novia y mi sobrino  
con todo el amor del mundo,  
por darme siempre apoyo y ser mi motivo de inspiración.*

*A Dios por darme la fortaleza para  
culminar este proyecto*

## Agradecimientos

A mis padres porque gracias a sus enseñanzas y sacrificios hoy soy profesional, a ellos les debo los logros que he obtenido hasta el día de hoy.

A mis hermanos por darme su amistad, amor y ayuda en todo momento. En especial a Pablo por ser mi fuente de inspiración.

A Fran por convertirse en mi motivadora, mi amiga y soporte. Por siempre darme amor y respeto.

A Don Carlos, muchas gracias por toda su dedicación, compromiso y ayuda durante la realización de este proyecto.

A Giovanni, Wilfredo y Walter, por su aporte indispensable y por formar parte del equipo de trabajo.

Al personal docente y administrativo de la Escuela Ingeniería Agrícola y del CIGRAS. En especial a Nela por siempre ofrecerme su ayuda.

A mis amigos y compañeros de la universidad, especialmente a Marcia por transmitirme toda su alegría y por darme su amistad.

A Roger por su incansable y valiosa ayuda.

En general a todas las personas que colaboraron con el desarrollo de esta investigación.

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Miembros del Tribunal Evaluador .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo General .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
III. REVISION DE LITERATURA .....	14
3.1 Comercialización de Productos Agrícolas Frescos .....	14
3.2 Calidad e Inocuidad Alimentaria .....	15
3.3 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) .....	16
3.4 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) .....	17
3.5 Reglamento de Construcciones de Costa Rica .....	18
3.5.1 Establecimientos Industriales .....	18
3.6 Food and Drug Administration (FDA) .....	20
3.7 Ley de Seguridad de la Salud Pública y Preparación y Respuesta contra el Bioterrorismo .....	21
3.8 Estructura de la Ley Contra el Bioterrorismo .....	22
3.8.1 Sección 303, Detención Administrativa de Embarques de Alimentos .....	23
3.8.2 Sección 305, Inscripción de Establecimientos que Exportan Alimentos a los Estados Unidos .....	23
3.8.3 Sección 306, Mantenimiento de Registros para la Trazabilidad de los Alimentos 26	
3.8.4 Sección 307, Notificación Previa de Embarques de Alimentos .....	27
3.9 Codex Alimentario .....	28
3.9.1 Diseño Higiénico .....	28
3.9.1.1 Establecimientos .....	29
3.9.1.2 Equipo .....	29
3.9.1.3 Estructuras internas y mobiliario .....	29
3.9.1.4 Recipientes para los desechos y sustancias no comestibles .....	30
3.9.1.5 Abastecimiento de Agua .....	30
3.9.1.6 Drenajes y eliminación de desechos .....	30
3.9.1.7 Limpieza .....	31
3.9.1.8 Servicios de higiene y aseos para el personal .....	31
3.9.1.9 Control de temperatura .....	31
3.9.1.10 Calidad del aire y ventilación .....	32
3.9.1.11 Iluminación .....	32
3.9.1.12 Almacenamiento .....	33
IV. METODOLOGIA .....	34
4.1 Recopilación de información .....	34
4.2 Diseño de la guía de análisis .....	34

4.3	Tamaño de la muestra.....	35
4.4	Validación de la guía de análisis.....	36
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1	Recopilación de normas para diseño, construcción y remodelación de establecimientos agrícolas.....	37
5.2	Guía de evaluación para plantas empacadoras.....	38
5.3	Aplicación y validación de la guía de diagnóstico.....	43
5.3.1	Alrededores de la planta.....	43
5.3.2	Ubicación.....	44
5.3.3	Área de proceso.....	45
5.3.4	Pisos y Desagües.....	47
5.3.5	Paredes.....	49
5.3.6	Techos y estructura de soporte.....	49
5.3.7	Ventanas.....	50
5.3.8	Puertas.....	51
5.3.9	Iluminación.....	52
5.3.10	Ventilación.....	53
5.3.11	Abastecimiento de agua.....	54
5.3.12	Instalaciones sanitarias.....	56
5.3.13	Instalaciones para lavarse las manos.....	57
5.3.14	Manejo de desechos.....	58
5.3.15	Programa de limpieza y desinfección.....	59
5.3.16	Control de plagas.....	60
5.3.17	Equipos y utensilios.....	61
5.3.18	Rotulación.....	63
5.3.19	Almacenamiento, empaque y distribución.....	64
5.3.20	Contaminación cruzada.....	66
5.3.21	Instalaciones de emergencia.....	67
5.3.22	Satisfacción personal.....	68
5.4	Recomendaciones de diseño.....	69
5.4.1	Recomendaciones previas a la etapa de diseño o remodelación.....	69
5.4.2	Recomendaciones de diseño y detalles constructivos.....	71
5.4.2.1	Establecimiento.....	71
5.4.2.2	Ubicación.....	72
5.4.2.3	Recepción.....	73
5.4.2.4	Ingreso a planta.....	73
5.4.2.5	Altura y volumen del almacén.....	74
5.4.2.6	Acabados.....	74
5.4.2.7	Área de la Instalación.....	77
5.4.2.8	Flujos e interacciones.....	78
5.4.2.9	Personal.....	78
5.4.2.10	Empaque.....	79
5.4.2.11	Almacenamiento y Despacho.....	79
5.4.2.12	Servicios y facilidades.....	80
5.4.2.13	Disposición de residuos.....	81
5.5	Guía resumen de parámetros y recomendaciones prácticas de diseño.....	81
VI.	CONCLUSIONES.....	95
VII.	RECOMENDACIONES.....	98
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	100
IX.	ANEXOS.....	104
9.1	Detalles constructivos.....	104

## INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1: Lista de países de América Central que se han registrado ante la FDA. ....	25
Cuadro 2: Dimensiones recomendadas para el sistema de drenajes.....	31
Cuadro 3: Intensidad de luz para diferentes áreas de proceso. ....	33
Cuadro 4: Guía de diagnóstico para plantas de empaque y acondicionamiento de frutas, raíces y tubérculos.....	40
Cuadro 5: Recomendaciones para la etapa previa de diseño y construcción.....	70
Cuadro 6: Guía de diseño que permite el cumplimiento de la normativa.....	82

## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1: Mecanismos de contaminación con organismos patógenos.....	14
Figura 2: Establecimientos de alimentos registrados en la FDA.....	25
Figura 3: Condición del entorno de las plantas visitadas.....	44
Figura 4: Ubicación de las plantas visitadas .....	45
Figura 5: Instalaciones del área de proceso de las plantas visitadas .....	47
Figura 6: Características de los pisos y desagües en el área de proceso .....	48
Figura 7: Características de las paredes en el área de proceso.....	49
Figura 8: Características de los techos en el área de proceso .....	50
Figura 9: Características de las ventanas en el área de proceso .....	51
Figura 10: Características de las puertas en el área de proceso.....	52
Figura 11: Sistema de iluminación en el área de proceso .....	53
Figura 12: Sistema de ventilación en el área de proceso .....	54
Figura 13: Sistema de abastecimiento de agua en el área de proceso .....	55
Figura 14: Instalaciones sanitarias en el área de proceso.....	57
Figura 15: Estaciones de lavado de manos en el área de proceso .....	58
Figura 16: Manejo de desechos durante el proceso de los alimentos .....	59
Figura 17: Programa de limpieza y desinfección durante el proceso de los alimentos .....	60
Figura 18: Control de plagas en el área de proceso.....	61
Figura 19: Equipos y utensilios disponibles en el área de proceso .....	63
Figura 20: Rotulación en el área de proceso.....	64
Figura 21: Área de almacenamiento, empaque y distribución en el área de proceso .....	65
Figura 22: Identificación de los puntos críticos de control en el área de proceso .....	66
Figura 23: Instalaciones de emergencia en el área de proceso .....	67
Figura 24: Nivel de satisfacción de los entrevistados para obtener producto de calidad a partir del diseño actual de la instalación.....	68

## RESUMEN

El presente documento trata sobre los efectos de las normativas: Artículo X del Código de Construcciones de Costa Rica, el Reglamento Técnico FE.G03 del Servicio Fitosanitario del Estado, la Ley 21CFR110.1-110.110 del Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, el Reglamento Técnico Centroamérica RTCA 67.06.55.09 y el Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969.rev.4-2003 en el diseño, planeamiento y construcción de plantas de empaque y proceso primario de productos hortifrutícolas para el comercio nacional y de exportación a los Estados Unidos.

La investigación tiene por finalidad proponer una guía técnica de recomendaciones prácticas de diseño para plantas de procesamiento primario de productos hortifrutícolas, con el fin de contribuir a fortalecer la capacidad de los involucrados en el diseño de establecimientos agrícolas para que logren comprender, evaluar y aplicar la legislación existente, en la cual se resalta la implementación de medidas de seguridad cada vez más severas.

El estudio fue desarrollado sobre la base de información presente en las normativas de Costa Rica y Estados Unidos que están relacionadas con el comercio de alimentos agrícolas y que impactan directamente en el diseño de instalaciones, además, de la información obtenida mediante entrevistas a profesores e investigadores de la Universidad de Costa Rica, organismos de comercio exterior, ministerios, autoridades sanitarias, visitas a plantas empacadoras, entre otros.

A partir de la síntesis de la información recopilada, se diseñó una guía de análisis para proyectos existentes que contiene los pronunciamientos que la legislación contempla y que son de interés para este caso de estudio en particular. Durante la validación de esta guía se comprobó su funcionalidad como instrumento de análisis y herramienta de evaluación, ya que permitió realizar un pre diagnóstico para detectar las fallas más comunes y los aciertos encontrados en detalles aplicados al diseño de estos establecimientos.

Posteriormente con la información obtenida del pre diagnóstico se creó una guía que contiene una serie de recomendaciones prácticas de diseño y se presentó el plano de un caso típico de una planta de procesamiento de alimentos y el respectivo planeamiento del sitio donde se definieron las funciones de cada sector, además de una serie de detalles constructivos donde se presentaron recomendaciones de diseño para los diferentes perfiles.

Con la creación e implementación de esta guía y de los detalles constructivos se pretende fortalecer la infraestructura de inocuidad alimentaria del país con el fin de brindar un aporte a la competitividad en la búsqueda de ampliación y satisfacción de mercados potenciales.

# I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la industria convive con el reto de la competitividad, por lo tanto es de suma importancia controlar en forma permanente la calidad de los productos e instalaciones para optimizar el rendimiento del sistema productivo, reducir costos y adquirir ventajas frente a la competencia. Uno de los aspectos que interfieren en la obtención de la calidad y eficiencia de la planta agroindustrial es el diseño de las instalaciones físicas.

Según Casp (2008), el costo adicional de un buen diseño es solamente el gasto del estudio necesario para desarrollarlo, por lo que los costos son los mismos o muy poco superiores a los de una instalación deficiente.

El caso de la industria agroalimentaria presenta características particulares, puesto que con la calidad se debe responder a las necesidades ligadas a la higiene y seguridad alimentaria, y además, cumplir con la reglamentación en materia de diseño y construcción.

El problema del diseño de industrias agroalimentarias es por tanto mucho más complejo que el de otras industrias, debido a que el panorama se amplía al tener que prestar una atención especial a la naturaleza del producto.

Consecuentemente, el proceso para obtener el producto se convierte en el objetivo del diseño de la planta. El ingeniero debe proponer un diseño que permita cumplir con las exigencias de las normas y reglamentaciones vigentes, mediante la búsqueda de soluciones innovadoras que le permitan cumplir con los requisitos exigidos.

Durante la fase previa y el desarrollo de esta investigación, se detectó que Costa Rica no cuenta con una guía clara, en la que se definan las principales normas de diseño, construcción y remodelación de plantas de empaque que permita homologar criterios entre las diferentes autoridades del Gobierno y los usuarios.

El eje principal de esta investigación es proporcionar una guía que describa los parámetros y disposiciones generales de diseño de la infraestructura que permitan cumplir con las prácticas de higiene y de operación durante la industrialización primaria de las principales frutas y vegetales.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Desarrollar una guía que describa los parámetros y recomendaciones prácticas para el diseño de infraestructura de instalaciones de acondicionamiento y empaque de productos hortifrutícolas para apoyar la comprensión, evaluación y aplicación de la legislación existente.

### 2.2 Objetivos Específicos

Identificar los aspectos que las normas nacionales y norteamericanas determinan como requisitos para el diseño de instalaciones de acondicionamiento de productos hortifrutícolas.

Diseñar una guía de evaluación donde se incluyan los aspectos de diseño y construcción que las plantas de empaque deben alcanzar para cumplir con la normativa antes mencionada.

Validar la guía para diagnosticar el grado de cumplimiento de los aspectos de diseño en las plantas existentes de empaque y acondicionamiento.

Plantear recomendaciones de diseño y detalles constructivos que permitan el cumplimiento de las normas en edificaciones nuevas.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Comercialización de Productos Agrícolas Frescos

A partir del reconocimiento mundial de la importancia del consumo habitual de frutas y hortalizas y con el notable incremento en la disponibilidad en cualquier época del año, se ha contribuido a un consumo considerablemente mayor de frutas y hortalizas frescas. Por ser estos productos consumidos en fresco y muchas veces con la piel o cáscara, todo organismo patógeno para el ser humano que pueda transportarse sobre su superficie constituye un peligro potencial.

López (2003), explica que la contaminación microbiana es un problema complejo para resolver, ya que como se observa en la Figura 1, el producto está en contacto con gran cantidad de elementos que representan posibles focos de contaminación. Como solución, la Food and Drug Administration (FDA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) publicaron en 1998 un documento titulado "Directivas para la Industria, Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas".

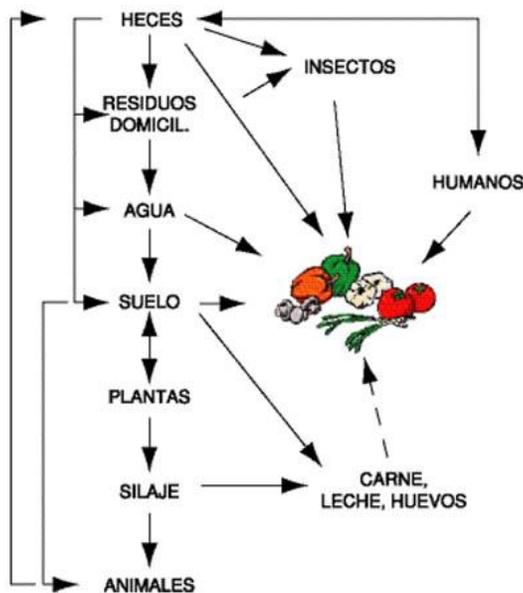


Figura 1: Mecanismos de contaminación con organismos patógenos

Fuente: López 2003.

Según Piñeiro (2004), otro aspecto relevante es la pérdida del valor comercial del producto como consecuencia de la disminución de la calidad durante el manejo poscosecha, el almacenamiento y la distribución.

Casp (2008), asegura que un factor que impide competir local e internacionalmente y que incide directamente en la calidad final del producto es un diseño deficiente de la planta industrial, ya que es una fuente de constantes pérdidas para la empresa.

### **3.2 Calidad e Inocuidad Alimentaria**

Gálvez (2006), define calidad como la suma de elementos visibles o cosméticos que se observan al comprar un alimento (atributos de búsqueda) y elementos que sólo se llegan a conocer a través de un consumo reiterado (atributos de experiencia). En contraste, la inocuidad es un “atributo de confianza” porque no hay modo de saber si un alimento puede ocasionar daño a la salud incluso después de ser consumido.

También expresa que las cadenas de exportación suelen enfrentarse a distintas limitaciones en busca de mejorar la calidad y la inocuidad de sus productos.

- Deficiencias en la infraestructura productiva y logística.
- Carencias en bienes y servicios públicos.
  - infraestructura pública poco desarrollada.
  - inexistencia o falta de agilidad de los servicios de inspección, certificación, etc.
- Marco legislativo un paso por detrás de las necesidades comerciales.
- Falta de acciones comerciales conjuntas y de retroalimentación comercial en los mercados de destino.
- Multiplicidad de certificaciones de aseguramiento de la calidad e inocuidad.
- Difícil adaptación a mercados cada vez más exigentes.

Casp (2008), enfatiza que el futuro está en la calidad, pero es difícil hacerlo en industrias antiguas y mal diseñadas. Por lo que es importante que el industrial, para optimizar la productividad de su sistema, pueda controlar permanentemente la calidad de sus productos y de sus instalaciones, para reducir los costos de la no calidad.

Consecuentemente, el producto se convierte en la base del diseño de la planta y por lo tanto es importante también el proceso, el ingeniero debe ayudar al industrial a optimizar sus instalaciones, con el debido conocimiento de las normas y reglamentaciones.

Muchos gobiernos tienen, o están creando, infraestructuras específicas destinadas a asegurar que los alimentos elaborados tanto para el consumo nacional como para la exportación satisfagan las normas de inocuidad. El fortalecimiento de los programas nacionales de inocuidad de los alimentos exige que existan políticas nacionales y recursos que sustenten la infraestructura.

Según Díaz (2008), los inconvenientes se relacionan a las capacidades internas de los países para atender las normativas, por ejemplo menciona el apoyo reducido de las autoridades sanitarias en la implementación de las normativas y disposición de medidas adicionales, reducida capacitación, escasos centros especializados que faciliten información oportuna y actualizada sobre regulaciones sanitarias, así como la ausencia de protocolos simples que integren elementos de inocuidad, calidad, seguridad y diseño.

### **3.3 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

Izquierdo (2006), define las BPA como un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, y que se orientan a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros y económicamente factibles.

Gálvez (2006), indica que el mayor inconveniente es que la aplicación de las BPA a las cadenas hortofrutícolas de exportación de América Latina es casi nula y más bien se concentra en un mayor porcentaje en los países desarrollados. Esto representa un problema, porque la correcta implementación de estas prácticas favorece el acceso a mercados, fomentando la competencia, beneficiando la salud de los trabajadores en finca, reduciendo costos y hasta posiblemente aumentando la productividad.

Gálvez (2006), concluye que para que la implementación de las BPA sea una realidad, el sector agroexportador debe ejercer presión a los líderes nacionales e internacionales para que inviertan en infraestructura, actualicen la legislación y mejoren los procesos de certificación.

### **3.4 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)**

López (2003) aconseja que las BPM se apliquen a toda la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta el consumo final, impartiendo orientaciones sobre el diseño y la construcción de instalaciones, el control de las operaciones, los programas de apoyo sobre saneamiento e higiene personal y consideraciones respecto a los controles de higiene una vez que el producto haya dejado las plantas de producción.

En el 2004 mediante un proyecto de fortalecimiento a la gestión de los comités nacionales del Codex Alimentario en los países andinos, se describe que es preciso tener en cuenta que las oportunidades para el comercio internacional han mejorado entre quienes producen alimentos estrictamente higiénicos, y que el país que adopta rigurosamente las prácticas higiénicas adquiere reputación como productor de alimentos inocuos. De allí la especial relevancia que tiene la generalización de las BPM, a todos los sectores vinculados con la producción, transporte, elaboración y distribución de alimentos.

### **3.5 Reglamento de Construcciones de Costa Rica**

Gálvez (2006), afirma que existe falta de agilidad en la actualización de la normativa y que la legislación vigente en los países latinoamericanos se suele actualizar a una velocidad inferior a la que requieren los agronegocios de exportación.

En consecuencia, se pierde la oportunidad de generar una plataforma normativa que apoye las iniciativas privadas de los exportadores y que, a su vez, tenga un efecto sobre los mercados nacionales.

Leavitt (2007), considera que con la implementación de la Ley contra Bioterrorismo exige a cada país como requerimiento mínimo la obligación de contar con normas para la infraestructura de productos alimenticios frescos y medicamentos, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria mediante productos inocuos.

#### **3.5.1 Establecimientos Industriales**

El Reglamento de Construcciones costarricense define los establecimientos industriales como los locales a cubierto o descubiertos, destinados a la manipulación, transformación o utilización de productos naturales o artificiales, mediante tratamiento físico, químico o biológico, ya sean por medios manuales o por aplicación de maquinaria o instrumentos. Se considera también bajo esta denominación los sitios destinados a recibir o almacenar los utensilios de labor y los materiales que sean tratados, o que están en proceso de elaboración, o sus productos; además, todos los anexos de las fábricas o talleres y las bodegas.

En la cuarta edición del Código de Construcciones publicado en 1997 se presentan una serie de artículos que impactan directamente en el diseño de establecimientos agrícolas, y a continuación se detallan.

- *Artículo X.2.- Ubicación:* La ubicación de establecimientos industriales se hará de acuerdo con el Reglamento de Zonificación del Plan Regulador y en su defecto, donde lo indiquen el Ministerio de Salud y el INVU.

- *Artículo X.3.- Cobertura, retiros, alturas:* La cobertura máxima será de un sesenta por ciento del área del lote. Los retiros laterales y posteriores, serán de seis metros.
- *Artículo X.4.- Especificaciones para materiales y acabados.*
  - X.4.1 Pisos: de material impermeable, con inclinación y canalización adecuadas para facilitar el escurrimiento de líquidos.
  - X.4.2 Muros: tendrán acabado de superficie liso e impermeable, cuando menos hasta la altura de dos metros (2 m).
  - X.4.3 Techos: Los techos serán impermeables y de material incombustible.
  - X.4.4 Colores: Los muros, paredes y cielos rasos de salas de trabajo deberán tener acabados en colores claros y mates.
- *Artículo X.6.- Servicios sanitarios:* Se proveerán servicios sanitarios, separados por cada sexo y con ventilación directa, deben tener pisos y muros con recubrimiento de mosaico o de otro material impermeable
- *Artículo X.7.- Agua potable, agua industrial y sistema para incendios:* Todo establecimiento industrial deberá tener servicio de agua potable permanente y con una presión mínima de 1 kg/cm<sup>2</sup> en los puntos de uso. Se deberá contar con una instalación especial para incendios.
- *Artículo X.8.- Ventilación:* En todos los locales de trabajo se debe proveer un sistema de ventilación adecuado que asegure la renovación del aire y mantenga una temperatura que no sea molesta.
- *Artículo X.9.- Iluminación:* De preferencia luz natural difusa, que penetrará por ventanas o tragaluces cuya superficie no será menos de 20% del área de piso
- *Artículo X.21.- Aguas residuales:* Los establecimientos que produzcan aguas residuales de desecho industrial deberán contar con las instalaciones adecuadas para su purificación a juicio del Ministerio de Salud, antes de encauzarlas al sistema de alcantarillado provisto o a cauces naturales.
- *Artículo XXI.4.- Techos:*
  - XXI.4.1 La techumbre, deberá anclarse adecuadamente a los muros o columnas que la soportan.
- *Artículo XXII.4.- Planos:* Los planos de fabricación de las estructuras contendrán toda la información necesaria para fabricar todos sus componentes incluyendo ubicación, tipo y tamaño de remaches, tornillos y soldadura, con la clara distinción de cuáles de estos elementos serán colocados en el taller y cuáles en el campo.

### **3.6 Food and Drug Administration (FDA)**

Herrera (2007), define la Food and Drug Administration (FDA) como el ente encargado de regular la materia prima de ingreso a los Estados Unidos, referida a alimentos, bebidas (menor a 7° de alcohol), medicamentos, cosméticos, equipo médico, alimentos y medicinas para mascotas, animales de granja, productos biológicos y pescado; esto en busca de garantizar una adecuada seguridad alimentaria.

La oficina de la FDA define las instalaciones de proceso de alimentos como, establecimiento o estructura(s) bajo una administración y situada en un lugar físico general, o, en el caso de una instalación móvil, que viaja a muchos lugares, que fabrica/procesa, embala o almacena alimentos para el consumo humano o animal en los EE.UU.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) detalla en el 2003 algunas de las potestades que se atribuyen a la FDA:

- Es la agencia responsable del desarrollo y el cumplimiento de las normativas de seguridad en el suministro de alimentos en los Estados Unidos.
- Administra una base de datos sobre los productos que van a ser exportados a los Estados Unidos, determinando información como: quién fabrica los productos, el país de origen, las cantidades, los distribuidores en los Estados Unidos, etc.
- Concede el derecho de admisión de productos a los Estados Unidos.
- Prohíbe la importación de estos a aquellas personas que hayan sido encontradas culpables de un delito grave relacionado con la importación de alimentos adulterados que representen una amenaza grave para la salud.
- Marca (etiqueta) aquellos alimentos a los que se haya negado la entrada a los Estados Unidos, sea de manera temporal o permanente.

La FDA logra el cumplimiento de estos objetivos mediante inspección a instalaciones de producción de alimentos, granjas lecheras, procesadores de alimentos para animales, los sitios extranjeros de manufactura y procesamiento de productos reglamentados que se venden en los Estados Unidos.

### **3.7 Ley de Seguridad de la Salud Pública y Preparación y Respuesta contra el Bioterrorismo**

El IICA en el 2003 define el Bioterrorismo como el acto de terrorismo realizado con fines criminales mediante el uso de agentes biológicos, tales como microorganismos patógenos, toxinas o sustancias dañinas producidas por organismos vivos o derivados de estos. Un ataque bioterrorista puede propagar pánico, enfermedades o la muerte.

La amenaza de ataques al suministro de alimentos ha traído mayores preocupaciones, según la FDA, los Estados Unidos ha tomado medidas de seguridad al suministro de alimentos, como en el 2002, específicamente el 12 de junio cuando el Congreso de los Estados Unidos publica La Ley de Seguridad de la Salud Pública y Preparación y Respuesta contra el Bioterrorismo (La Ley contra el Bioterrorismo) como respuesta a los ataques terroristas que sufrió la nación norteamericana en el 2001, el código de esta ley es PL107-188 y fue aprobada en la sesión 107th del congreso.

En el 2003, la Oficina Agrícola de la Embajada de Chile en Estados Unidos expresa que a partir de esta Ley, se adoptan una serie de medidas para proteger la vida y la salud de su población, tales como la protección de las redes de infraestructura, seguridad del transporte de carga y de pasajeros, así como la inspección en frontera de los embarques de alimentos y productos agrícolas realizada en el pasado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Para Díaz (2008), con la implementación de la Ley contra Bioterrorismo se obtienen notorios efectos beneficiosos que mejoran las capacidades institucionales:

- Capacidad de respuesta conjunta (público-privada) ante dificultades y amenazas.
- Mayor articulación entre los actores de la cadena que facilitan la trazabilidad de los productos.
- Mayor eficiencia de las empresas que facilitan el acceso a otros mercados. La adecuación de las empresas a normativas exigentes aumenta su capacidad de llevar adelante procesos de mejora continua y facilita la apertura de mercados.
- Mayor acercamiento entre las entidades sanitarias que favorece la comunicación y la cooperación mutua.

### **3.8 Estructura de la Ley Contra el Bioterrorismo**

La oficina de la FDA explica como la Ley se encuentra estructurada en cinco capítulos organizados de la siguiente manera:

- Título I: Preparación nacional contra el bioterrorismo y otras emergencias en salud pública.
- Título II: Incremento a los controles sobre agentes biológicos peligrosos y toxinas.
- Título III: Protección de la inocuidad y seguridad del suministro de alimentos y medicamentos.
- Título IV: Inocuidad y seguridad del agua potable
- Título V: Otras medidas.

El IICA en el 2003 asegura que dada la importancia de las exportaciones de alimentos, el contenido del título III es el de mayor relevancia. Del título III se extrae el subtítulo A, llamado Protección del Suministro de Alimentos donde se establecen las reglas sobre las siguientes secciones: Detención Administrativa de Embarques de Alimentos (Sección 303), Inscripción de Establecimientos que Exportan Alimentos a los Estados Unidos (Sección 305), Mantenimiento de Registros para la Trazabilidad de los Alimentos (Sección 306) y Notificación Previa de Embarques de Alimentos (Sección 307). Estas secciones contienen las disposiciones a seguir para la exportación de productos a los Estados Unidos y, por tanto, afectan en forma directa al sector agroalimentario exportador. En cada una de las diferentes secciones se indican los requisitos y los procedimientos para que el producto pueda ser aceptado en territorio de los Estados Unidos.

La FDA define como alimentos a los artículos utilizados como comida o bebida para humanos u animales, goma de mascar y artículos utilizados como componentes para cualquiera de estos artículos. Otros ejemplos que la FDA expone son: frutas y hortalizas; materias primas agrícolas utilizadas en la producción de alimentos; productos para alimentación animal; aditivos e ingredientes para los alimentos; productos elaborados y/o envasados, entre otros. Los envases exteriores no son considerados alimentos.

Díaz (2008), asegura que la mejor forma de prevenir el bioterrorismo empezará con la implementación y el perfeccionamiento de programas de buenas prácticas, gestión de la inocuidad de los alimentos y prácticas de seguridad; por lo que es vital el apoyo de los gobiernos y demás entidades, ya que los costos de implementación son bastante altos.

### **3.8.1 Sección 303, Detención Administrativa de Embarques de Alimentos**

Díaz (2008) explica que la Detención Administrativa establece los procedimientos para emprender con carácter de urgencia, acciones de detención de alimentos si existen pruebas o información fidedigna que manifiesten alguna amenaza de consecuencias adversas para la salud o la vida de personas o animales. El período de detención no puede superar los 30 días.

Según Díaz 2008, la detención administrativa debe incluir la siguiente información:

- Número de la orden de detención.
- Fecha y hora de la orden.
- Información del producto detenido.
- Período de detención.
- Declaración que el artículo alimenticio indicado en la orden será detenido por el periodo establecido.
- Breve declaración de los motivos de detención.
- Nombre del representante de la FDA que aprobó la orden de detención.
- Dirección del lugar donde el artículo alimenticio será detenido y condiciones de almacén y transporte del artículo detenido.

### **3.8.2 Sección 305, Inscripción de Establecimientos que Exportan Alimentos a los Estados Unidos**

La regla requerirá la inscripción obligatoria ante la FDA de todos los establecimientos que elaboran, procesan, empaican o mantienen alimentos y los exportan para consumo humano o animal a Estados Unidos. La no inscripción de una instalación será considerada como un acto ilegal.

La norma exceptúa a los establecimientos que son supervisados exclusivamente por el USDA-FSIS (Servicio de Seguridad e Inspección de los Alimentos), encargados de evaluar alimentos como carnes y subproductos. La regla también exceptúa, bajo ciertas condiciones, a instalaciones cuyos productos son posteriormente elaborados, envasados o empaquetados por otros establecimientos, antes de ser exportados a Estados Unidos.

Uno de los requisitos para Registrarse es tener un Agente en los EE.UU. que va a representar a la entidad extranjera ante del FDA. El Departamento de la FDA considera al Agente como el enlace de comunicación entre el FDA y la entidad extranjera. Es por esta consideración que el Agente toma una responsabilidad importante y es responsable de proveer toda la información requerida al FDA y tener a la entidad extranjera informada en todo momento.

Díaz (2008), detalla que el dueño, agente u operador a cargo de los establecimientos enviara al FDA para el registro de la instalación:

- Nombre de la instalación, dirección, número de teléfono y número de teléfono para contacto en caso de emergencia.
- Nombre de la empresa matriz, dirección y número de teléfono (si corresponde).
- Nombre, dirección y número de teléfono del propietario o agente a cargo
- Todos los nombres comerciales que utilice la instalación.
- Categorías de productos alimenticios aplicables, según aparecen enumeradas en el formulario de registro.
- Nombre, dirección y teléfono del agente en los Estados Unidos, de la instalación extranjera, y número de teléfono para contacto de emergencia con la instalación si es alguien distinto al agente.
- Certificación de que la información enviada es verdadera y precisa, y que la persona que la envía está autorizada

Según se muestra en la Figura 2, la FDA estima que el número total de establecimientos de alimentos que deben registrarse ante la FDA es de unos 420.000, aproximadamente la mitad de los cuales son nacionales (estadounidenses). A partir del 15 de julio 2009, la FDA había recibido 382,866 registros, de los cuales 226,373 son extranjeros y 156.493 instalaciones son instalaciones nacionales:

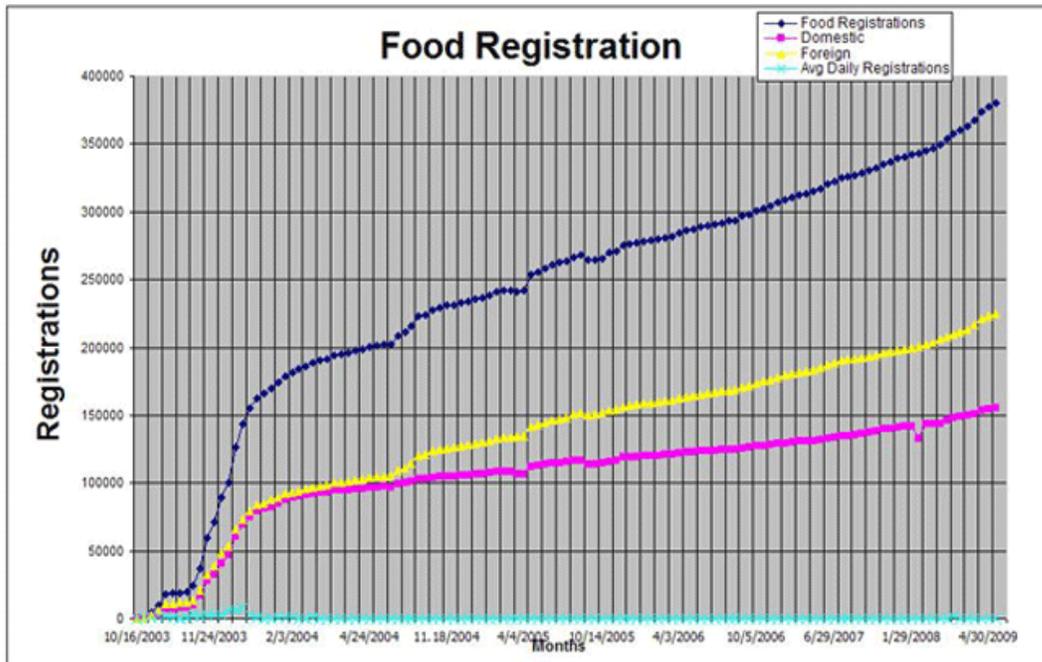


Figura 2: Establecimientos de alimentos registrados en la FDA.

Fuente: FDA, 2009

La FDA ha recibido un estimado de 15, 266 registros más desde que se publicaron los datos anteriores el 14 de enero de 2009. La información presentada en el Cuadro 1 muestra algunos países de Centroamérica que se han registrado ante la FDA siguiendo con los requisitos de la sección 305, hasta el 15 de julio 2009.

Cuadro 1: Lista de países de América Central que se han registrado ante la FDA.

Nombre del País	Número de Registros
Belice	77
<b>Costa Rica**</b>	<b>1520</b>
El Salvador	927
Guatemala	1363
Honduras	1054
México	17731
Nicaragua	682
Panamá	676
Estados Unidos	156493

Fuente: FDA, 2009

Según Díaz (2008), las exportaciones de alimentos a Estados Unidos no se han visto afectadas directamente por la aplicación o incumplimiento de las normativas de la Ley de Bioterrorismo (registro de instalaciones y notificación previa). Se denota un importante esfuerzo de los países en el cumplimiento de las normativas, pese a haberse contado con una serie de problemas en su implementación.

### **3.8.3 Sección 306, Mantenimiento de Registros para la Trazabilidad de los Alimentos**

La Ley contra Bioterrorismo exige mantener los registros para la trazabilidad de los alimentos. Esta regla requiere que todas las instalaciones estadounidenses así como los establecimientos extranjeros deberán establecer y mantener registros que permitan a la FDA realizar la trazabilidad de dichos productos ante posibles amenazas a la salud de seres humanos o animales en su territorio durante un tiempo máximo de dos años. Los registros se podrán mantener en cualquier formato, papel o electrónico, siempre que contengan toda la información.

Los registros que las empresas deben mantener son los siguientes:

- Nombre de la empresa y la persona responsable, la dirección, el número de teléfono, fax y la dirección de correo electrónico, el tipo de alimento, incluyendo la marca y la variedad específica, la fecha de recepción, el número de lote u otro número, la cantidad y el tipo de envase (por ejemplo botellas de 12 onzas), y el nombre, dirección, número de teléfono del transportista que lo entregó.
- Deberán incluir la información disponible que permita identificar la fuente específica de todos y cada uno de los ingredientes que se utilizaron.
- Para los transportistas, los registros y requisitos anteriores de todos y cada uno de los alimentos transportados tendrían que incluir:
  - La identificación de todos y cada uno de los medios de transporte utilizados (por ejemplo, camión de la empresa, transportista privado, ferrocarril, transporte aéreo, etc.) y la persona responsable del alimento desde que se recibió hasta que se entregó.

### **3.8.4 Sección 307, Notificación Previa de Embarques de Alimentos**

La Notificación Previa, según lo explica Díaz (2008), es proporcionada a la FDA antes del arribo de alimentos importados a los Estados Unidos y debe ser recibida y confirmada electrónicamente por la FDA antes de que los alimentos sean enviados. El envío del producto debe estar acompañado de la confirmación del recibo de notificación previa emitida por esta oficina.

La notificación debe incluir los siguientes datos:

- Nombre, dirección comercial, número de teléfono, fax y dirección de correo electrónico de la persona que envía la notificación previa, así como nombre y dirección de la empresa (si corresponde).
- Nombre de la empresa y dirección comercial, número de teléfono, fax y dirección de correo electrónico de la persona que transmite la notificación previa (si la notificación previa está siendo transmitida por una persona distinta a quien la envía).
- Tipo de entrada e identificador de la Aduana (CBP) Identificación de cada artículo alimentario de la partida (Código del producto de la FDA, nombre común del producto o nombre comercial, cantidades estimadas).
- Lote, número clave u otro identificador (si los alimentos lo requieren).
- Si los alimentos ya no se encuentran en su estado natural: nombre y dirección del fabricante y número de registro, si corresponde.
- Si los alimentos se encuentran en su estado natural: nombre del productor agropecuario, si se conoce, y lugar de cultivo.
- País de producción según sea clasificado por la FDA.
- Nombre, dirección y número de registro de la empresa embarcadora (de quien lo envía, si es enviado por correo).
- País desde el cual se envía el alimento.
- Información de la llegada anticipada (lugar, fecha y hora) o, si el alimento es importado por correo internacional, nombre y dirección del destinatario en los Estados Unidos.

- Nombre y dirección del importador, propietario y consignatario, a menos que la partida sea importada u ofrecida para importación para trasbordo a través de los Estados Unidos bajo un ingreso T&E (de transporte y exportación) o, si los alimentos son importados por correo internacional, nombre y dirección del destinatario en los Estados Unidos.
- Transportador y medio de transporte (excepto para alimentos importados por correo internacional).
- Información del itinerario programado del envío (excepto para alimentos importados por correo internacional).

### **3.9 Codex Alimentario**

Dentro de los intentos que mayor impacto han tenido en el ámbito mundial, debe citarse el Codex Alimentario, traducido al latín como Código o Ley de Alimentos, y es el resultado del trabajo conjunto de la FAO y la OMS (Organización Mundial de la Salud).

López (2003), expresa que con el tiempo el Codex Alimentario se ha convertido en una de las reglamentaciones más aceptadas o tomadas como referencia por la mayor parte de los países gracias a que posee una buena base científica y una correcta aplicación de las normas de producción, procesamiento, empaque y traslado garantizando la seguridad e inocuidad de todos los alimentos, entre ellos las frutas y hortalizas.

#### **3.9.1 Diseño Higiénico**

A continuación se describen las orientaciones referidas al diseño y la construcción de instalaciones agrícolas, el control de las operaciones, los programas de apoyo sobre saneamiento de las instalaciones, la higiene del personal y consideraciones respecto a los controles de higiene una vez que el producto haya dejado las plantas de producción para proteger la inocuidad y la aptitud de los alimentos.

### **3.9.1.1 Establecimientos**

En particular, los establecimientos deberán ubicarse normalmente alejados de:

- Zonas cuyo medio ambiente esté contaminado y actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos.
- Zonas expuestas a inundaciones, a menos que estén protegidas de manera suficiente.
- Zonas expuestas a infestaciones de plagas.
- Zonas de las que no puedan retirarse de manera eficaz los desechos, tanto sólidos como líquidos.

### **3.9.1.2 Equipo**

El equipo deberá estar instalado de tal manera que:

- permita un mantenimiento, limpieza y desinfección adecuados.
- funcione de conformidad con el uso al que está destinado.
- facilite unas buenas prácticas de higiene, incluida la vigilancia.
- los recipientes deberán fabricarse con materiales que no tengan efectos tóxicos.
- El equipo deberá ser duradero y móvil o desmontable.

### **3.9.1.3 Estructuras internas y mobiliario**

Deberán cumplirse las siguientes condiciones específicas:

- Las superficies de las paredes, tabiques y suelos deberán ser de materiales impermeables y lavables, por ejemplo con enchapes de azulejo.
- Las paredes y tabiques deberán tener una superficie lisa y sin grietas hasta una altura apropiada.
- Los pisos deberán estar contruidos de manera que el desagüe y la limpieza sean adecuados.
- Los techos y los aparatos elevados deberán estar contruidos y acabados de forma que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad y de condensación, así como el desprendimiento de partículas.
- Las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar provistas de malla contra insectos o presión interna positiva, que sea fácil de desmontar y limpiar. Cuando sea necesario, las ventanas deberán ser fijas.
- Las puertas deberán tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y de desinfectar.

- Las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto directo con los alimentos deberán ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar.
- Se deben separar físicamente las operaciones que puedan dar lugar a contaminación cruzada.
- Se deben redondear los rincones.
- Se deben mantener limpias las vías de acceso para evitar el ingreso de suciedad al establecimiento.
- Se deben acondicionar las vías de tránsito interno y perimetrales.

#### **3.9.1.4 Recipientes para los desechos y sustancias no comestibles**

Deberán ser identificables de manera específica, estar adecuadamente fabricados y hechos de material impermeable. Los recipientes utilizados para contener sustancias peligrosas deberán identificarse y tenerse bajo llave.

#### **3.9.1.5 Abastecimiento de Agua**

Deberá disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable, con instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control de la temperatura, a fin de asegurar, en caso necesario, la inocuidad y la aptitud de los alimentos.

El agua potable deberá ajustarse a la especificación mínima de la última edición de las Directrices para la Calidad del Agua Potable, de la OMS. El sistema de abastecimiento de agua no potable deberá ser independiente e identificado mediante un código de colores previamente establecido.

#### **3.9.1.6 Drenajes y eliminación de desechos**

Disponer de sistemas e instalaciones adecuados de drenajes y eliminación de desechos, estos estarán proyectados y contruidos de manera que se evite el riesgo de contaminación de los alimentos o del abastecimiento del agua potable. En el Cuadro 2 se especifican las dimensiones recomendadas por Casp (2008) para el diseño de drenajes. Se hace la observación de que cada caso deberá diseñarse según sus propias características.

**Cuadro 2: Dimensiones recomendadas para el sistema de drenajes**

<b>Vertiente o Desagüe</b>	<b>Dimensión</b>
Pendiente	1-2%
Longitud máxima	3m
Altura mínima	15cm
Ancho	10cm
Diámetro del orificio salida	6mm

Fuente: Casp, 2008

### **3.9.1.7 Limpieza**

Deberán existir instalaciones adecuadas, debidamente proyectadas, para la limpieza de los alimentos, utensilios y equipo. Tales instalaciones deberán disponer de un abastecimiento suficiente de agua potable caliente y fría. No se deben usar materiales que dificulten la limpieza, por ejemplo la madera. Se debe tener un lugar adecuado para guardar todos los elementos necesarios para la limpieza.

Se deben limpiar los utensilios y las instalaciones cada vez que sea necesario y al terminar la jornada de trabajo. Se debe contar con un programa eficaz de control de plagas. Los productos usados para eliminarlas no deben entrar en contacto con el producto.

### **3.9.1.8 Servicios de higiene y aseos para el personal**

Las instalaciones deberán disponer de:

- medios adecuados para lavarse (con temperatura controlada) y secarse las manos higiénicamente
- retretes de diseño higiénico apropiado
- vestuarios y baños adecuados para el personal, separados de las líneas de elaboración y deben mantenerse siempre limpios

Dichas instalaciones deberán estar debidamente situadas, señaladas y aseadas.

### **3.9.1.9 Control de temperatura**

Contar con instalaciones adecuadas para su calentamiento, enfriamiento, cocción, refrigeración y congelación, para el almacenamiento de alimentos refrigerados o congelados, la vigilancia de las temperaturas de los alimentos y, para el control de la temperatura ambiente con objeto de asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos.

### **3.9.1.10 Calidad del aire y ventilación**

Se deberá disponer de medios adecuados de ventilación natural o mecánica, en particular para:

- reducir al mínimo la contaminación de los alimentos transmitida por el aire, por ejemplo, por los aerosoles o las gotitas de condensación
- controlar la temperatura ambiente
- controlar los olores que puedan afectar a la aptitud de los alimentos; y
- controlar la humedad
- asegurar el confort del personal
- garantizar la renovación del aire para mantener el ambiente libre de hongos, partículas en suspensión, polvo y vapores

Los sistemas de ventilación deberán proyectarse y construirse de manera que el aire no fluya nunca de zonas contaminadas a zonas limpias. El Ministerio de Trabajo de Brasil recomienda una velocidad del aire superior a 0,75 m/s.

### **3.9.1.11 Iluminación**

Deberá disponerse de iluminación natural o artificial adecuada para permitir la realización de las operaciones de manera higiénica. En caso necesario, la iluminación no deberá dar lugar a colores falseados. La intensidad deberá ser suficiente para el tipo de operaciones que se lleve a cabo. Las lámparas deberán estar protegidas, cuando proceda, a fin de asegurar que los alimentos no se contaminen en caso de rotura.

Luna (2008), expone que los parámetros más importantes a la hora de diseñar y calcular el alumbrado de un local son por orden de importancia los siguientes: Nivel y uniformidad de la iluminación, distribución de luminancias, color y estética visual.

En naves agrícolas o industriales la estrategia más habitual es diseñar el sistema de alumbrado ajustado al techo, y las intensidades recomendadas por Luna (2008) se pueden observar en el Cuadro 3.

**Cuadro 3: Intensidad de luz para diferentes áreas de proceso.**

<b>Área</b>	<b>Intensidad de luz</b>
Aseos y lavabos	100 lux
Pasillos y escaleras	200 lux
Operaciones generales	300 lux
Operaciones de interés (oficinas)	600 lux
Trabajos de detalle	1000 lux

Fuente: Luna, 2008

### **3.9.1.12 Almacenamiento**

Las instalaciones de almacenamiento de alimentos deberán estar proyectadas y construidas de manera que:

- permitan un mantenimiento y una limpieza adecuados.
- eviten el acceso y el anidamiento de plagas.
- permitan proteger con eficacia los alimentos de la contaminación durante el almacenamiento.
- en caso necesario, proporcionen unas condiciones que reduzcan al mínimo el deterioro de los alimentos (por ejemplo, mediante el control de la temperatura y la humedad).

El tipo de instalaciones de almacenamiento necesarias dependerá de la clase de producto alimenticio. Deberá disponerse de instalaciones de almacenamiento separadas y seguras para los productos de limpieza y las sustancias peligrosas.

## IV. METODOLOGIA

### **4.1 Recopilación de información**

Se realizó una revisión de la normativa costarricense y estadounidense y se extrajeron los aspectos relacionados con el comercio de alimentos agrícolas que impactan directamente en el diseño de instalaciones de acondicionamiento y empaque de productos hortifrutícolas.

Se coordinaron entrevistas y reuniones con personal del Departamento Fitosanitario del Ministerio de Agricultura y Ganadería<sup>1</sup>, Ministerio de Salud<sup>2</sup>, Oficina del Food and Drug Administration<sup>3</sup> ubicada en Costa Rica, Docentes e Investigadores de la Universidad de Costa Rica y se visitaron instalaciones que participan en la preparación de productos agrícolas para el comercio nacional e internacional.

### **4.2 Diseño de la guía de análisis**

A partir de la información suministrada por la literatura, se elaboró una guía de diagnóstico donde se detallan los requisitos de diseño y construcción que deben alcanzar las instalaciones para cumplir con los pronunciamientos de legislación costarricense, el Reglamento Técnico Centroamericano, las Buenas Prácticas de Manufactura, el Codex Alimentario y la Ley contra Bioterrorismo.

Dicha guía se planteó bajo el formato de lista de chequeo donde cada requisito de diseño y construcción es evaluado para determinar si cumple o no con las normas que se mencionaron anteriormente.

La guía de evaluación permitió determinar el porcentaje de cumplimiento y así detectar las fallas más comunes de diseño según los aspectos evaluados.

---

<sup>1</sup> Ing. Arturo Segura. Inspector de Plantas de Proceso. 2011

<sup>2</sup> Juan Carlos Oreamuno, Departamento de Normalización. 2011

<sup>3</sup> Edmundo García Jr., Director Regional Agregado para América Latina. 2011  
(Comentarios personales)

Cuando el requisito se cumplió, fue posible resaltar la solución que se aplica al diseño y construcción que permitió ese cumplimiento, de lo contrario, se definió la forma en que podría llegar a cumplirse.

### **4.3 Tamaño de la muestra**

A partir de la consulta realizada a PROCOMER<sup>4</sup> se conoció que la población total es de aproximadamente 100 plantas empacadoras de productos hortifrutícolas que exportan a Estados Unidos.

De la población total de plantas de productos agrícolas, y utilizando las ecuaciones 1 y 2, se calculó una muestra de 17 instalaciones para realizar un diagnóstico que permita hacer inferencias estadísticas del grado de cumplimiento de los requerimientos de diseño que se describen en las normas nacionales y estadounidenses.

$$n_0 = \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 \times p \times q \quad (1)$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad (2)$$

Los parámetros utilizados fueron los siguientes:

z: es el valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada, se consideró trabajar con un 95 % de confiabilidad de la muestra seleccionada, entonces el valor estandarizado es igual a 1.96 (Para dos colas).

$\varepsilon$ : es el error asumido en el cálculo:

Se asume  $\varepsilon = 0.1$  (un error del 10 %).

q: probabilidad de la población que no presenta las características, se propone el siguiente valor:

Para  $80 \leq N \leq 159$  Se asume  $q = 0,05$  hasta  $0,10$ .

p: es la probabilidad que tiene la muestra en poseer las mismas cualidades de la población (homogeneidad) y está determinada por:

Como  $p + q = 1$  (Probabilidad máxima)

---

<sup>4</sup> Paola Vargas y Pamela Saborío. Centro de información. 2011. (Comentarios personales)

Durante el desarrollo y el cumplimiento de las visitas se presentaron varios inconvenientes. Se encontró mucho recelo en los administradores o encargados de las plantas de acondicionamiento y empaque en permitir que se hiciera una revisión de sus instalaciones, por lo que a partir de esta limitante se decidió realizar el mayor número posible de visitas en un plazo determinado, y el resultado final fue el de 9 visitas.

#### **4.4 Validación de la guía de análisis**

Se realizó diversas visitas de campo a plantas de empaque de frutas, vegetales y tubérculos; que exportan sus productos principalmente a los Estados Unidos o que los destinan al mercado nacional.

Con estas inspecciones se validó la guía de análisis y se generó una serie de recomendaciones para los proyectos visitados. El resultado de estas visitas se presenta como un pre diagnóstico de la situación del país en el tema de estudio.

Lo observado en las visitas se complementó con el análisis de la literatura y los aportes del autor para generar recomendaciones de diseño para futuras instalaciones.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **5.1 Recopilación de normas para diseño, construcción y remodelación de establecimientos agrícolas**

Esta recopilación de la normativa está basada en la síntesis y unificación de los pronunciamientos del Código de Construcciones de Costa Rica en su apartado de Establecimientos Agrícolas, la Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.006.55.09), el Codex Alimentario (CAC/RCO-1-1969.rev.4-2003) y el Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos en el Título 21, Parte 110 (21 CFR 110.1-110.110).

Este documento tiene como principal característica la presencia de la totalidad de las normativas y los parámetros que regulan el diseño y la construcción de los establecimientos agrícolas de empaque y acondicionamiento que tienen como finalidad exportar su producción a los Estados Unidos.

El efecto aplicado al diseño de estas regulaciones se puede apreciar en el Cuadro 6 como una Guía Técnica de Normativas de Diseño para Plantas Empacadoras, donde se hace mención a cada uno de los aspectos que las normativas catalogan como requisitos mínimos, y cada uno de ellos está acompañado de su respectiva descripción detallada, en la que se explica en qué consiste y cuál es el alcance del requerimiento. Dicha Guía está ubicada en el apartado 5.5 (página 82) debido a que en el mismo cuadro se indican los resultados de la aplicación de la guía de diagnóstico, además de las recomendaciones y parámetros de diseño que se explicaran más adelante en detalle.

El desarrollo de un documento donde se detallan los requerimientos que los desarrolladores costarricenses necesitan para construir o remodelar una planta de procesamiento agrícola, es una iniciativa que viene a subsanar la necesidad que hasta el momento se tiene de contar con una guía clara que incluya la reglamentación directamente relacionada con los parámetros de diseño, por lo que la guía se convierte en una ayuda para el usuario al facilitarle la etapa de búsqueda y recopilación de información referente a normativas y requerimientos.

De conformidad con las legislaciones vigentes y por ser de interés particular, se recomienda a las empacadoras de frutas, hortalizas y tubérculos cumplir con las recomendaciones establecidas en este documento, así como acatar las disposiciones de las instituciones y autoridades relacionadas con este sector.

## **5.2 Guía de evaluación para plantas empacadoras**

El Cuadro 4 muestra la guía de diagnóstico diseñada para la evaluación de plantas de acondicionamiento y de empaque de productos hortofrutícolas como resultado de la revisión de literatura y análisis de la observación de diferentes instalaciones.

La estructura de la guía está planteada bajo el formato de lista de chequeo, y contiene los siguientes aspectos:

1. Alrededores de la planta de empaque: evalúa si existen posibilidades de contaminación provenientes del entorno, y si las características y controles aplicados a los alrededores son adecuados.
2. Ubicación: examina si la ubicación de la planta es adecuada para el tipo de actividad en particular y si el entorno es propicio para procesos industriales.
3. Diseño de instalaciones: evalúa las características de diseño y la condición de cada una de las partes que conforman el área de proceso, el tamaño y construcción del edificio, sistemas de protección contra el ingreso de plagas, separación y distribución de las áreas específicas.

- 3.1 Pisos
- 3.2 Paredes
- 3.3 Techos
- 3.4 Ventanas y Puertas
- 3.5 Iluminación
- 3.6 Ventilación
- 3.7 Abastecimiento de agua
- 3.8 Instalaciones sanitarias
- 3.9 Instalaciones para lavarse las manos
- 3.10 Manejo de desechos sólidos
- 3.11 Programa de limpieza y desinfección
- 3.12 Control de plagas
- 3.13 Equipos y Utensilios
- 3.14 Rotulación
- 3.15 Almacenamiento, Empaque y Distribución
- 3.16 Posibles amenazas
- 3.17 Instalaciones de emergencia
- 3.18 Satisfacción del encargado de la planta en cuanto al diseño y construcción.

La Guía cuenta con 79 preguntas de las cuales, solo 17 de los aspectos a evaluar requieren el aporte del gerente o administrador para conocer la respuesta, estos aspectos están identificados con un fondo en tono gris en la guía. El resto puede ser evaluado por un profesional conocedor de la materia.

En todas las visitas realizadas fue posible culminar la aplicación de la guía en un tiempo no mayor a 30 minutos, por lo que la guía se convierte en una herramienta sencilla, útil y práctica para realizar visitas técnicas a instalaciones de empaque y acondicionamiento de productos hortifrutícolas.

**Cuadro 4: Guía de diagnóstico para plantas de empaque y acondicionamiento de frutas, raíces y tubérculos**

NOMBRE DE LA EMPRESA		FECHA		
ENTREVISTADO (A)				
ASPECTOS	REQUERIMIENTOS	CUMPLE		
		SI	NO	NA
<b>ALREDEDORES</b>				
Limpios	Existe alguna instalación para el almacenamiento del equipo en desuso			
	Existen lugares donde colocar la basura y desperdicios			
	Las áreas verdes están limpias			
Ausencia de focos de contaminación	Existen drenajes pluviales adecuados			
	Existen medios para tratar residuos			
<b>UBICACIÓN</b>				
Ubicación adecuada	La ubicación de la planta es adecuada			
	Esta la planta separada de vecinos			
	Existe alguna forma para retirar residuos sólidos y líquidos			
	Las vías de acceso y los patios de maniobra están pavimentados			
	Existen aceras perimetrales a la instalación			
<b>DISEÑO DE INSTALACIONES</b>				
Tamaño y construcción del edificio	El diseño permite o facilita el mantenimiento y las operaciones de limpieza			
Protección	Hay control de ingreso de plagas			
Áreas Específicas	Existen áreas específicas para vestidores			
	Existe un área específica para que los trabajadores ingieran alimentos			
	Existen áreas separadas para las diferentes labores			
	Las oficinas y áreas administrativas están fuera de la planta			
Distribución	La distribución de los equipos va de acuerdo a los diagramas de flujo			
<b>PISOS</b>				
Material	Los pisos son de material impermeable			
	Los pisos facilitan las labores de limpieza y desinfección			
Sin grietas	Los pisos son lisos sin grietas ni irregularidades			
Curvas sanitarias	Existen curvas sanitarias las uniones entre paredes y pisos			
Desagües	Existen desagües internos y pendientes adecuadas			
Niveles	El piso de la planta tiene una altura mayor a la altura del piso exterior (17cm)			
<b>PAREDES</b>				
Áreas de proceso y almacenamiento	Las paredes son impermeables			
	Las paredes son lisas			
	Paredes son fáciles de limpiar			
	Paredes son de color claro			

<b>TECHOS</b>				
Material	El diseño de la estructura del techo impide la acumulación de suciedad			
	El diseño de la estructura del techo impide la condensación o caída de partículas			
	Son los cielos lisos			
<b>VENTANAS Y PUERTAS</b>				
Fáciles de desmontar y limpiar	Son las ventanas fáciles de limpiar			
	Los mecanismos que controlan la entrada de plagas son eficientes			
Estado de las puertas	Son las puertas de superficie lisa			
	Son las puertas fáciles de limpiar y desinfectar			
	Abren las puertas hacia afuera de la planta de empaque			
<b>ILUMINACION</b>				
Intensidad	La iluminación facilita las tareas			
	El área externa está iluminada			
Lámparas y accesorios	Están protegidas las luces artificiales contra roturas			
	La iluminación es adecuada (no altera los colores)			
Instalación Eléctrica	La instalación eléctrica está protegida por tubos o material aislante			
<b>VENTILACION</b>				
Ventilación	La ventilación evita el calor excesivo y permite la circulación del aire			
	Se cuenta con sistemas de extracción de humos y vapores			
Corrientes de aire	El flujo de aire va de zonas limpias a zonas contaminadas			
	Las aberturas de ventilación están protegidas con mallas (cedazos)			
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>				
Abastecimiento	Se dispone de abastecimiento adecuado de agua			
	Se tienen instalaciones adecuadas de almacenamiento y distribución para cuando falte el agua			
Abastecimiento de Agua no potable	Son independientes los sistemas de agua potable y no potable			
	Están identificados los sistemas de agua no potable			
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
Estado de los servicios sanitarios	Existen servicios sanitarios			
	Los servicios sanitarios están separados por sexo			
	Los sanitarios cuentan con papel higiénico, jabón, dispositivos de secado de manos, basurero, etc.			
	Los servicios sanitarios están fuera de la planta de empaque			
	Los vestuarios cuentan con casilleros			
<b>INSTALACIONES PARA LAVARSE LAS MANOS</b>				
Diseño	Los lava manos están diseñados para no ser accionados manualmente			
	Cuenta con la rotulación adecuada			
<b>MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS</b>				
Manejo Adecuado	Existe un programa por escrito para el manejo de desechos			
	Tienen tapa los recipientes de desecho			
	Las zonas de desecho están lejos de las áreas de producción			

<b>PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION</b>					
Documentación y Manejo	Existe un programa por escrito que regule la limpieza y desinfección de instalaciones, equipo, etc.				
	Hay instalaciones para guardar los productos usados para limpieza				
	Se limpian los equipos como mínimo antes y después de comenzar la producción				
	Se controla que no queden restos de productos de limpieza en las máquinas y utensilios luego de limpiarlos				
<b>CONTROL DE PLAGAS</b>					
Identificación	Existe un mapeo para identificación de las plagas				
<b>EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>					
Equipo adecuado para el proceso	Los equipos son fáciles de desmontar para permitir la limpieza				
	Los equipos funcionan de conformidad con la que fue destinado				
	Existe un programa de mantenimiento preventivo del equipo				
	La ubicación de las escaleras, montacargas y accesorios elevados ayudan las operaciones de limpieza				
<b>ROTULACION</b>					
Rotulación	Hay rotulación adecuada				
<b>ALMACENAMIENTO, EMPAQUE Y DISTRIBUCION</b>					
Medios de verificación	Se cuenta con medios adecuados para verificar la humedad y temperatura				
	La distribución de los andenes en el almacenamiento es la correcta				
Empaque	Se dispone de un lugar adecuado para almacenar el material de empaque				
Despacho	El andén de salida cuenta con las dimensiones adecuadas				
	El andén de salida cuenta con un túnel que permite un ajuste hermético con el contenedor				
<b>AMENAZAS</b>					
Puntos críticos	Están ubicados los puntos críticos de control				
	Existen procedimientos para controlarlos				
<b>INSTALACIONES DE EMERGENCIA</b>					
Rotulación	Existe una correcta rotulación				
Documentación	Existe un protocolo de emergencia				
Salidas	Se cuenta con salidas de emergencia				
<b>SATISFACCION PERSONAL</b>					
¿Considera que el diseño y construcción de su planta le ayuda para obtener productos de calidad?					
<b>Observaciones:</b>					

Fuente: El Autor

### **5.3 Aplicación y validación de la guía de diagnóstico**

A partir de su aplicación en las 9 plantas visitadas, se logró realizar un pre diagnóstico de las condiciones de diseño y construcción que presentan dichas instalaciones y se validó el funcionamiento de esta guía como un instrumento de evaluación y análisis.

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de la guía y el pre diagnóstico realizado a las 9 plantas.

#### **5.3.1 Alrededores de la planta**

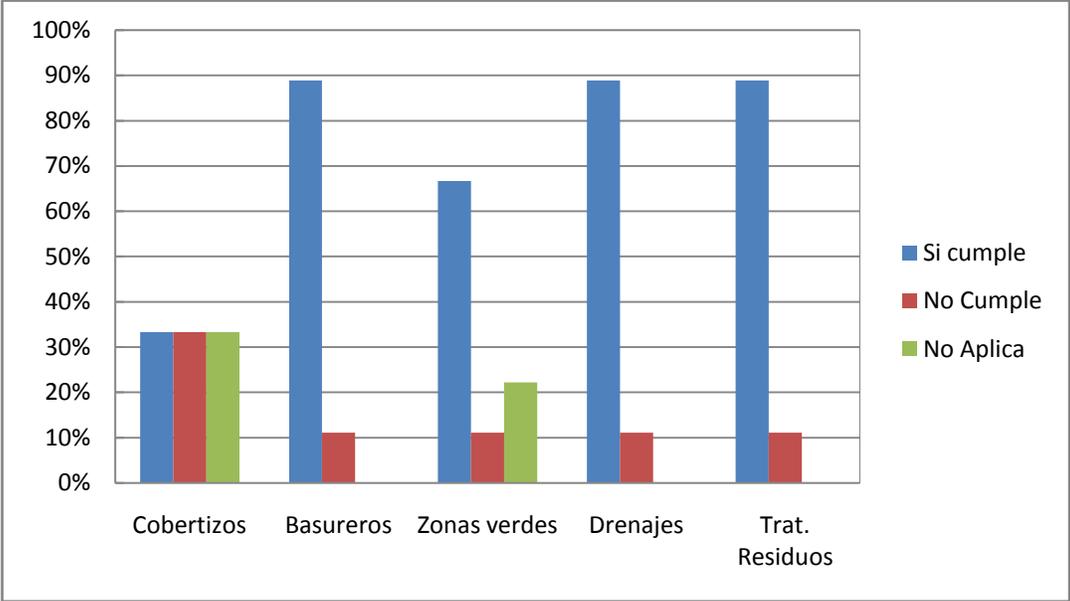
La Figura 3 muestra que el 33% cuenta con cobertizos para almacenar el equipo en desuso, el 89% cuenta con una ubicación estratégica de los basureros, el 67% de las zonas verdes evidencian un continuo mantenimiento, el 89% tiene un diseño de cunetas y drenajes para encauzar las aguas pluviales y en el 89% de los casos existen medios adecuados para tratar los residuos.

La existencia de sistemas de captación de aguas pluviales y la presencia de zonas verdes permiten un manejo adecuado de las aguas provenientes de la lluvia o de otra actividad complementaria, porque encausa de una mejor manera las aguas y se hace más difícil que el agua se empoce lo que disminuye el riesgo de desarrollar focos de contaminación. Un aspecto al que hay que prestarle especial atención es a la condición de las zonas verdes, esto con el fin de darle un adecuado mantenimiento durante todo el año.

Por otra parte la presencia de basureros y un adecuado sistema de tratamiento de residuos ayuda en gran manera al control de manejo de los desechos sólidos y líquidos provenientes de la actividad productiva.

El aspecto más preocupante es el bajo porcentaje que cuenta con obras complementarias como cobertizos para almacenar el equipo en desuso, ya que la permanencia de estos en los alrededores facilita el almacenamiento de agua empozada, el crecimiento y desarrollo de mosquitos o roedores, además de que acelera el deterioro de dicho equipo. Lo más aconsejable es remover totalmente el equipo en desuso en un lapso corto de tiempo.

La aplicación de estos controles está enfocada a que la infraestructura, la ubicación y su entorno permitan el aislamiento de plagas.



**Figura 3: Condición del entorno de las plantas visitadas**

Fuente: El Autor

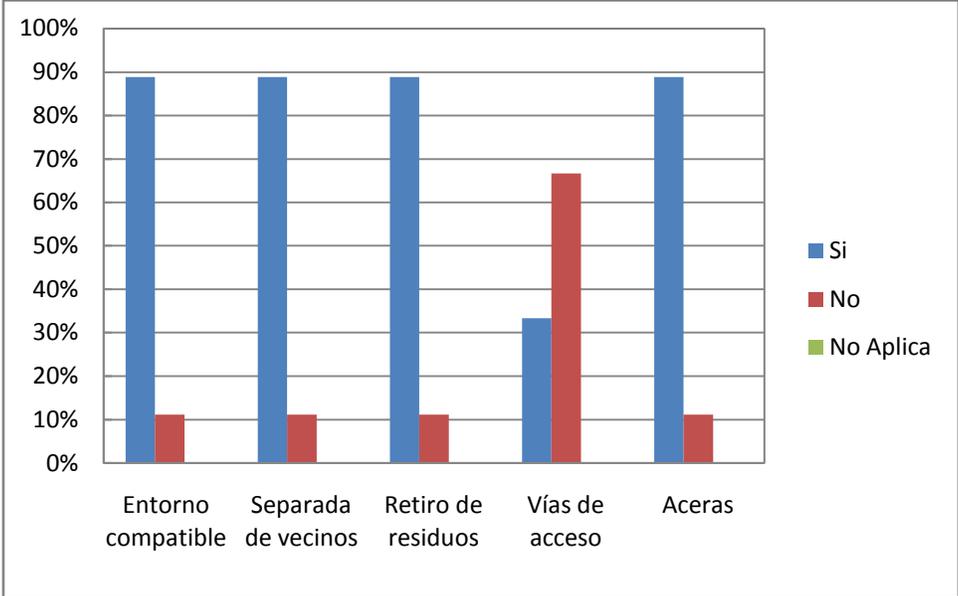
### 5.3.2 Ubicación

En la Figura 4 se observa que el 89% de los casos están ubicados adecuadamente, separado de los vecinos, presenta medidas preestablecidas para retirar los residuos y cuenta con aceras perimetrales, mientras que el 33% tiene vías de acceso y patios de maniobra debidamente pavimentados.

La ubicación de la planta en una zona industrial permite que los procesos sean compatibles con los del entorno, esto facilita el control efectivo de los posibles focos de contaminación por ejemplo olores, polvo, agua, contaminación sónica o plagas en general.

La adecuada ubicación y una buena condición de las vías de acceso son aspectos fundamentales que interviene directamente en factores como la provisión de insumos, cercanía de clientes, tiempos de entrega del producto terminado, disponibilidad de la mano de obra, facilidad para colocar el producto terminado y facilidad para retirar los residuos.

El diseño de aceras perimetrales permite proteger la instalación de la infiltración de agua y humedad proveniente de los alrededores, además, le brinda vías de acceso a los empleados con el fin de evitar que tengan contacto directo con el terreno y así controlar por ejemplo el posible ingreso de los mismos con barro en los zapatos.



**Figura 4: Ubicación de las plantas visitadas**

Fuente: El Autor

**5.3.3 Área de proceso**

La Figura 5 muestra que el 56% presenta un diseño que facilita las operaciones de higiene, el 56% cuenta con un control de ingreso de plagas, el 89% cuenta con baños y vestidores, el 100% tienen comedor, el 67% presenta áreas separadas para las diferentes labores, el 89% tiene un área de oficinas administrativas y el 67% presenta una distribución de los equipos de acuerdo al flujo de proceso.

Los controles más utilizados para evitar el ingreso de plagas son trampas contra roedores y mallas o cedazos finos en aberturas como ventanas.

En el diseño de las industrias agroalimentarias se debe contemplar la proyección de todas las instalaciones requeridas para una completa y total operación de la planta.

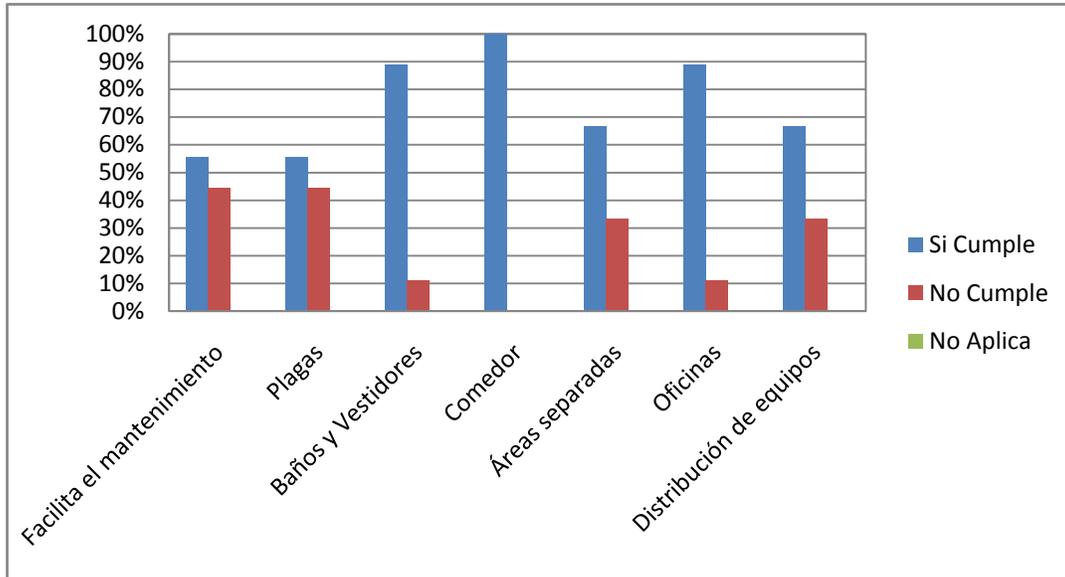
A continuación se definen las funciones que deben considerarse en el planeamiento de la bodega de proceso:

a. Bodega de proceso

**Funciones:**

- Recibo: de tractores, camiones, producto suelto o en cajas.
- Lavado: sumergido en agua, a presión, con fricción, aspersion.
- Limpieza: aspirado, mesas de gravedad, zarandas.
- Inspección: normalmente manual.
- Clasificación: por grado de madurez, tamaño, peso, color.
- Procesamiento: definir las actividades que requiere el producto el equipo necesario y el respectivo espacio para operar. Entre los procesos comunes se encuentra:
  - Encerado-parafinado.
  - Despulpado.
  - Pelado, troceado.
  - Deshidratado.
  - Extracción de jugos.
  - Extrusión.
  - Cocción.
  - Autoclaves.
- Empaque: en cajas de cartón, bolsas, mallas y bandejas.
- Almacenamiento bajo atmósferas controladas, a temperatura ambiente o en frío.
- Pre enfriamiento (túneles de enfriado).
- Enfriamiento.
- Pesado.
- Etiquetado.

Para esta área también debe considerarse la existencia de vías de acceso de vehículos y peatonales, manejo de aguas pluviales, acometidas eléctricas, obras de terracería y protección de taludes.



**Figura 5: Instalaciones del área de proceso de las plantas visitadas**

Fuente: El Autor

### 5.3.4 Pisos y Desagües

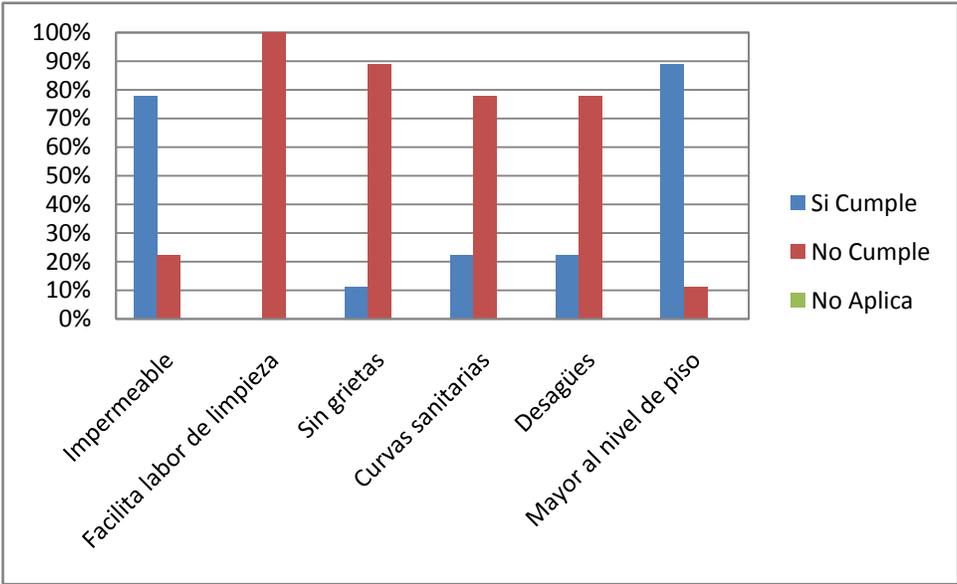
La Figura 6 muestra que el 78% tiene pisos impermeables, el 100% no cumple con condiciones que faciliten las labores de limpieza, el 11% no presenta pisos agrietados, el 22% cuenta con curvas sanitarias, el 22% tiene drenajes internos para encausar los residuos líquidos y el 89% de los pisos de la planta presenta un nivel mayor de mínimo 20 centímetros en relación al del exterior.

Características como la resistencia e impermeabilidad de los pisos dentro de la planta le permiten ser duraderos con el fin de que se conserven en buen estado, estos mecanismos favorecen en gran medida el control de los focos de contaminación. Por el contrario, la presencia de grietas y superficies irregulares no permiten realizar adecuadamente las labores de limpieza. El diseño sanitario de la unión entre pared y piso también es determinante en las labores de limpieza, las esquinas redondeadas colaboran en gran medida con este aspecto.

Por lo tanto a partir de los resultados obtenidos en las visitas en cuanto a la condición y diseño de los pisos, se evidenció que del total de plantas visitas, ninguna cuenta con condiciones adecuadas que faciliten las labores de limpieza, esto porque fue común encontrarse con pisos agrietados, espacios entre las uniones, estructuras de pared- piso unidas perpendicularmente, entre otras debilidades.

La pendiente moderada es determinante ya que no permite que el agua proveniente del proceso y de las actividades propias del mantenimiento como limpieza de equipos e instalaciones se empoce en diferentes áreas de la bodega de proceso. Por lo tanto los drenajes deben estar diseñados de acuerdo a la capacidad necesaria y ubicados estratégicamente en relación con la pendiente de la superficie del suelo para que el sistema de depósito y transporte de aguas funcione de conformidad con las necesidades.

Una altura superior del piso de la instalación en relación al nivel del terreno exterior da protección ante posibles inundaciones.



**Figura 6: Características de los pisos y desagües en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### 5.3.5 Paredes

La Figura 7 muestra que el 89% cuenta con superficies impermeables, 56% fáciles de limpiar, 100%de color claro o mate y 44% son de textura lisa.

El diseño con acabados lisos, características impermeables y uniones redondeadas entre paredes, además de colores claros favorecen las labores de limpieza al no permitir la acumulación de suciedad.

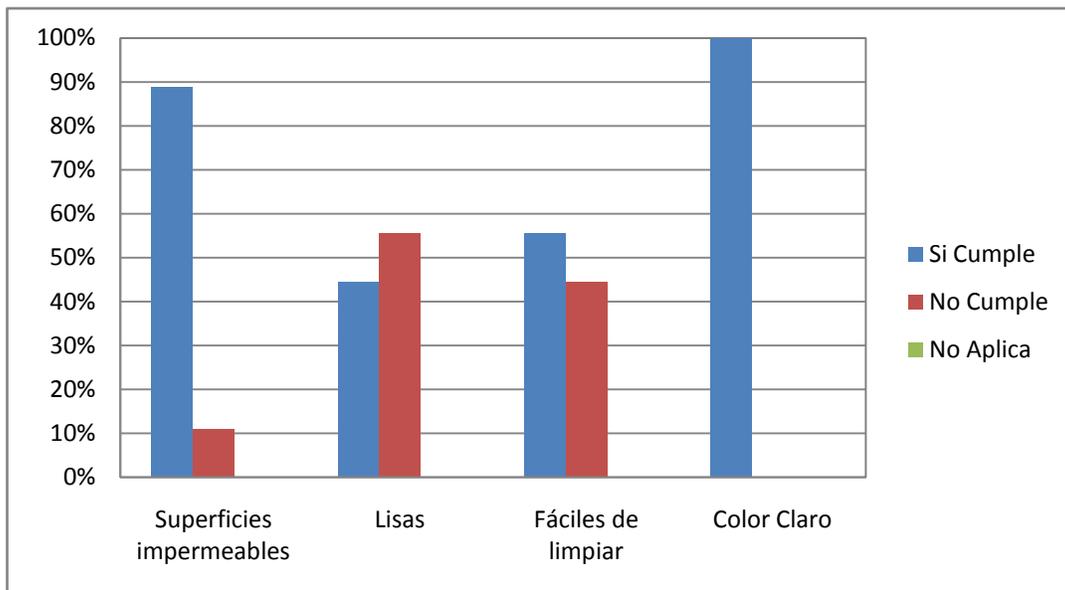


Figura 7: Características de las paredes en el área de proceso

Fuente: El Autor

### 5.3.6 Techos y estructura de soporte

La Figura 8 muestra que un 56% de las estructuras de soporte impiden la acumulación de suciedad, 89% de los techos impide la condensación y el 33% tiene cielos lisos.

La estructura de techos y cielos favorece las labores de limpieza mediante el diseño sanitario y se logra con estructuras con secciones de acero tipo cajón que impiden la acumulación de suciedad (polvo) y la proliferación de plagas, por lo que las estructuras tipo "I" y de "C" dificultan las labores de limpieza.

La altura de la estructura del techo es determinante en el control de la temperatura, una altura de entre 4-6 metros favorece la renovación de aire.

En algunos de los casos evaluados, el diseño de la planta no cuenta con una estructura de cielo, excepto en áreas administrativas, baños y cámaras de almacenamiento, por lo tanto cuando no existen este tipo de estructuras no se aplica la evaluación de ellas, y la ausencia de cielos no constituye una falta grave, porque la normativa no lo pide.

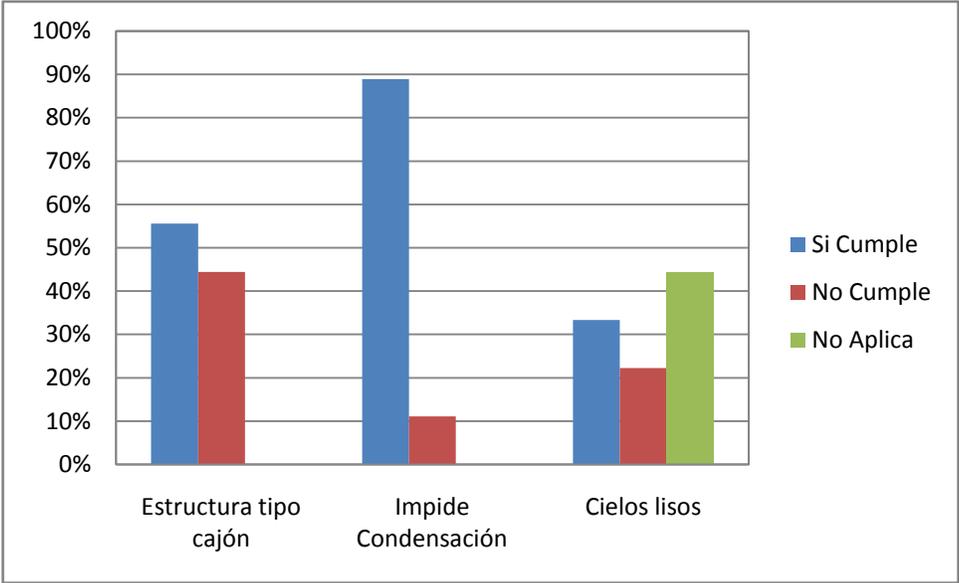


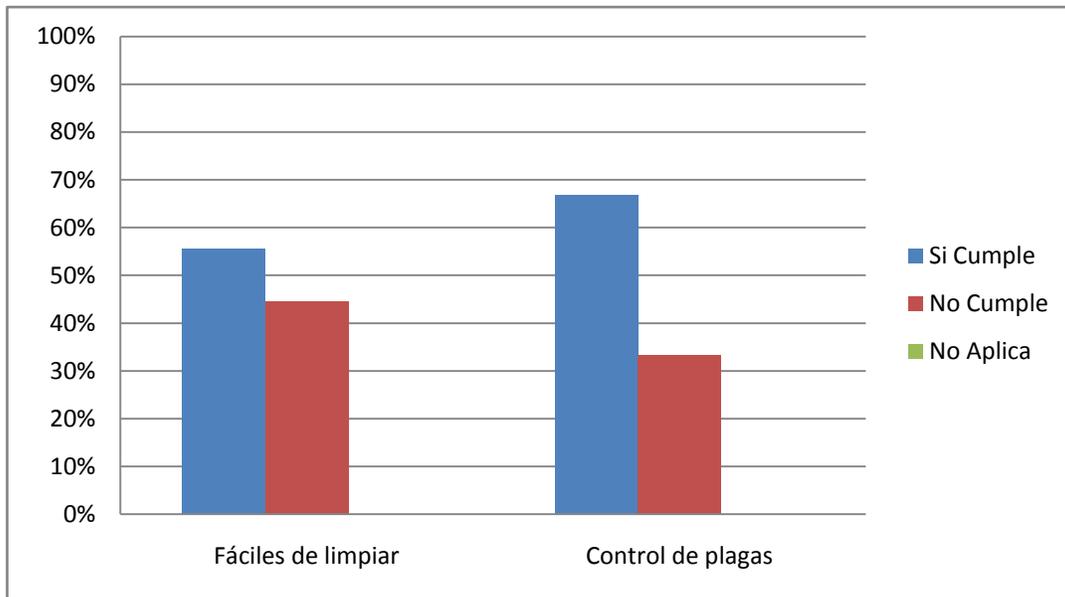
Figura 8: Características de los techos en el área de proceso

Fuente: El Autor

### 5.3.7 Ventanas

La Figura 9 muestra que el 56% es de superficie lisa y el 67% coloca mallas para controlar las plagas.

El diseño sanitario y la distribución estratégica son factores que influyen en la ventilación natural en el área de proceso, la protección con mallas finas impide que los roedores e insectos puedan ingresar a la planta de proceso.



**Figura 9: Características de las ventanas en el área de proceso**

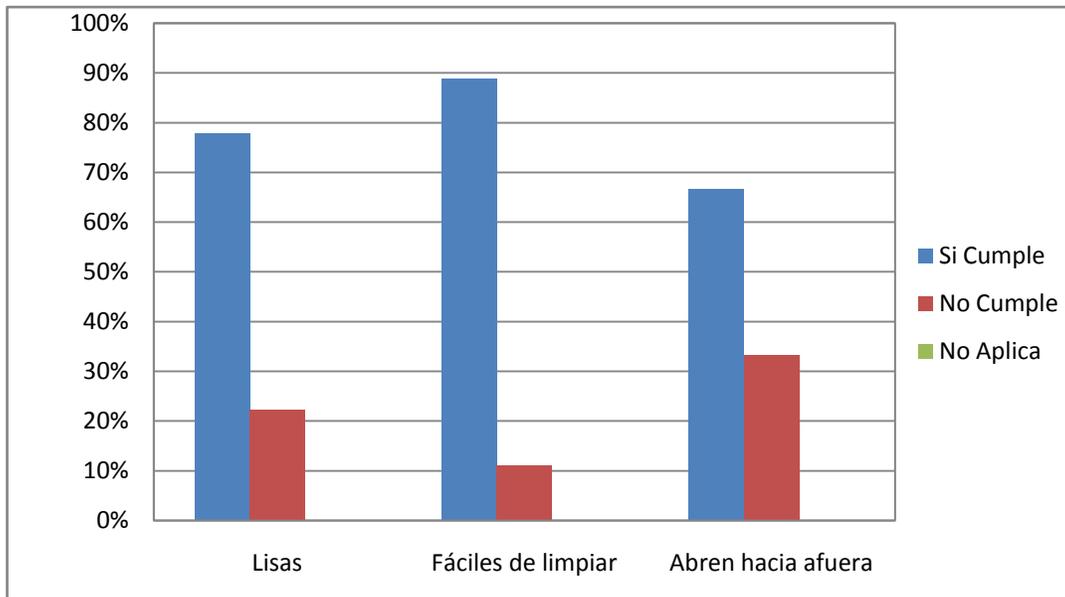
Fuente: El Autor

### 5.3.8 Puertas

La Figura 10 muestra que el 78% presenta superficies lisas, el 89% son fáciles de limpiar y el 67% abre hacia afuera del área de proceso.

El diseño higiénico es determinante para facilitar las labores de limpieza, por ejemplo las superficies lisas van a dificultar el almacenamiento de suciedad y los materiales duraderos y resistentes van a mantenerse en un buen estado durante el paso del tiempo.

En las áreas de proceso o en áreas donde el flujo de personas es considerable (por ejemplo en el comedor y baños) las puertas deben abrir hacia afuera para evitar la contaminación cruzada proveniente de los flujos de aire, además de cumplir con las normas de seguridad laboral.



**Figura 10: Características de las puertas en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### 5.3.9 Iluminación

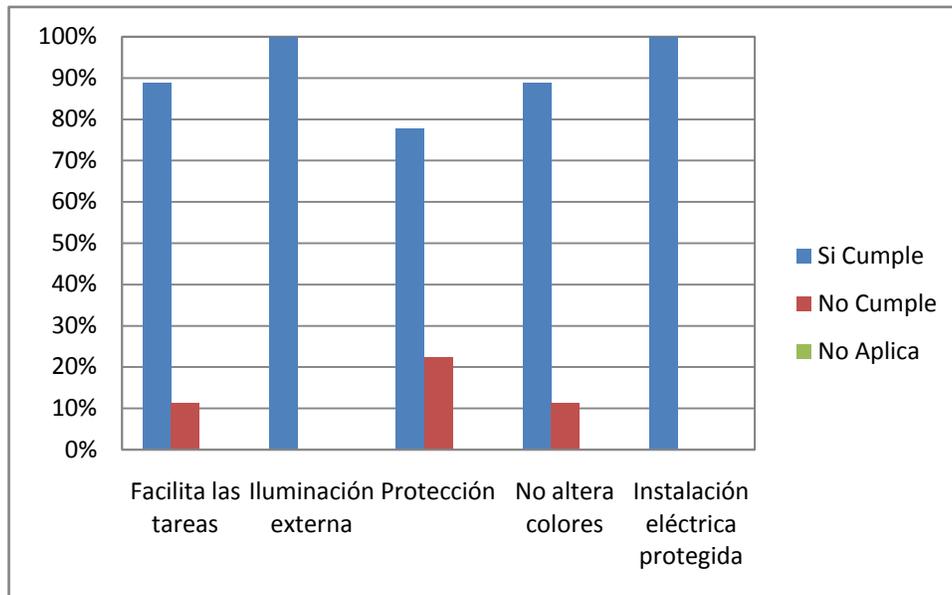
La Figura 11 muestra que del total de las instalaciones visitadas, el 89% cuenta con una intensidad de luz que facilita las tareas, el 100% de las áreas externas está iluminado, el 78% cuenta con luces con cubierta de seguridad, el 89% no altera los colores y el 100% presenta instalaciones eléctricas protegidas de tubería PVC o canaletas.

La distribución, intensidad, tipo y número de luces van a determinar si la iluminación en el área de proceso facilita las tareas. Las superficies opacas evitan reflejos incómodos que afecten el campo visual del trabajador.

La distribución de postes con iluminación en los exteriores es determinante para ejercer un control efectivo de lo que pasa en los alrededores de la instalación.

La protección de las luces es un punto a considerar para evitar que un eventual accidente produzca un daño al trabajador o contamine el producto con un trozo de vidrio, ya que en general las luces están ubicadas sobre las líneas de proceso.

La instalación eléctrica protegida con tubería PVC o canaletas no permite que los cables estén sueltos, lo que aumenta su vida útil y además favorece la seguridad laboral.



**Figura 11: Sistema de iluminación en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### 5.3.10 Ventilación

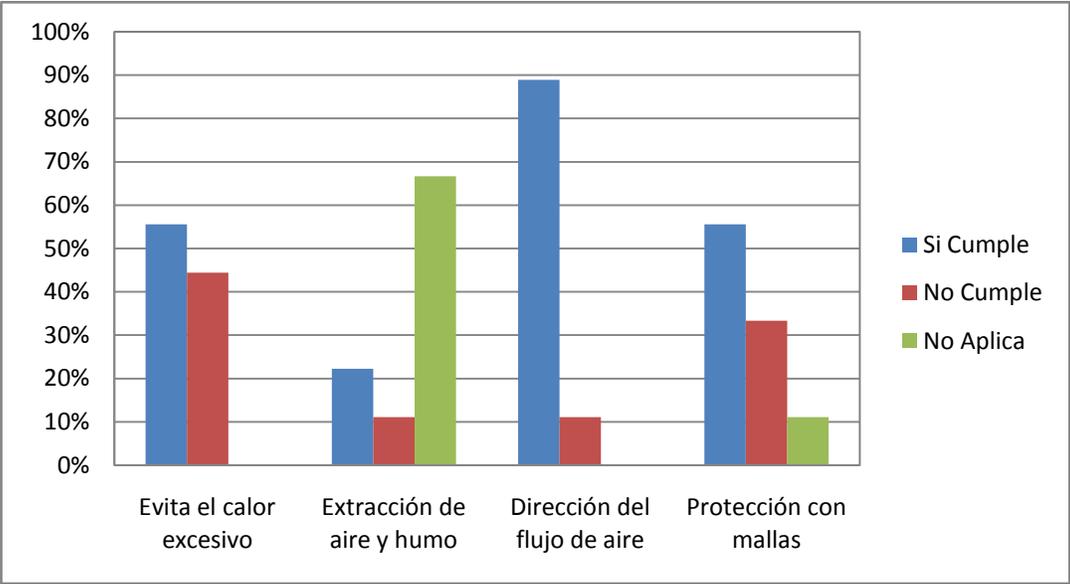
En la Figura 12 se muestra que el 56% presenta una circulación de aire adecuada, el 22% cuenta con sistemas de extracción de humos y vapores, el 89% tiene una dirección adecuada del flujo de aire y el 56% cuentan con ventanas con mallas de protección contra plagas y roedores.

La distribución y el diseño de las ventanas van a influir en la dirección del flujo de aire dentro de la planta de proceso, especialmente en la ventilación natural, pero cuando no se puede proporcionar un cambio adecuado de aire se puede utilizar equipo de ventilación forzada.

La circulación del aire va de zonas sucias (ingreso del producto) a zonas limpias (producto terminado) y la ventilación es suficiente cuando dentro de la planta no se evidencia un calor excesivo o las temperaturas de trabajo son confortables.

Hay que tener cuidado especial en la protección de las aberturas que comunican al exterior para evitar el ingreso de polvo, insectos y roedores.

Los casos de estudio valorados no muestran un buen sistema de la ventilación que garantice la circulación adecuada del aire que reduzca el calor excesivo, olores o vapores, lo que evidencia que se requiere de más área de ventanas.



**Figura 12: Sistema de ventilación en el área de proceso**

Fuente: El Autor

**5.3.11 Abastecimiento de agua**

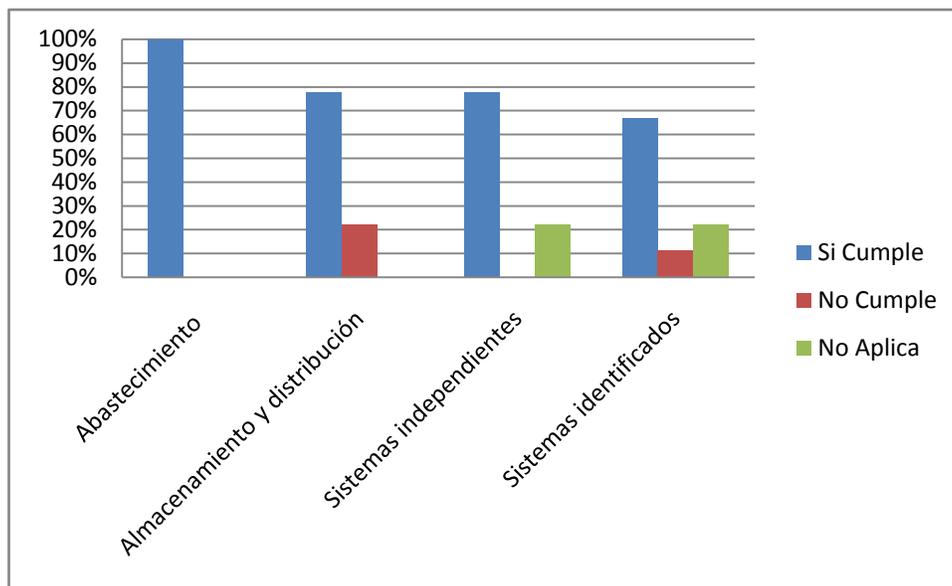
Como lo muestra la Figura 13, el 100% cuenta con suficiente agua potable para realizar los procesos, el 78% tiene sistemas para almacenar y distribuir agua cuando sea necesario, el 78% cuenta con sistemas independientes de agua potable y no potable y el 67% de esos sistemas están bien identificados.

Es de suma importancia entender que el agua que está en contacto directo con el producto durante su etapa de procesamiento es considerada como materia prima, y por lo tanto debe cumplir con todas las normas de potabilidad establecidas por la Organización Mundial de la Salud.

El agua almacenada se puede destinar para labores como limpieza de instalaciones y equipos donde se acepta utilizar una calidad menor de agua (no potable), obtenida de la recirculación o de almacenamiento en reservorio.

Los sistemas que transportan esta agua deben ser independientes y completamente identificados mediante un código de colores para evitar confusiones en los usuarios y sin posibilidad de reflujos.

Se evidenció que en ninguna de las instalaciones visitadas se hacen análisis periódicos para evaluar la calidad del agua, por lo que no se tiene certeza de si es o no apta para utilizarla en el proceso de alimentos. Por lo tanto, la implementación de un programa continuo de monitoreo de la calidad microbiológica del agua, sería una opción para garantizar la calidad del agua ya que esta representa el vehículo por el que se mueven los microorganismos.



**Figura 13: Sistema de abastecimiento de agua en el área de proceso**

Fuente: El Autor

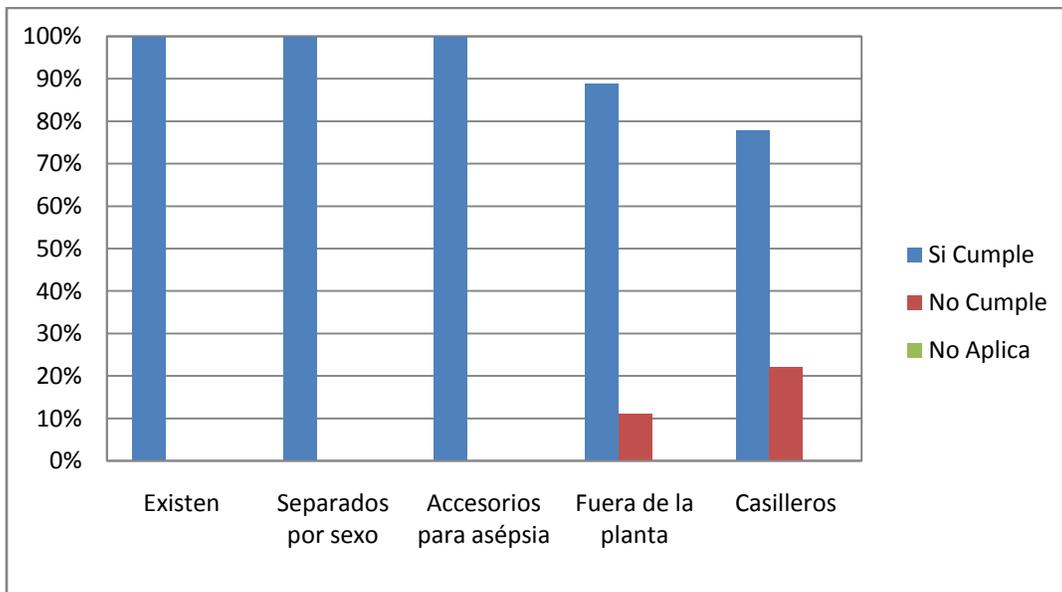
### **5.3.12 Instalaciones sanitarias**

De las instalaciones visitadas, en la Figura 14 se observa que el 100% cuenta con servicios sanitarios, separados por sexo, con lavatorios y productos destinados a la higiene personal. El 89% de los baños están localizados fuera de las instalaciones de trabajo y el 78% cuenta con vestidores y casilleros para que los empleados dejen la ropa.

La ubicación y los accesos lejos de la planta evitan los peligros de contaminación, principalmente por derrame de aguas negras, de ahí la importancia de las características constructivas con que se diseñan, ya que la estructura de las instalaciones sanitarias debe ser hermética e impermeable.

Tanto los inodoros como los lavamanos se accionan manualmente lo que representa un foco de contaminación cruzada, sin embargo se cuenta con una cantidad de lavamanos proporcional al número de empleados, los sanitarios son individuales con puertas y paredes para asegurar privacidad, con adecuada iluminación y ventilación.

El mantenimiento permanente en cuanto a limpieza y desinfección; y la existencia de basureros, toallas, jabón líquido, duchas y demás accesorios para la asepsia colaboran con el control de la higiene.



**Figura 14: Instalaciones sanitarias en el área de proceso**

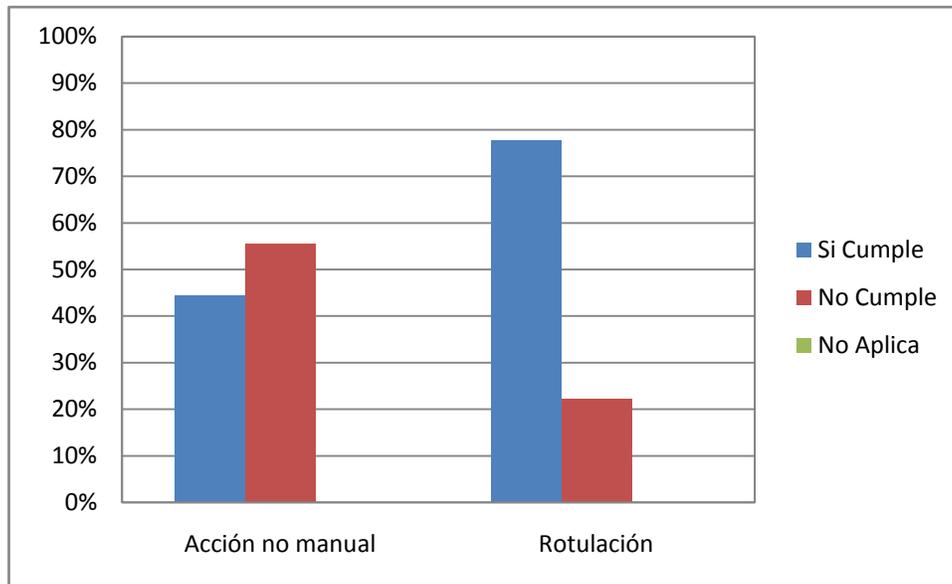
Fuente: El Autor

### 5.3.13 Instalaciones para lavarse las manos

En la Figura 15 se observa que el 44% de las instalaciones para lavarse las manos tiene un diseño de sistema mano libre o accionamiento no manual, por otra parte, el 78% de las instalaciones cuentan con una rotulación adecuada.

Las estaciones de lavado de manos se ubican principalmente en lugares visibles y puntos estratégicos, por ejemplo en los baños, después de los vestidores y casilleros, antes de entrar al área de proceso o empaque, en lugares donde los peligros de contaminación son mayores, en áreas donde el proceso exige una mayor limpieza, además se deben suministrar suficientes estaciones para asegurar rapidez en el flujo de personal.

La rotulación con contenido claro y en español es una opción para difundir la información de programas relacionados con el lavado de manos, además, según las necesidades se recomienda establecer planes de capacitación para educar a los empleados en temas de higiene personal y la manipulación de alimentos, para concientizarlos sobre la importancia de la higiene.



**Figura 15: Estaciones de lavado de manos en el área de proceso**

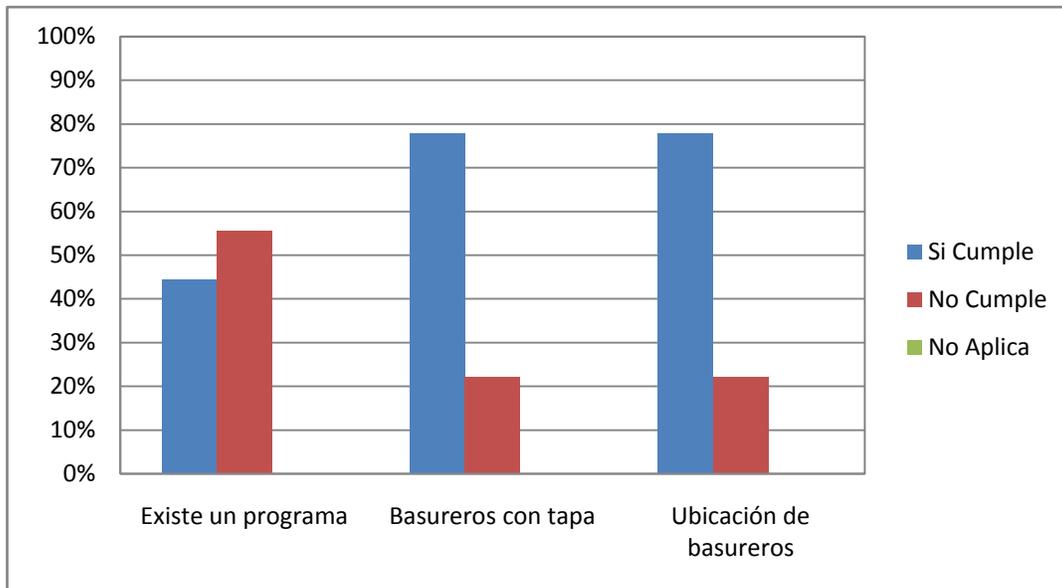
Fuente: El Autor

#### 5.3.14 Manejo de desechos

En la Figura 16 se observa que el 44% de las plantas visitadas cuenta con un programa de manejo de desechos, el 78% tiene un número suficiente de basureros con tapa, identificados e íntegros, y el 78% de las instalaciones cuentan con zonas para el manejo de aguas residuales y desechos sólidos.

El tratamiento de residuos sólidos consume grandes volúmenes de agua, generando grandes volúmenes de afluentes con una cantidad muy alta de materia orgánica, por lo que deben ser tratados adecuadamente para no alterar la calidad del agua del cuerpo receptor. Los objetivos son prevenir la contaminación de los alimentos con estos residuos y no contaminar el medio ambiente.

El programa de manejo de desechos debe estar basado en el principio de que todos los residuos sólidos y líquidos producidos en la planta deben recibir un tratamiento adecuado para luego poder ser depositados, por lo tanto, se debe efectuar un control bastante consiente y exigente para que se cumpla con las leyes de vertido de residuos. Mientras que para el manejo de los residuos sólidos es necesario ubicar basureros lejos de la planta y en una capacidad acorde con la requerida.



**Figura 16: Manejo de desechos durante el proceso de los alimentos**

Fuente: El Autor

### 5.3.15 Programa de limpieza y desinfección

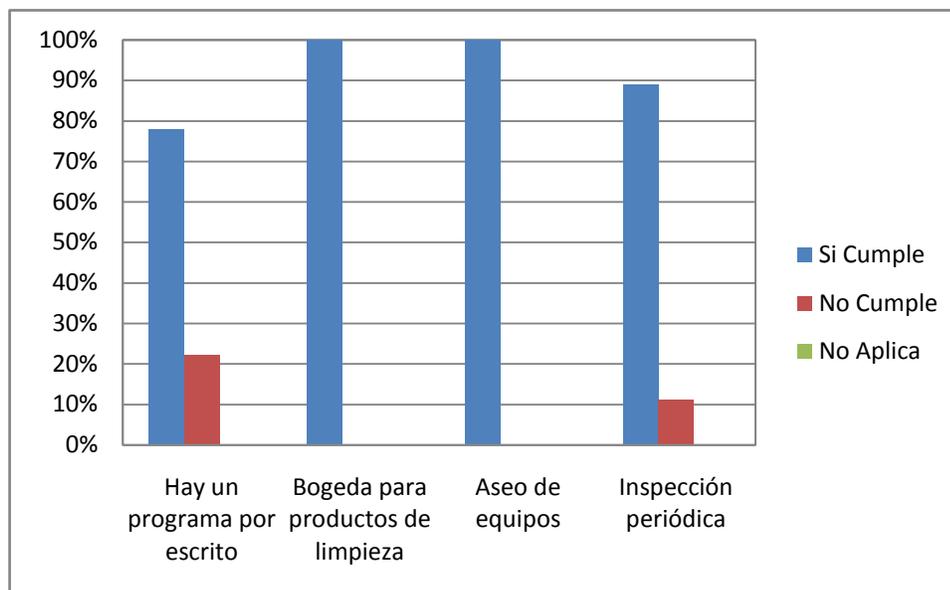
La Figura 17 muestra que el 78% de las instalaciones visitadas cuentan con un programa por escrito donde se regulan las actividades de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones, el 100% tiene una bodega independiente y fuera de la planta destinada a almacenar los productos para limpieza, el 100% mantiene un control de la limpieza de los equipos al finalizar y al iniciar cada actividad y el 89% realiza una inspección periódica a los equipos y utensilios.

Es de suma importancia que todos los procesos de limpieza estén por escrito y es recomendable hacer el monitoreo por medio de una lista de chequeo para evaluar la eficiencia de las labores de higiene.

Los materiales que se utilicen en la limpieza se almacenan en una bodega independiente a la planta de proceso y están destinados al aseo periódico de instalaciones y equipos.

Cuanto menor sean los tiempos muertos en las líneas de producción y más limpias estén estas zonas, menor va a ser el riesgo de contaminación del producto.

Por lo tanto, se recomienda que los procedimientos de higiene y limpieza se hagan con la mínima interrupción de tiempo, buscando generar una mayor eficiencia de limpieza y así evitar que se desarrolle la contaminación.



**Figura 17: Programa de limpieza y desinfección durante el proceso de los alimentos**

Fuente: El Autor

### 5.3.16 Control de plagas

De las plantas visitadas y como se observa en la Figura 18, el 33% cuenta con un mapeo o zonificación previamente establecida de las zonas vulnerables al ataque de plagas.

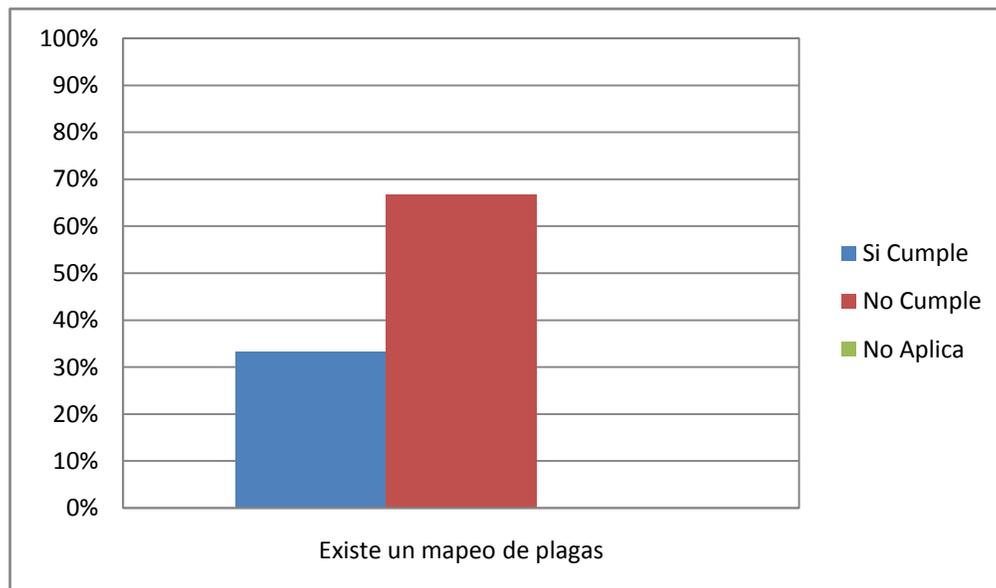
Es requisito fundamental de las plantas de proceso de alimentos contar con dispositivos para el control de plagas, en condiciones intactas, limpios y con un monitoreo constantemente.

En las plantas visitadas se logro observar diferentes dispositivos colocados en varios puntos con el fin realizar un control efectivo de plagas, el inconveniente es que no se tienen identificadas las zonas más propensas al ataque de plagas, por lo que no se recomienda usar criterios subjetivos para colocar para colocar trampas u otros dispositivos para controlar plagas.

Para un control eficiente de las plagas y peligros potenciales se recomienda la ubicación de pediluvios al ingreso de la planta o donde sea propenso el paso de personal a zonas más limpias.

En cuanto a los empleados, no se les permitirá el uso de joyería, pestañas y uñas postizas. En cuanto a la ropa se recomiendan el uso de delantales, guantes y calzado conveniente, estas prendas se utilizarán estrictamente solo dentro de la planta.

Otras actividades como fumar, masticar tabaco, chicle, beber y comer solamente se podrán realizar en áreas que estén señaladas y fuera del área de proceso. Además los empleados siempre tendrán acceso al agua potable.



**Figura 18: Control de plagas en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### 5.3.17 Equipos y utensilios

La Figura 19 muestra que de los casos estudiados el 100% de los equipos son fáciles de desarmar para permitir la limpieza y funcionan de conformidad con las necesidades de la empacadora y un 89% está sujeto a un programa preventivo de mantenimiento y la ubicación no obstaculiza las labores de limpieza.

Es fundamental que el equipo sea compatible con el uso que se requiere y que el diseño facilite la limpieza eficaz, el mantenimiento y el acceso a todas las áreas.

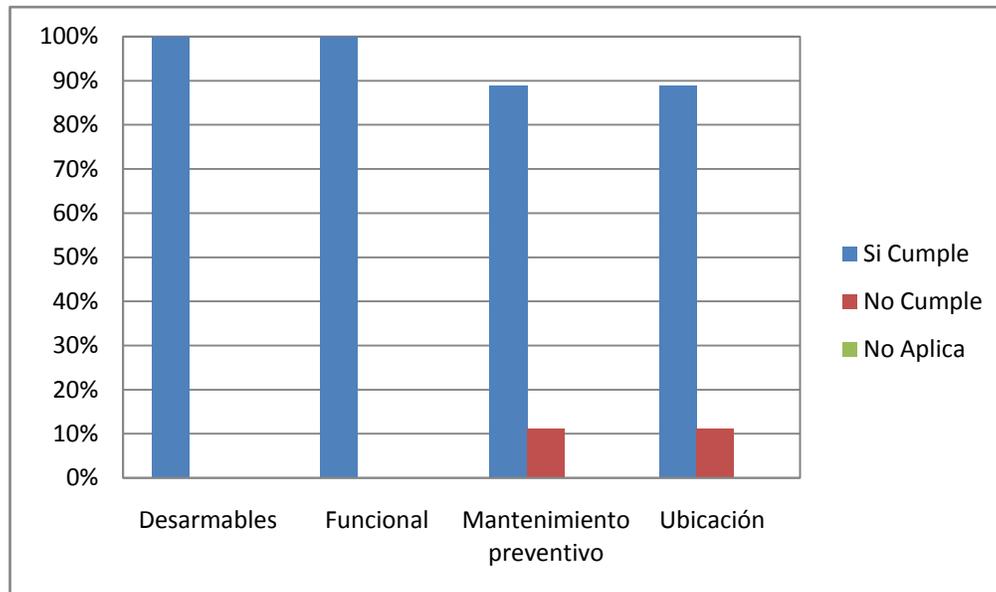
La superficie de los equipos, mesas y utensilios debe ser lisa, impermeable, lavable y sin imperfecciones para que la higiene y el buen diseño de los equipos y utensilios se vean reflejados directamente en el producto final.

Los utensilios no se pueden convertir en vehículos de contaminación cruzada; por lo que el equipo de proceso debe estar libre de corrosión, de pintura que forma escamas, de moho y de otros materiales nocivos. Las superficies de contacto del alimento serán de materiales no tóxicos y no porosos.

Utilizar cartulina, alambre, cinta para aislar o cualquier otro material improvisado para reparar los equipos dañados puede ser fuente de contaminación. Además, se debe eliminar el exceso de lubricantes y grasas.

También se recomienda utilizar equipos que realicen controles de material extraño como detectores de metal, visual, trampas, filtros, imanes o rayos X, o una inspección visual continua es una buena opción.

Finalmente, deben hacerse esfuerzos para eliminar el equipo de madera de las instalaciones, por ejemplo escalas, plataformas, envases de almacenaje, entre otras.



**Figura 19: Equipos y utensilios disponibles en el área de proceso**

Fuente: El Autor

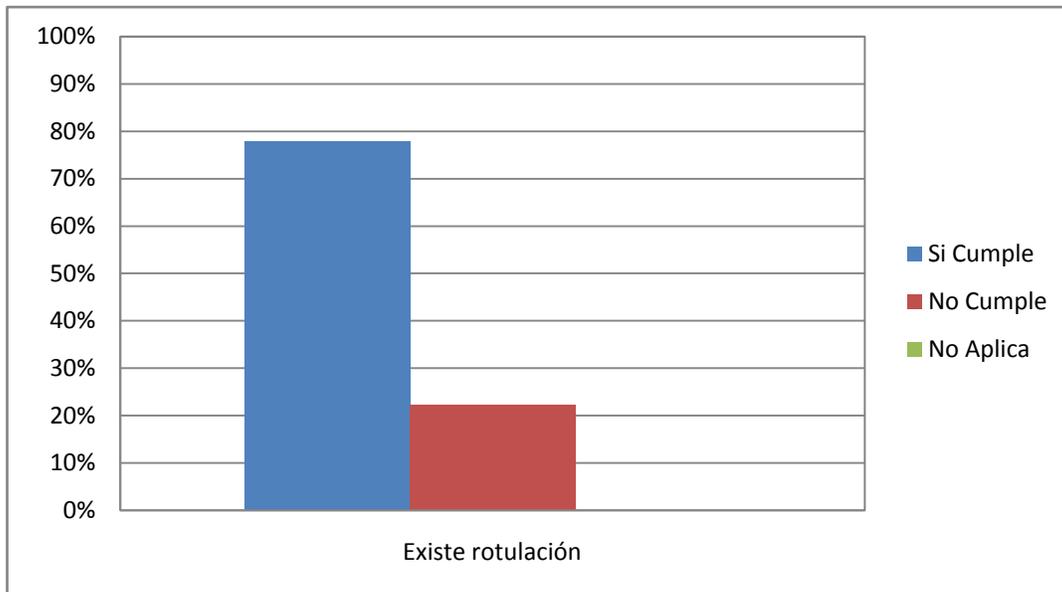
### 5.3.18 Rotulación

En la Figura 20 se muestra que el 78% de las instalaciones visitadas cuenta con un sistema adecuado de rotulación, ubicado principalmente en estaciones de lavado, en sanitarios y áreas de descanso.

Se debe velar porque la rotulación se coloque en lugares visibles y en el idioma(s) de los empleados donde se indiquen los requisitos apropiados para el acatamiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Las áreas comúnmente rotuladas son las siguientes:

- Antes de entrar a áreas que requieran vestimenta especial como cofias para cabello/ barbilla y delantales.
- Antes de las áreas que prohíban el alimento, productos de tabaco o chicles.
- Los baños y cuartos de descanso deben tener señales de recordatorio para incentivar el lavado de manos antes de volver al área de trabajo.
- En zonas peligrosas o salidas de emergencia.
- Donde se tienen identificados Puntos Críticos de Control.



**Figura 20: Rotulación en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### **5.3.19 Almacenamiento, empaque y distribución**

En la Figura 21 se muestra que el 67% de las instalaciones visitadas cuenta con mecanismos adecuados para monitorear la humedad y la temperatura, el 78% estiba correctamente el producto almacenado, el 78% dispone de un lugar adecuado para almacenar material de empaque y un 33% cumple con un diseño adecuado del andén de despacho en cuanto a dimensiones y presencia de sellos de hule.

Las áreas de almacenamiento que cuentan con mecanismos de control de temperatura y humedad relativa, como termómetros, termopares, hobs u otros registradores permiten un monitoreo constante de las condiciones que ahí se presentan, lo que facilita realizar labores de mantenimiento preventivo u otras medidas en momentos en que las cámaras no funcionen de conformidad con las necesidades.

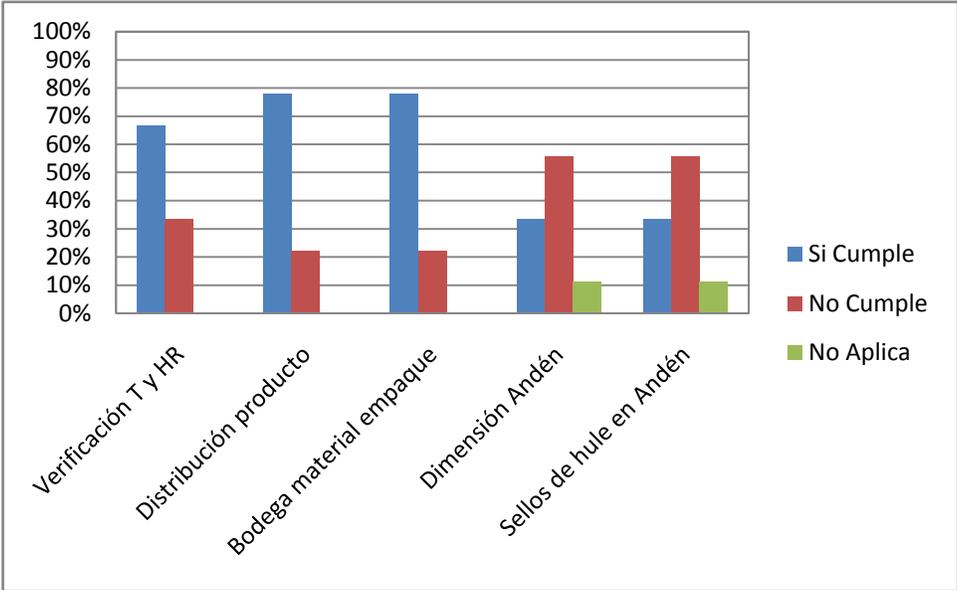
La existencia de áreas específicas para almacenamiento de materias primas, materiales tóxicos, materiales de empaque y producto terminado permite que cada una cuente con las características constructivas y necesidades que estas requieran, además al contar con un diseño y un dimensionamiento previo se facilita su ubicación relativa dentro del terreno.

Un área de almacenamiento que funciona de acuerdo a la legislación presenta características como áreas cerradas, limpias, ventiladas, a prueba de plagas y protegidos contra la condensación, aguas residuales, polvo, suciedad, productos químicos tóxicos u otros contaminantes; con repisas y los drenes limpios y sin desperdicios, y las puertas principales cerradas a menos que estén en uso.

Las materias primas, producto e ingredientes deben ser almacenados sobre paletas y respetando el espaciamiento mínimo necesario para garantizar la adecuada ventilación, limpieza y desinfección.

El control de inventario de todos los ingredientes, productos y empaques debe rotar usando la política de Primero en Entrar-Primero en Salir para asegurar que los artículos se usan en el correcto orden en que fueron recibidos.

El andén de despacho que cuente con un acople perfecto y hermético con el contenedor permite evitar peligros de contaminación cruzada del ambiente hacia el interior de la cámara, la temperatura de la cámara no corre peligro de sufrir una baja por el contacto directo con el ambiente y disminuye la posibilidad de provocar condensación en el producto.



**Figura 21: Área de almacenamiento, empaque y distribución en el área de proceso**

Fuente: El Autor

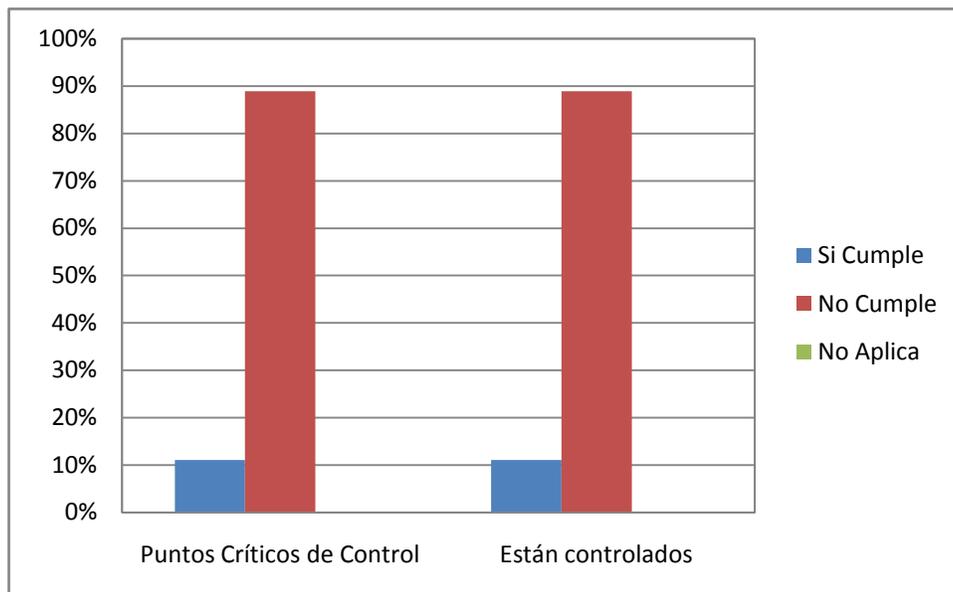
### 5.3.20 Contaminación cruzada

En relación a las plantas inspeccionadas, la Figura 22 muestra que el 11% tiene identificados los puntos críticos de control por lo que cuentan con procedimientos para controlarlos.

Según la legislación, cuando se ha identificado una amenaza en el proceso es necesario efectuar un control para asegurar la inocuidad, lo que permite prevenir, eliminar o reducir ese peligro a niveles aceptables.

Los resultados reflejan un desconocimiento de los potenciales peligros que pueden afectar la inocuidad de los alimentos en cada segmento de la cadena productiva. Lo que resalta la necesidad de que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente de las políticas para identificarlos y controlarlos.

De las visitas se logro concluir que entre menos sean los puntos críticos identificados, el proceso es más inocuo porque las amenazas son mínimas, y están totalmente controladas con un monitoreo continuo.



**Figura 22: Identificación de los puntos críticos de control en el área de proceso**

Fuente: El Autor

### 5.3.21 Instalaciones de emergencia

La Figura 23 muestra que un 67% de las instalaciones cuenta con una rotulación adecuada para informar sobre los protocolos de emergencia, además según los entrevistados el 78% cuenta con protocolos de emergencia previamente establecidos en caso de incendio, y finalmente el 56% cuenta dentro de su diseño con salidas de emergencia.

En el protocolo de emergencia se aplican las normas mínimas de seguridad laboral, y tiene como objetivo que las salidas y el plan de emergencia sean del conocimiento de todo el personal, esto se logra mediante una rotulación clara ubicada en las zonas estratégicas.

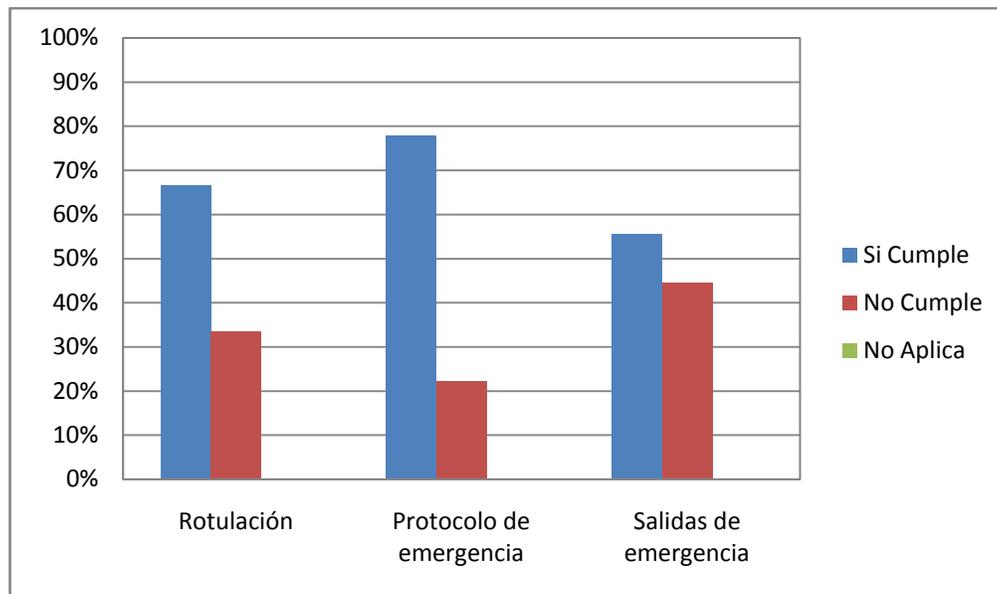


Figura 23: Instalaciones de emergencia en el área de proceso

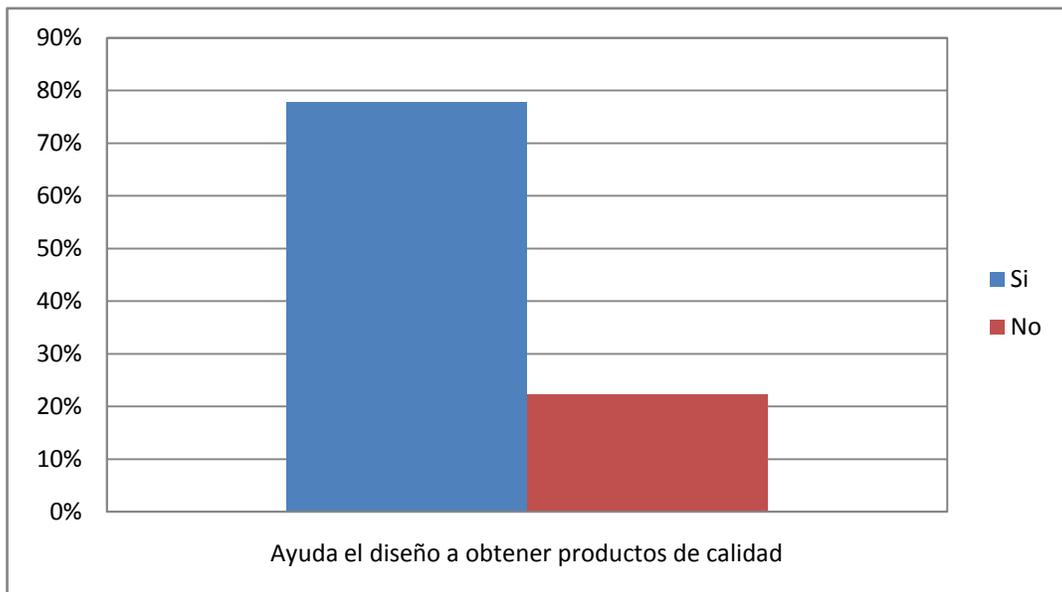
Fuente: El Autor

### 5.3.22 Satisfacción personal

La Figura 24 muestra que el 78% de los entrevistados se encuentra conformes con el diseño y la construcción de la planta en la que laboran, y consideran que dichas instalaciones son un medio adecuado para la obtención de productos de calidad.

Esto genera un tanto de confusión, porque es evidente que las instalaciones no cuentan con aspectos de diseño básicos para favorecer la inocuidad y calidad final del producto.

Un aspecto positivo es que los entrevistados están consientes de que las mejoras son necesarias y se muestran abiertos a recibir consejos y asesorías.



**Figura 24: Nivel de satisfacción de los entrevistados para obtener producto de calidad a partir del diseño actual de la instalación**

Fuente: El Autor

## **5.4 Recomendaciones de diseño**

### **5.4.1 Recomendaciones previas a la etapa de diseño o remodelación**

En Costa Rica con frecuencia las actividades de procesamiento primario de productos agrícolas se desarrollan en un local que no fue diseñado específicamente para dicha función, por lo que lograr una compatibilidad entre estas actividades y el diseño de la planta física es una labor complicada.

En base a la indagación realizada en las Plantas de procesamiento primario de Costa Rica se considera importante que cuando se realice la etapa de planificación previa de una nueva actividad agroindustrial o la remodelación de una ya existente, se cumpla con cada una de las siguientes fases: estudio de necesidades del proyecto, estudio de localización, estudio de distribución en planta y estudio del diseño y construcción de las instalaciones.

Sumado a esto, un diseño final exitoso requiere de un conocimiento completo del proyecto basado en el estudio técnico, esto es, volúmenes de producción, procesos requeridos, capacidad horaria, tecnología y equipo disponible, producto final, estudio de mercado con la identificación del tipo de empaque, presentación, estrategia de mercadeo y el destino final; sin dejar de lado los factores que intervienen en los costos y eficiencia de la planta como climatología, topografía y disposición de mano de obra.

El Cuadro 5 describe los factores que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar o plantear la reestructuración de una planta de proceso primario de productos agrícolas para que esta genere resultados exitosos:

**Cuadro 5: Recomendaciones para la etapa previa de diseño y construcción**

FACTORES	RECOMENDACIONES DE DISEÑO
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidad de transporte de materia hacia la planta</li> <li>• Tiempos requeridos de proceso</li> <li>• Tiempo óptimo para llegar al mercado</li> <li>• Planes reguladores de la localidad donde será situada la planta</li> <li>• Disponibilidad de insumos (agua, energía)</li> <li>• Permisos constructivos (Municipalidad, Ministerio de Salud, Compromisos ambientales)</li> <li>• Manejo de residuos</li> </ul>
ACCESO A MERCADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a carreteras principales</li> <li>• Acceso a ferrocarril, transporte marítimo, transporte aéreo</li> <li>• Fluidez de tránsito</li> </ul>
PROPIEDADES FÍSICAS Y TOPOGRÁFICAS DEL SITIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y forma del lote</li> <li>• Capacidad soportante, tipo de suelo</li> <li>• Características especiales (presencia de arcillas expansivas o fenómenos como licuefacción)</li> <li>• Niveles de piso y vías internas para evitar inundaciones y posibilidad de drenajes</li> <li>• La propiedad y sus alrededores deben estar exentos a focos de contaminación</li> </ul>
DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías transitables todo el año</li> <li>• Energía (110, 220, 480KWh)</li> <li>• Teléfono y correo electrónico</li> <li>• Agua potable</li> </ul>
DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar volumen presente y futuro para lavado de instalaciones y equipos, limpieza y transporte de producto, desinfección y enfriamiento,</li> <li>• Calidad del agua debe ser potable, manejarla según las leyes de aguas y concesiones</li> <li>• Debe existir el código de colores para identificar las conducciones de agua potable y no potable</li> </ul>
PROBLEMAS EN ZONAS URBANAS E INDUSTRIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las plantas de proceso deben adecuarse para operar en zonas urbanas</li> <li>• Cumplir con las exigencias de tratamiento de residuos y control de ruido y plagas</li> <li>• Acudir al diseño de plantas de tratamiento y uso de biodigestores</li> </ul>
RELACIÓN CON LA COMUNIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de transporte público de la planta o los centros de población, escuelas y centros de salud cercanos</li> <li>• Evaluar las características de la mano de obra (disponibilidad y destreza)</li> </ul>

Fuente: El autor

## **5.4.2 Recomendaciones de diseño y detalles constructivos**

Las recomendaciones que se presentan a continuación establecen criterios y posibles soluciones de cómo se han de resolver diferentes aspectos tales como los recubrimientos de suelos, paredes, techos, entre otros, concretando incluso cómo se resolverán las uniones redondeadas pared-techo, pared-pared y suelo-pared.

En esta guía se hace referencia a la definición de las características intrínsecas del edificio para que cumplan satisfactoriamente con la normativa que les compete. La síntesis de estos requerimientos y de los resultados obtenidos en los apartados anteriores se pueden observar en el Cuadro 6 (página 82) como una Guía de Diseño.

### **5.4.2.1 Establecimiento**

Se recomienda que en la etapa previa al diseño de las instalaciones se tenga claro el tipo de operaciones que se van a llevar a cabo dentro de la planta empacadora, ya sea para labores destinadas a productos frescos, pre cortados o productos procesados, dado que esto determina el tipo de riesgo asociado a ellas. En este sentido las instalaciones deben ser diseñadas y construidas considerando algunas características generales:

- Conocer la calidad de los materiales que se van a utilizar para la construcción.
- La estructura debe presentar facilidad de modificación para futuras expansiones, excepto los baños y bodegas de productos tóxicos o de limpieza que deben presentar una estructura rígida.
- Los materiales utilizados deben presentar resistencia a la corrosión.
- El edificio debe presentar barreras contra la penetración de polvo y animales, por lo tanto todas las aberturas que tenga hacia el exterior deben estar protegidas con malla antiáfidos.

#### **5.4.2.2 Ubicación**

Se recomienda conocer con anticipación las características topográficas de lote, lo que facilita la toma de decisiones en busca de favorecer la ubicación, verificar la accesibilidad de productos y materia prima, conocer el costo y tiempo de viajes (comparar con diferentes localidades) y la compatibilidad con zonas industriales vecinas.

En general el Código de Construcciones en su cuarta edición, recomienda que la instalación alimentaria estuviese a una distancia mínima de 25 metros de las carreteras, 100 metros a viviendas. Las actividades industriales clasificadas como peligrosas o insalubres sólo se podrán emplazar a una distancia de 2 km del núcleo de población agrupado más próximo.

En la actualidad, las disposiciones legales sobre tratamiento de aguas residuales pueden condicionar la ubicación del complejo industrial.

Neufert (1995), recomienda ubicar la instalación de norte a sur, esto para optimizar el aporte térmico que brinda el sol en su desplazamiento cotidiano.

Cuando la ubicación de la planta esté definida, se debe prestar especial atención y de una manera permanente a los alrededores del establecimiento, esto para realizar un control efectivo de los focos de contaminación, en este caso se recomienda realizar un diseño completo del patio de maniobras y sembrar zonas verdes como método alternativo y más económico para no pavimentar toda la zona externa a la planta.

### **5.4.2.3 Recepción**

Se recomienda definir un área para almacenar temporalmente al menos un día de recibo de materia prima. Se contemplan las siguientes consideraciones:

- Es un área cubierta de techo de hierro galvanizado y es permitido que sea un área descubierta o con paredes que pueden ser de sarán o malla antiáfidos
- Al ser esta área una zona sucia debe estar separada del resto de la empacadora por medios físicos (paredes sólidas, ventanas y puertas con cortinas plásticas, pediluvios y lavatorios).
- Debe contar con mecanismos que permitan el recibo a granel, en cajas o tarimas y también disponer de un área adicional para almacenar al menos un día de materia prima.
- Se debe garantizar el espacio para limpieza y almacenamiento de cajas plásticas.
- Garantizar completa protección contra el sol, lluvia viento y dependiendo de los alrededores de la planta debe protegerse del polvo.
- Adecuado andén para recibo, con dimensiones adecuadas en altura y acople según las características del vehículo que transporte la materia prima.
- 

### **5.4.2.4 Ingreso a planta**

- Aquí inicia el área protegida para proceso (polvo, insectos y roedores) por lo que todos los posibles ingresos deben contar con lavamanos de accionamiento no manual, accesorios para desinfectar las manos y pediluvios.
- El ingreso del producto se realiza por medio de volteo de cajas, bandas transportadoras, elevadores de huacales, con montacargas, canales de agua o por gravedad.
- Es importante considerar un espacio para el almacenamiento de materia prima sin que este obstruya las labores de limpieza ni impida el desarrollo normal de las actividades.
- Dimensionar las zonas de acceso para permitir el tránsito de montacargas y carretillas manuales.
- En todos los posibles ingresos se debe contar con pediluvios y lavamanos
- El sistema de doble puerta al ingreso de las instalaciones es una buena alternativa para mejorar el control de plagas.
- No deben existir puertas de acceso a la planta cerca de las zonas limpias.

#### **5.4.2.5 Altura y volumen del almacén**

- Normalmente se recomienda de 4 a 6 metros libres para facilitar la inclusión de mezanine para oficinas, almacenamiento de material de empaque y armado de cajas.
- Esta altura permite que las temperaturas sean más confortables ya que permite y facilita la circulación del aire dentro de las instalaciones.

#### **5.4.2.6 Acabados**

- **Los pisos**
  - Se recomienda un contrapiso compactado de 95-99% del Proctor Modificado.
  - Normalmente se recomienda que deben ser impermeables, lisos y antideslizantes incluso cuando están mojados.
  - No deben reaccionar químicamente cuando están en contacto con productos o sus residuos sólidos o líquidos.
  - Evitar el descascaramiento con un acabado monolítico logrado al mismo tiempo que la chorrea.
  - Una chorrea con concreto vibrado y acabado continuo de una resistencia mayor a los 280 Kg/cm<sup>2</sup> le garantiza una alta calidad estructural y resistencia mecánica para que logre actuar positivamente ante el desgaste que pueden sufrir por la acción continua de los equipos y la carga que estos provocan.
  - 2-4% de pendiente mínima (2-4cm/m) que permita fácil lavado, evacuación de aguas.
  - No se recomienda el piso cerámico por el problema que representan las juntas.
  - Utilizar juntas frías con material expansivo con el fin de evitar el deterioro.
  - Según Casp (2008), las uniones de paredes, pisos y techos deben contar con un radio mínimo de 2,5 cm.
  - Está prohibido que el producto este en contacto directo con el piso, por lo tanto se recomienda el uso de plataformas o tarimas dotadas de barandas para cumplir con las normativas de seguridad laboral.
  - Se recomienda el aislamiento del suelo del personal con el uso de tarimas.

- **Los drenajes**

- Son necesarios para evacuar rápidamente los desechos líquidos, por lo que deben estar bien instalados para permitir un fácil y eficaz saneamiento.
- Deben estar ubicados en el fondo de la pendiente de los pisos.
- Deben estar equipados con rejillas extraíbles.
- No deben sobresalir del nivel del piso para detener el ingreso de desechos sólidos y ser fácilmente limpiables.
- Deben contar con sifón para evitar reflujos y malos olores
- Según Neufert (1995), los orificios de las rejillas deben ser menores a 6 milímetros.
- Cada caso deberá diseñarse según sus propias características de capacidad y dependiendo del tipo de industria.

- **Las paredes**

- Deben permitir fácil limpieza y no acumular polvo.
- Se recomienda acabados con repello liso, sin grietas, colores claros, recubiertas con pintura especial alimentaria de preferencia anti hongos.
- En instalaciones de empaque sin procesos de transformación es posible utilizar paredes con malla antiáfidos con un zócalo de mampostería de 20cm-1m de altura.
- Las características sanitarias según Neufert (1995), deben cumplirse al menos hasta una altura recomendada de 2 metros para evitar riesgos de contaminación y facilitar las operaciones de limpieza y desinfección.
- En casos particulares como las paredes de las cámaras de frío se deben colocar paneles de aislamiento.
- Es necesario velar por el buen estado de las juntas con resinas o material expansivo.
- En locales con circulación mecánica se recomienda el recubrimiento de las esquinas con acero inoxidable para evitar desgaste por motivos de golpes involuntarios.

- **Cielos**
  - En caso de usarse deben ser lisos accesibles en toda la superficie con el fin de favorecer las labores de inspección y mantenimiento, de colores claros, que no propicien la caída de partículas y que no favorezcan la condensación.
  - Si existen techos falsos deben disponer de iluminación y las juntas deben ser cuidadosamente rellenadas para no dar lugar a espacios propicios para el anidamiento de plagas.
  
- **Techos**
  - Las estructuras de soporte en vigas I tienden a acumular polvo e insectos, al igual que los canales en C para clavadores. En estos casos es más recomendable el uso de perfiles tipo tubo ya que se facilitan las labores de limpieza y desinfección al impedir el albergue de insectos y roedores.
  - Para evitar la condensación de los techos se recomienda una ventilación suficiente, por este aspecto se propone una estructura de techo con monitor de cumbrera con los debidos controles para impedir el ingreso de polvo, roedores u otros focos de contaminación, además de las dimensiones necesarias para evitar la entrada de la lluvia.
  - El material para cubierta de techo es de hierro galvanizado y es conveniente el uso de aislantes para mantener temperaturas confortables para el personal y para la conservación del producto.
  
- **Puertas e ingresos**
  - Las zonas de ingreso del personal deben ser independientes a las zonas de ingreso de la materia prima.
  - Para las zonas de ingreso del personal se recomienda emplear el sistema de doble puerta con un dispositivo de apertura y cerrado para que el accionamiento no sea al mismo tiempo, en las áreas de ingreso el piso debe tener una ligera pendiente hacia el exterior para evitar la entrada de líquidos.
  - Deben estar protegidas, con cierres que garanticen un buen ajuste con el marco.

- Las dimensiones deben ser adecuadas para evitar cuellos de botella o un posible contacto del producto con la estructura de los marcos.
  - Las puertas de salida al exterior se abren hacia fuera y están dotas de un sistema de cierre automático.
  - Las puertas que separan áreas de proceso deben tener un sello hermético y seguro.
  - La compañía Severdrup (1995), recomienda un espacio máximo permitido entre el nivel inferior de la puerta y el suelo es de 0,64 cm (1/4 pulgada) para evitar el ingreso de roedores.
- **Ventanas** Serverdrup (1995), dice que las ventanas no tendrán repisas interiores y en el caso de que existan deben presentar una inclinación mínima de 45°-60°, y Neufert (1995), recomienda que todas las aberturas que comuniquen a exterior deben estar protegidas con sarán o malla antiáfidos con una luz de 1,2 mm como máximo.
  - **Pasillos**, para Neufert (1995) personal sin carga el ancho de los pasillos debe ser 80 cm y para personal con carga se le agregan 50 cm a cada lado.

#### 5.4.2.7 Área de la Instalación

- El área debe permitir la ejecución de las diferentes funciones y a la vez mantener la instalación ordenada y limpia en todo momento.
- Debe ser suficiente para distribuir todo el equipo, permitir el movimiento del personal y el movimiento de montacargas sin ocasionar riesgos de accidentes.
- Deben contemplarse zonas para almacenar material de empaque, armado y llenado de cajas y formación de paletas.
- Deben evitarse las columnas internas ya que interfieren con la operación
- Siempre dejar espacio para ampliaciones.
- El equipo más común son mesas de lavado y desinfección, inspección, clasificadoras, peladoras y romanas.
- La distribución del equipo debe estar estrechamente relacionada con el flujo del producto, esto con el fin de optimizar los tiempos de producción y además favorecer las operaciones de limpieza.

- Neufert (1995), aconseja que el equipo no debe estar pegado a la pared, el espacio mínimo de 30-40cm al perímetro de las paredes para garantizar el fácil acceso a todos los lugares con el fin de no obstruir las labores de limpieza.

#### **5.4.2.8 Flujos e interacciones**

- El diseño debe contemplar el flujo del producto, del personal, del equipo y sus interacciones de manera que no haya interferencia entre los mismos. Los flujos más comunes son en línea recta, líneas paralelas, en U o en L.
- Se recomienda flexibilidad para manejar diversas cosechas, valorar dos flujos aún para capacidades pequeñas.
- Instalar botoneras de seguridad en todas las máquinas.

#### **5.4.2.9 Personal**

- Se consideran temperaturas confortables de 15°C a 25°C con humedades relativas de 85% a 90%.
- Ruido máximo permisible 120 decibeles.
- Ventilación apropiada para asegurar el confort del personal.
- Todas las plataformas de trabajo sobre el nivel de piso deben tener barandas.
- Según Casp (2008), la luz intensa para inspección se recomienda a 4 m con una intensidad entre 600-700 lux sobre el nivel de las mesas de trabajo y adecuadamente distribuida. Para obtener una altura aproximada se utiliza la fórmula:  $h = 4/5 h'$ ; siendo h la distancia entre el plano de trabajo y las luces, y h' la distancia entre el plano de trabajo y el techo. El objetivo habitual del cálculo del alumbrado es determinar el número y disposición de las luces y lámparas necesarias. La iluminación debe tener protección contra quebraduras y así evitar que los vidrios caigan sobre el producto o afecten al personal operativo. Los principales aspectos a tomar en cuenta con la iluminación artificial son: valores de iluminación según requerimientos y normativas, elección de las lámparas (vida útil y colores), ubicación de sistema de iluminación, iluminación de seguridad (instalación fija provista de fuente propia de energía y accionamiento automático).
- Las salidas y el plan de emergencia debe ser del conocimiento de todo el personal.

- Aplicar normas mínimas de seguridad laboral y mantener diseños ergonómicos en todos los equipos, mesas de clasificación y funciones en general.
- También recomienda un alumbrado de evacuación con una iluminación mínima de 1 lux en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación. En los puntos en los que estén situados los equipos una iluminación de 5 lux. El suministro de energía en este tipo de alumbrado debe ser de baterías recargables y completamente independientes de la red eléctrica.
- Se recomienda tener acceso independiente de vehículos, montacargas y personal.

#### **5.4.2.10 Empaque**

- En la mayoría de las plantas de proceso primario en nuestra región se utiliza empaque manual.
- Debe contemplarse suficiente espacio para cajas de cartón vacías, llenas y armado de cajas, además de un espacio suficiente para lavado de cajas plásticas. A la vez para todo el material de empaque complementario como tarimas, cajas plásticas, bolsas plásticas, mallas, flejes.
- El almacenamiento y armado del material de empaque se puede realizar en estructuras tipo mezanine.

#### **5.4.2.11 Almacenamiento y Despacho**

- Se recomienda considerar un área para mantener al menos un día de trabajo extra al plan de despachos.
- Disponer de almacenes de materias primas, producto terminado y producto semi elaborado.
- Debe considerarse el andén de despacho bien diseñado en cuanto a dimensiones.
- Asegurarse que las cámaras de enfriamiento cuenten con sellos de hule de manera que el contenedor se preñe contra estos sellos y no haya ganancia de calor en el contenedor o en el almacén, evitar peligro de contaminación cruzada y sobre todo evitar condensación en la superficie de los productos.
- Al almacenar todo producto alimentario debe estar separado como mínimo 45 centímetros del perímetro de las paredes y más de 10 centímetros del suelo, esta separación previene el daño de las paredes, permite la limpieza y facilita la inspección.

- Manejo de inventarios con buena rotación (primero en entrar-primero en salir).
- Neufert (1995), recomienda considerar en la distribución el tamaño del embalaje estandarizado 80x120 cm ó 100x120cm.

#### **5.4.2.12 Servicios y facilidades**

Aparte de las áreas específicas de operaciones debe contemplarse:

- Cuarto para higiene del personal y casilleros.
- Servicios sanitarios independientes y con nivel inferior al resto de las instalaciones.
- Comedor-Teléfono.
- Zona de descanso.
- Oficina para control de calidad.
- Oficinas administrativas.
- Cuarto de Herramientas y equipo menor.
- Bodega de sustancias peligrosas.
- Zona de parqueo de vehículos y patio de maniobra de contenedores con la respectiva capacidad estructural y drenaje para aguas pluviales.

Otras obras complementarias que se deben contemplar son:

- Bodega de maduración.
- Pre-enfriamiento y almacenamiento en frío.
- Bodega de agroquímicos (debe revisarse normas específicas).
- Cobertizo para equipo (tractores, herramientas).
- Taller de mantenimiento.
- Oficinas administrativas.
- Cuarto de calderas, (debe revisarse normas específicas), generadores, transformadores.
- Acometida eléctrica y banco de transformadores.
- Almacenamiento de combustible.
- Pozos, tanque de agua, reservorios.
- Parqueo y movimiento de camiones o patios de maniobra.
- Caseta y portón de control de ingreso.
- Comedor.

#### **5.4.2.13 Disposición de residuos**

Entre las alternativas se contempla posibilidades como manejo de aguas pluviales y servidas, lagunas de oxidación, plantas de tratamiento, tanques sépticos, Biodigestores-gasificadores, rellenos sanitarios y composteras.

Todas estas funciones y sus áreas de trabajo están presentadas el anexo 1, el cual se muestra un ejemplo del planeamiento del sitio en el que se ha tratado de contemplar todos los aspectos indicados y sus detalles constructivos.

### **5.5 Guía resumen de parámetros y recomendaciones prácticas de diseño**

Como síntesis de la investigación realizada, el Cuadro 6 presenta una guía técnica de recomendaciones prácticas para diseño que permiten cumplir con la normativa estudiada.

A la vez se presenta el grado de cumplimiento basado en el pre diagnóstico presentado y se introducen una serie de detalles constructivos propuestos para plantas de acondicionamiento de productos hortofrutícolas. Los detalles constructivos a los que se hace referencia se ubican en el anexo 1.

**Cuadro 6: Guía de diseño que permite el cumplimiento de la normativa**

Aspecto	Normativa	Requerimiento	% Cumpl	Recomendación	Detalle Constructivo sugerido
Ubicación	Artículo X.2. Código de Construcciones de CR.	Verificar Planes Reguladores, Ministerio de Salud e INVU.	Figura 4	Las características topográficas del lote deben favorecer la ubicación. En la medida de lo posible lejos de grandes poblaciones e industrias que generan humo, olores o ruido en exceso. Ubicar la instalación de norte a sur (aporte térmico). Cerca de mercados consumidores y puntos de abastecimiento. Se deben respetar las distancias de retiro a algunas zonas como lo expresa el código de construcciones.	1\8
	Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09)	No deben existir amenazas para la inocuidad, con facilidades para retirar los desechos.			
	Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.	Ubicarse cerca de industrias compatibles, alejado de zonas expuestas a inundaciones y plagas.			
Cobertura y retiros	Artículo X.3. Código de Construcciones de CR.	Cobertura máxima de 60% del área total de lote. Retiros laterales y posteriores a 6m.		Como ejemplo se sugiere construir un máximo del 40% del área total del lote distribuido de la siguiente manera: 9% destinado al área de la planta de proceso, 11% de obras complementarias, 20% de patio de maniobras, 60% de zonas verdes o área no construida destinada a futuras ampliaciones. Por lo que el caso de estudio en particular cumple con los pronunciamientos de Código de Construcciones al tener una cobertura de 42% de área construida.	1\8

<p><b>Pisos</b></p>	<p>Artículo X.4.1 Código de Construcciones de CR</p> <p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03)</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09)</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110)</p>	<p>Impermeables, con pendientes moderadas y canalización</p> <p>Hechos de material lavable</p> <p>Sin grietas ni rugosidades</p> <p>Antideslizante y construido con materiales duraderos</p> <p>Con pendiente adecuada, dotados de drenajes</p>	<p>El nivel de piso de la planta debe estar a una altura mínima de 20-30cm mayor que el nivel del terreno. Deben tener una alta calidad mecánica y estructural, resistente a agentes químicos, incluir aditivos impermeabilizantes a la mezcla del piso y a la superficie. Para la chorrea de piso se recomienda usar juntas frías y juntas de expansión de un espacio de 2-3mm, la pendiente mínima del piso debe ser de 2-4%. Los pisos deben tener drenajes. La unión entre pisos y paredes se deben hacer mediante curvas sanitarias. Todas las plataformas de trabajo sobre nivel del piso deben tener barandas.</p> <p>Figura 6</p>	<p>2\8</p>
<p><b>Techos</b></p>	<p>Artículo X.4.3 Código de Construcciones de CR.</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110)</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Impermeables y de material incombustible. Deben anclarse a los muros o las columnas que lo soportan (Artic XXI.4).</p> <p>Construidos de forma que eliminen la acumulación de suciedad.</p> <p>Evitar la condensación y desprendimiento de partículas.</p> <p>Los cielos falsos deben ser lisos y sin espacios entre uniones.</p>	<p>El área de techo está cubierta de hierro galvanizado, es conveniente el uso de aislantes térmicos para mantener temperaturas confortables para el producto y el personal. Se recomienda que la estructura del techo cuente con monitor en la cumbrera protegido con malla, lo que favorece la iluminación y la ventilación natural. Se recomienda el uso de perfiles tipo cajón en vigas y clavadores.</p> <p>Figura 8</p>	<p>4\8</p>

<b>Servicios sanitarios</b>	Artículo X.6 Código de Construcciones de CR.	Separados por sexo, con ventilación directa, pisos y paredes de mosaico u otro material impermeable.	<p>Los cuartos de inodoros se han de poder cerrar. Las aguas residuales de los servicios sanitarios deben ir al tanque séptico y se ha de equipar con un sifón de desagüe para evitar reflujos y malos olores. Vestidores bien equipados, ubicados cerca del ingreso del personal y accesibles a través de los recorridos. La estructura de los baños debe ser sólida e impermeable. También si es posible se pueden ubicar sistema de doble puerta. Se recomienda tomar en cuenta los aspectos mencionados en el libro El Arte de Proyectar en Arquitectura, en el apartado de servicios sanitarios, donde según su autor Neufert (1995), las ventanas deben tener un área mínima de 1700cm<sup>2</sup>/inodoro y 1000cm<sup>2</sup>/orinal. Las paredes deben ser lavables e impermeables hasta una altura de 2m. Se recomienda una temperatura de 20-22°C. Deben tener una altura libre mayor a los 2,3m, la superficie mínima de un vestuario es 6m<sup>2</sup>. El nivel de los baños debe ser mínimo 15-30cm inferior al del resto de las instalaciones.</p>	<p>8\8</p>
	Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).	Ubicación independiente a la planta o con la puerta de acceso ubicada en el exterior y completamente equipados.		
	Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).	Disponer de estaciones para lavarse las manos, de acción no manual. Basureros con tapa de operación no manual, ventilados hacia el exterior. Duchas, vestuarios bien acondicionados. Deben estar debidamente identificados.		
	Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.			
	Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).	Garantizar un suministro suficiente de agua. Plomería de tamaño adecuado, evitar el contra flujo y las conexiones cruzadas. Deben existir vestidores y casilleros.		

Figura 14

<p><b>Estaciones de Higiene Personal</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Lavar y desinfectar las manos y el calzado antes de ingresar a la planta, usar ropa limpia. Sistemas de acción no manual.</p> <p>Deben estar bien identificadas.</p>	<p>Figura 15</p> <p>Deben estar cerca del puesto de trabajo y en lugares visibles, identificados y puntos estratégicos, por ejemplo en los baños, después de los vestidores y casilleros, antes de entrar al área de proceso o empaque, en lugares donde los peligros de contaminación son mayores, en áreas donde el proceso exige una mayor limpieza, además se deben suministrar suficientes estaciones para asegurar rapidez en el flujo de personal. El montaje higiénico de los lavamanos debe diseñarse con accionamiento no manual (mediante un pedal) con un sifón de descarga.</p>	<p>6\8</p>
<p><b>Abastecimiento de agua</b></p>	<p>Artículo X.7 Código de Construcciones de CR y Ministerio de Salud.</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09) y la OMS.</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Disponer de agua potable, para uso industrial y para el sistema contra incendios. Presión mínima de 1 Kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>Disponer de volumen, temperatura y presión adecuada. Contar con dispositivos que impidan el reflujo y con instalaciones apropiadas para el almacenamiento. Las redes de agua fría, caliente, potable y no potable deben estar identificadas.</p>	<p>Figura 13</p> <p>Considerar el agua como materia prima, por ende, se le debe realizar análisis periódicos para determinar la calidad microbiológico. Se puede disponer de reservorios revestidos de materiales impermeables que no comprometan la calidad del agua, además la limpieza de los reservorios se debe dar cada 6 meses. Las tuberías de abastecimiento deben estar identificadas por un código de colores y no debe existir posibilidad de reflujos. Se recomienda realizar el diseño acorde con el Código de instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del CFIA.</p>	

<p><b>Ventilación</b></p>	<p>Artículo X.8 Código de Construcciones de CR y Ministerio de Salud.</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Adecuada, renovación de aire que provoque una temperatura no molesta.</p> <p>Promover la ventilación natural o mecánica, flujo del aire de zonas limpias a zonas sucias, controlar los olores y la humedad.</p> <p>Se debe controlar la temperatura del aire, asegurar el confort personal y proteger las ventanas con malla.</p>	<p>Figura 12</p> <p>Para evitar la condensación en las estructuras internas se recomienda disponer de ventilación natural o artificial adecuada, que permita la circulación del aire. El Ministerio de Trabajo de Brasil en una publicación en 1978 recomienda una velocidad del aire de 0,75m/s mínimo para asegurar el confort del personal. La disposición de las ventanas y aberturas destinadas a la ventilación deben estar relacionadas con la dirección habitual del aire.</p> <p>3\8</p>
<p><b>Equipos y utensilios</b></p>	<p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p>	<p>Deben ser de superficies sólidas, duraderos, lisos. Se recomienda acero inoxidable o plástico, el uso de madera no es recomendado. Deben funcionar de conformidad al uso destinado, ser fácilmente desmontables y estar ubicados de acuerdo al flujo del producto. Someter los equipos a un programa de calibración y verificación.</p>	<p>Figura 19</p> <p>La distribución de los equipos debe estar estrechamente relacionada con el flujo del producto dentro de la planta, personal y sus interacciones, además la distribución debe facilitar las labores de limpieza. No se recomienda que la ubicación del equipo sea completamente pegado a la pared, por lo que un espacio mínimo de 30-45cm es adecuado. No deben generar un ruido mayor a los 120 decibeles. Deben cumplir con las normas mínimas de seguridad laboral y mantener diseños ergonómicos.</p> <p>1\8</p>

<b>Iluminación</b>	Artículo X.9 Código de Construcciones de CR.	Luz natural proveniente de ventanas o tragaluces, debe cubrir más del 20% de la supercie del área del piso.	
	Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).	Debe facilitar las labores de inspección y empaque.	Utilizar superficies opacas en mesas de trabajo, pisos y paredes que eviten los reflejos incómodos. Luna (2008), recomienda una intensidad de 100 lux para áreas de aseo y lavabos, 200 lux para pasillos y escaleras, 300 lux para operaciones generales, 600 lux para operaciones de interés y 1000 lux para trabajos en detalle. Por lo tanto se presentan valores de luz intensa para inspección con intensidad de 600lux a 4m del plano de trabajo. El número y disposición de las lámparas debe ser lógicamente distribuido por todo el área de proceso.
	Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).	Disponer de iluminación natural o artificial con intensidad suficiente para cada operación, no debe alterar los colores del producto. Las lámparas ubicadas en el área de proceso deben estar protegidas.	Se deben proteger los bulbos para evitar contaminación del producto en caso de que se quiebren. Como referencia de diseño utilizar el Código de Instalaciones Eléctricas en Edificaciones del CFIA.
	Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.		
	Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).	Proveer de luces con seguro, accesorios fijos y traga luz.	
Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).	Las instalaciones eléctricas deben estar empotradas y cubiertas por caños aislantes, no se permiten cables colgando.		

Figura 11

<p><b>Drenajes</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Deben permanecer tapados, limpios y sin obstrucciones.</p> <p>Deben evitar el riesgo de contaminación.</p> <p>Proyectados y construidos de manera que eviten la contaminación.</p>	<p>Debe cumplir con un diseño adecuado y estar ubicado al final de la pendiente. Los drenajes deben estar protegidos con malla en los extremos que comunican al exterior de la planta. Cada caso en particular deberá diseñarse según sus propias características de capacidad y dependiendo del tipo de industria. Las aguas deben dirigirse al contrario del avance del proceso con sus respectivos sifones para evitar los malos olores. Recomendación: El diseño debe realizarse acorde con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del CFIA.</p>	<p>Figura 6</p> <p>2\8</p>
<p><b>Paredes</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p> <p>Artículo X.4.2 Código de Construcciones de CR.</p>	<p>El área de empaque debe estar totalmente cerrada.</p> <p>Sin grietas ni rugosidades, con uniones redondeadas.</p> <p>Deben favorecer las labores de limpieza.</p> <p>Impermeables, de superficie lisa.</p> <p>Muros: Acabado con superficie lisa e impermeable hasta una altura de 2 m. Colores claros (Artic X.4.4).</p>	<p>Las paredes pueden ser sólidas, sarán o malla antiáfidos. Cuando se utilice la pared con malla antiáfidos se recomienda la construcción de un zócalo de mampostería de 20cm-1m de altura para evitar que las gotas de agua del exterior salpiquen e ingresen a la planta. La unión entre pared-pared y piso-pared deben ser con curva sanitaria con radio mínimo de 25cm. Deben presentar colores claros o mates. En la parte exterior e interior las paredes deben presentar un repello liso e impermeable.</p>	<p>Figura 7</p> <p>3\8</p>

<p><b>Puertas</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Ingreso con doble puerta que abra hacia afuera, con mecanismos que no permitan que esta acción se realice de forma simultánea. Deben contar con mecanismos de cierre automático.</p> <p>Superficie lisa. Las puertas que comuniquen al exterior deben estar protegidas, abrir hacia afuera y ajustarse apropiadamente al marco.</p> <p>Superficie no absorbente.</p>	<p>Las áreas de ingreso del personal deben ser independientes de las áreas de ingreso de materia prima. Las puertas deben estar provistas de cierre automático, la puerta debe presentar un ajuste seguro y hermético con el marco, se recomienda como máximo 0,64cm entre la parte inferior de la pared y el piso. Se deben destinar salidas de emergencia con barra antipánico.</p>	<p>Figura 10</p> <p>5\8</p>
<p><b>Andén de despacho</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p>	<p>Debe existir un excelente acople entre el contenedor y el andén.</p> <p>Debe tener condiciones para proteger los alimentos contra contaminación física, química, microbiana y contra el deterioro del alimento.</p>	<p>Considerar un adecuado diseño del andén de despacho con las dimensiones adecuadas según el tipo de transporte que se desea acoplar. Las cámaras deben contar con sellos de hule para que permitan un acople hermético con el contenedor.</p> <p>En el exterior de la cámara fría se debe contar con una cubierta de techo de mínimo 3m de longitud con canoa para evitar el ingreso de agua de lluvia. Se recomienda que la altura del andén sea de 1,2m (altura de la superficie de rodamiento al cajón del contenedor) y se recomienda que se cuente con una rampa de ajuste para los contenedores de menor altura.</p>	<p>Figura 21</p> <p>7\8</p>

<p><b>Instalaciones de Almacenamiento (Bodegas)</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p>	<p>Área cerrada, con medios de protección contra plagas, dotada de tarimas para evitar el contacto del piso con el material almacenado.</p> <p>Deben existir instalaciones adecuadas para almacenar productos de limpieza y utensilios.</p> <p>Se debe contar con instalaciones con espacio suficiente para almacenar el producto.</p> <p>Deben permitir mantenimiento y limpieza, evitar anidamiento de plagas y el deterioro del producto. El tipo de instalaciones va a depender de la clase de producto.</p> <p>Almacenar en áreas independientes los materiales tóxicos, de limpieza, agentes de desinfección y pesticidas.</p>	<p>Es un espacio complementario cuyas dimensiones de las bodegas van a depender del tipo y la cantidad de producto o material que se va a almacenar. Se recomienda aislar el personal del suelo usando tarimas, además las bodegas deben contar con un drenaje o desagüe que facilite la remoción de agua durante la etapa de limpieza.</p> <p>Figura 21</p> <p>1\8</p>
<p><b>Cámaras frías</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p>	<p>Libres de plagas, con el equipo en óptimas condiciones, uso de cortinas plásticas traslapadas en la puerta. La estiba del producto debe permitir la circulación del aire, se debe contar con mecanismos para controlar la temperatura y la humedad relativa.</p>	<p>El dimensionamiento está en función de la cantidad de producto que se desea almacenar. Se recomienda considerar un área para mantener al menos un día de trabajo extra al plan de despacho. Considerar el tamaño de los equipos, montacargas y tarimas en el dimensionamiento, además incluir espacios de pasillos y las dimensiones estandarizadas de paletas.</p> <p>Figura 21</p> <p>1\8</p>

<p><b>Manejo de desechos, material de rechazo y aguas residuales</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Artículo X.21 Código de Construcciones de CR y Ministerio de Salud.</p>	<p>Recolección periódica durante el proceso.</p> <p>Suficientes basureros, identificados, impermeables y con tapa.</p> <p>Purificar el agua de residuo que se destina al sistema de alcantarillado o a causas naturales.</p>	<p>Se recomienda el uso de bandas transportadoras para sacar el material de desecho inmediatamente, además la ubicación estratégica de basureros. Otras alternativas son el manejo de aguas pluviales (sistema de cunetas con colector al final), aguas servidas y aguas negras (depositadas en el tanque séptico), además la implementación de lagunas de oxidación, plantas de tratamiento, biodigestores, composteras, entre otros. Identificar los Puntos Críticos de Control. Se recomienda introducir los conceptos de producción más limpia. Es requisito fundamental que se cumpla con el Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales del MINAET.</p> <p>Figura 16</p>	<p>1\8</p>
<p><b>Acceso a las instalaciones</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Contar con lavamanos, jabón desinfectante, papel toalla, basurero y pediluvios.</p> <p>Deben permanecer limpias.</p>	<p>En todas las áreas de acceso colocar lavamanos de acción no manual y pediluvios. Deben ser las áreas en donde el control es más exigente, para evitar el desarrollo de focos contaminantes.</p> <p>Figura 10</p>	<p>1\8 5\8</p>

<p><b>Alrededores</b></p>	<p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p> <p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Libres de maleza, basura, residuos, producto de rechazo u otros objetos.</p> <p>Mantener cortas las zonas verdes, contar con cobertizos para el equipo en desuso, drenar las áreas exteriores.</p> <p>Adecuadas condiciones físicas y sanitarias de calles, patios, áreas de estacionamiento, drenajes, canaletas. Debe estar protegido del entorno.</p>	<p>Dotar de zonas verdes en los espacios que no tienen construcciones. Sólo pavimentar las áreas que sean necesarias (patio de maniobras). Garantizar la existencia de espacios libres para futuras expansiones.</p> <p>Bordear la propiedad con malla perimetral. En caso necesario contar con cobertizos para almacenar el equipo en desuso. Dotar de aceras y cunetas en toda la propiedad. El diseño de las redes de drenaje incluye aguas servidas, aguas negras y aguas pluviales. Disponer de área para drenajes pluviales.</p> <p>Figura 3</p> <p>1\8</p>
<p><b>Parqueo</b></p>	<p>No construir el parqueo con materiales impermeables como el asfalto o el concreto, se recomienda usar una superficie más permeable tipo adoquín o zacate-block para disminuir la escorrentía superficial.</p> <p>1\8</p>	

<p><b>Área de Proceso</b></p>	<p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Título 21: Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, Parte 110 (21 CFR110.1-110.110).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p> <p>Guía Técnica para Plantas Empacadoras del Servicio Fitosanitario del Estado (FE.G03).</p>	<p>Diseñados y construidos con espacio suficiente en todas sus áreas, cerrados, contar con sistemas de control de plagas y polvos. Separar los procesos de manera independiente. Adecuada distribución interna.</p> <p>Debidamente orientadas y proyectadas, fáciles de limpiar y adecuado control de plagas.</p> <p>Se debe contar como mínimo con un área de recibo, una de selección o lavado y una de empaque.</p> <p>Flujo de empaque en un solo sentido y adecuada distribución de equipos.</p>	<p>Recibo: área cubierta, no es necesario que cuente con paredes, debe estar separada por medios físicos del área de proceso, se recomienda definir un área adicional para almacenar al menos un día de recibo de materia prima. Debe contar con un adecuado andén de recibo. Área de proceso: con el ingreso a esta área se inicia el control contra polvo, insectos y roedores. Se recomienda un área de proceso con una altura de 4-6 metros y la dimensión de los edificios están determinadas principalmente por el estudio de los flujos. El área debe permitir la ejecución de diferentes funciones, además debe permitir la distribución del equipo, garantizar el movimiento del personal y del montacargas sin riesgos de accidentes. Se deben definir las áreas sucias y las áreas limpias, y restringir la circulación del personal entre ellas. Contemplar áreas para el almacén y armado de cajas (mezanine). Evitar las columnas internas. Se recomienda flexibilidad en los flujos para diversas cosechas.</p> <p>Figura 5</p>	<p>1/8</p>
<p><b>Ventanas</b></p>	<p>Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.06.55.09).</p> <p>Codex Alimentario CAC/RCP-1-1969. rev. 4-2003.</p>	<p>Fáciles de limpiar y desmontar, provistos de malla o cedazo contra insectos, sin bordes o marcos a 90°.</p> <p>Generar presión interna positiva. Si es necesario tener las ventanas fijas.</p>	<p>Se recomienda una abertura continua a lo largo de la planta de una altura de aproximadamente 50cm cubierta con malla, lo que favorece la ventilación y la iluminación natural.</p> <p>Figura 9</p>	<p>3\8</p>

**Patio de  
Maniobras**

Debe considerarse un área mínima para circulación de contenedores (tomar en cuenta los martillos y los radios de giro). El parqueo debe contar con capacidad para todos los vehículos y capacidad estructural, sistemas de drenaje de aguas pluviales, la superficie de rodamiento debe ser asfaltada o de concreto para controlar el polvo dentro de las instalaciones.

1\8

Recomendación: Diseñar acorde al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales, Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes y a las Recomendaciones descritas en el libro el Arte de Proyectar en Arquitectura.

Fuente: El Autor

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Se logró desarrollar una Guía de Diseño que muestra de forma clara los principales parámetros de diseño, lo que facilita la interpretación y aplicación de las normativas al expresar de una manera ingenieril cómo satisfacer los requerimientos de las normas estudiadas.
- 6.2 Se evidenció una reducida aplicación de las normativas que recaen en el diseño de instalaciones agrícolas lo que influye directamente en el incumplimiento de las mismas ya que dificulta llevarlas a la práctica.
- 6.3 Se pudo observar a través de las reuniones realizadas en instancias encargadas de aprobar los diseños y la operación de este tipo de instalaciones que hay diferencias en los criterios a la hora de definir los requisitos de diseño y construcción en función del tipo de proceso a realizarse.
- 6.4 El pre diagnóstico realizado para este estudio refleja la existencia de deficiencias asociadas con infraestructura lo que representa un impedimento a la competitividad del sector agroindustrial de Costa Rica, lo cual es prioritario corregir.
- 6.5 El pre diagnóstico, los estudios realizados y detallados en el apartado 5.4 destacan que el diseño de pisos, paredes, diseño lavamanos, cobertizos para equipo en desuso, diseño del andén de salida, manejo de desechos e identificación de los puntos críticos de control como los aspectos que presentan mayores problemas.
- 6.6 Según el ejemplo planteado en el detalle 1\9 del anexo 1 de planeamiento y distribución del sitio, se evidencia que del área total del lote requerida; inicialmente se recomienda construir un máximo del 40% dejando un 60% de zonas verdes o área no construida, de la cual el 20% estará destinada a futuras ampliaciones. Logrando con esto cumplir con los requerimientos de cobertura máxima del lote mencionados en el Código de Construcciones de Costa Rica.

- 6.7 Con el fin de apoyar la comprensión, evaluación y adecuación a la legislación existente en el apartado 5.5 se desarrolló una Guía de Diseño donde se detallan los principales aspectos referidos al diseño acompañado de su respectiva descripción en la que se explica en qué consiste y cuál es el alcance del requerimiento.
- 6.8 En el anexo 1 se definieron una serie de aspectos que las instalaciones deben contemplar con sus respectivas consideraciones de diseño y detalles constructivos que les permitirán el cumplimiento de las normas en edificaciones nuevas.
- 6.9 El tipo de estudio realizado permitirá a las instalaciones del gobierno hacer extensión y una promulgación de las normativas necesarias para asegurar que las industrias y todo tipo de desarrolladores de este tipo de proyectos tengan acceso a las normas pertinentes.
- 6.10 La guía diseñada no solo se convierte en una ayuda para el usuario al facilitarle la etapa de búsqueda y recopilación de información referente a normativas y requerimientos, sino que además ayudará a las diferentes autoridades de gobierno para que realicen eficazmente las posteriores etapas la inspección y certificación a dichas instalaciones a partir de los criterios que las normativas contemplan.
- 6.11 Con la aplicación y utilización adecuada de esta guía se podrá dar fe de que los procesos se realizaron bajo un diseño de planta adecuada y cumpliendo con todos los controles que la legislación solicita.
- 6.12 La Guía Técnica de Diseño representa una óptima herramienta para homologar criterios entre las diferentes autoridades de gobierno y sus usuarios para que se actué de conformidad a los lineamientos antes mencionados.

- 6.13 Este trabajo se puede presentar a instituciones tales como el Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC), Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Cámara de Industrias, Cámara de Comercio, Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA), entre otras, para promover una mejora en el cumplimiento de la normativa y así mejorar la capacidad del país en la competencia en el sistema de libre comercio y tratados internacionales.
- 6.14 Existe gran cantidad de productos y procesos. El trabajo realizado sintetiza una serie de recomendaciones de diseño generales, de manera que para cada caso específico el diseñador debe discernir lo aplicable basado en el producto, flujo de proceso a realizar y en la disponibilidad económica.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Para el desarrollo de proyectos nuevos o remodelación de los ya existentes se recomienda tomar en cuenta los factores desarrollados en el Cuadro 5 y utilizar las recomendaciones de diseño detalladas en el Cuadro 6
- 7.2 Se recomienda la aplicación de las secciones típicas de diseño y detalles constructivos sugeridos en el anexo 1.
- 7.3 Es fundamental que diferentes entes como la Universidad de Costa Rica-empresa privada-estado continúen el trabajo de investigación en forma conjunta para facilitar y asegurar la transferencia de tecnología.
- 7.4 Realizar el diagnóstico a una muestra representativa de plantas de empaque para evaluar las condiciones de diseño y construcción y así conocer opciones para determinar dónde dirigir programas de inversión que propicien el aumento de la competitividad de nuestro sistema agrícola.
- 7.5 Se recomienda realizar más investigaciones referidas por ejemplo al análisis de pisos de concreto ante el efecto de residuos de alimentos para generar recomendaciones de diseño y construcción.
- 7.6 Realizar más investigaciones para introducir y aplicar los conceptos de producción más limpia al diseño y remodelación de plantas de proceso y almacenamiento de productos. Este aspecto ayudará al cumplimiento de las metas de carbono neutral propuestas por el País.
- 7.7 Introducir en este tipo de estudios otros aspectos como el análisis del costo/beneficio de realizar inversiones requeridas para cumplir con los requerimientos que la legislación establece en materia de diseño.
- 7.8 Realizar más investigaciones para definir condiciones ambientales de trabajo tales como la temperatura óptima, velocidad y circulación del aire para determinar condiciones confortables dentro de la planta.

7.9 Se recomienda a los empresarios buscar la asesoría técnica debida para no improvisar soluciones ni hacer inversiones inseguras.

7.10 Se recomienda realizar investigaciones enfocadas encontrar diferentes alternativas que permitan la disminución de los costos de la infraestructura diseñada con apego a la legislación.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Alfaro, D. “Código Urbano Complilado”, Cuarta Edición, Editorial Porvenir, Costa Rica, 1997.

Benavides, C. Notas Del Curso de Infraestructura Agrícola. Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica. 2009.

Casp, A. Diseño de Industrias Agroalimentarias. Mundi Prensa. España, 2005.

Castro y Barrantes R. Manual de Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. San José. Costa Rica. 2010.

Code of Federal Regulations (CFR) ,Title 21- Food and Drugs, Chapter 1- Food and Drug Administration , Department of Health and Human Services, Part 110- Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing , Packing, or Holding Human Food

Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos [CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997)], Sección III.

Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. 2da edición. Editorial Tecnológica. 2010

Díaz, A. Las nuevas medidas de seguridad y sus efectos en las exportaciones agroalimentarias. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Washington, 2008.

Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA, Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. Boletín de Difusión, Buenas Prácticas de Manufactura.

FAO. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC). Sistemas de Calidad e Inocuidad de los Alimentos. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la

Agricultura y la Alimentación y el Ministerio de Sanidad y Consumo de España. Roma. 2002.

FAO. Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas. Roma. 2003 a.

FAO. Proyecto TCP/RLA/2904. Fortalecimiento de la gestión de los comités nacionales del Codex Alimentarius en los países andinos. La Paz, Bolivia. 2004 b.

FAO/OMS. Segundo Foro Mundial de Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los Alimentos. Prevención de la contaminación deliberada y respuesta frente a ésta. Bangkok, Tailandia, 12-14 de octubre de 2004.

FDA 2003, Ley contra el Bioterrorismo / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, C.R.: IICA. Área de Comercio y Agronegocios, 2003.a

FDA 2003, Risk Assessment for Food Terrorism and Others Food Safety Concerns, United States. b.

FDA, USDA. Directivas para la Industria: Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas Frescas. Washington, USA. 1998.

Gálvez, E. Calidad e Inocuidad en las cadenas latinoamericanas de comercialización de alimentos. FAO. Roma, 2006.

González, A. Análisis Prospectivo de la Política de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. FAO. México. 2006

Hernández, R. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. Cuarta Edición. 2006

Instituto de Astrofísica de Canarias. Resumen de recomendaciones para la iluminación de instalaciones de exteriores o en recintos abiertos. Octubre 2004.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Lo que un exportador agroalimentario debe conocer sobre la Ley contra el Bioterrorismo. San José, C.R. Área de Comercio y Agronegocios, 2003.

Izquierdo, J. Buenas Prácticas Agrícolas. En Busca de Sostenibilidad, Competitividad y Seguridad Alimentaria. Santiago, Chile. FAO, 2006.

Leavitt, M. Una estrategia integrada para proteger el suministro de alimentos del país. Estados Unidos. FDA, 2007.

Leclair, R. Manual Centroamericano. Normas para el diseño geométrico de carreteras regionales. CIECA.

López, A. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas, Del Mercado al Campo. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151, 2003.

Luna, L. Instalaciones Eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario. Mundi-Prensa. 2008.

Neufert, Ernest. El arte de proyectar en arquitectura. 14ª edición. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.1995.

Oficina Agrícola, Embajada de Chile en Estados Unidos. Bioterrorismo: Ley y Normativa de los Estados Unidos. Manual de instrucción: Normas y Procedimientos a ser utilizados por productores y exportadores chilenos. Octubre 2003.

Piñeiro, M. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico manual para multiplicadores. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 2004.

Rubio J.C.; Rubio Gámez, María del Carmen. Manual de coordinación de seguridad y salud en las obras de construcción. España: Ediciones Díaz de Santos, 2006.

Sánchez, L. Instalaciones eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2008.

Serverdrup. Sanitary Desing and Construction Course. Sanitation Program. 1995

Torres, H. Mercado y los agronegocios: situación y perspectivas del gerenciamiento de las agroempresas. México: Red Revista Mexicana de Agronegocios, 2006. p 44.

USAID from the American people. Vegetable Packinghouse Design.

## IX. ANEXOS

### 9.1 Detalles constructivos