

800.071
C 071
2004

**INFORME FINAL
CODIGO DEL PROYECTO N° 203-3648**

**EQUIPO PROTOTIPO PARA EL LAVADO AUTOMATICO
DE BINS.**

FONTEC - CORFO

C Y C INGENIERIA LTDA.

18 DE OCTUBRE AÑO 2004.

INDICE

A.- Resumen Ejecutivo.....	4
B.- Exposición del Problema.....	5
C.- Antecedentes del Proyecto.....	6
C.1- Síntesis del Proyecto Desarrollado.....	6
C.2- Recopilación de Antecedentes.....	7
C.2.1.- Tipos de Bins que serán Procesados.....	7
C.2.2.- Características del Bins (dimensiones, Material, Etc.).....	8
C.2.3.- Velocidad de Lavado	8
C.2.4.- Tratamiento y Posición del Elemento en el Sistema	9
C.2.5.- Zona de Carga Bins.....	9
C.2.6.- Sistema de Lavado	9
C.2.7.- Volteado de Bins	10
C.2.8.- Traspaso y Enjuague.....	10
C.2.9.- Torre Apiladora de Bins (3).....	10
C.2.10.- Diseño de Equipos Principales que constituyen el equipo	15
C.-2.10.1 Transportador de Carga y Volteador de Bins 1°.....	11
C.-2.11.2 Transportador de Traspaso 1° y Túnel de Lavado.....	11
C.-2.10.3 Transportador de Traspaso 2°/ 3° y Volteador de Bins 2°..	11
C.-2.10.4 Transportador de Salida y Torre Apiladora de Bins.....	11
D.- Ingeniería Conceptual Innovativa del Prototipo.....	11
D.1.- Comportamiento de los Aspersores.....	12
D.2.- Cantidad de Aspersores que se deberán utilizar.....	13
D.3.- Circuito hidráulico.....	14
D.4.- Sistema Eléctrico.....	14
D.4.- Posición de los Bins tratados.....	14
E.- Estudio Microbiológico para el Proceso de Lavado.....	15
E.1.- Fuentes de Contaminación.....	15
E.1.1.- El agua como factor contaminante.....	15
E.1.2.- La manipulación del producto.....	16

E.1.3.- Recomendaciones para los productos embalados en terreno	17
E.1.4.- Prácticas para reducir el riesgo de contaminación de los productos hortofrutícolas por el agua de procesos posterior a la cosecha.....	18
E.1.5.- Conclusiones (punto de vista higiene).....	19
F.- Conclusiones (Estructural-Mecánico).....	20
F.1.- Problema 1.....	20
F.1.1 Solución 1.....	20
F.2.- Problema 2.....	23
F.2.1 Solución 2.....	23
F.3.- Problema 3.....	24
F.3.1 Solución 3.....	24
G.- Conclusión Objetivo.....	24
H.- Referencias.....	27

A.-Resumen Ejecutivo:

C y C ingeniería comenzó sus actividades en el año 1997, dedicándose a proyectar soluciones en el sector industrial, específicamente enfocados al diseño y fabricación de equipos agroindustriales. Algunos de estos equipos son: Líneas de Procesos para la Industria y Agroindustria, Soluciones para el Transporte y Selección de productos Agrícolas, Calibradores de Fruta, Seleccionadores, Volcadores de Bins, Estanques de Lavado, y Accesorios y Repuestos para el sector minero entre otros. Destacando principalmente nuestra especialidad de trabajar con materiales sanitarios en particular la utilización de Acero inoxidable.

Ubicados en calle en Ureta Cox # 660, comuna de San Miguel. Entre nuestros clientes podemos distinguir: Corpora Aconcagua, Alimentos Fruna, Papeles Industriales S.A. (PISA), Alimentos San Pablo, Exportadora Santa Cruz, entre otros. Nuestros niveles de venta bordean los 350 millones de pesos en el año.

La idea del proyecto de innovación tecnológica EQUIPO PROTOTIPO PARA EL LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS, surge a partir de una necesidad reincidente, en el rubro de procesos poscosecha e industria que particularmente operan con contenedores o bins. El análisis estratégico propuesto, tomó como referente el diseño de un lavador automático fabricado en Europa, cuyo costo anulaba toda posibilidad de venta en nuestro país unido a la inexistencia en Chile de fabricantes que nos pudiesen competir con este producto.

El objetivo para nosotros emerge con claridad, desarrollar un prototipo capaz de entregar una solución práctica y eficiente a bajo costo, con alto grado de confiabilidad. Basado en los mismos estándares internacionales utilizados en la sanitización de bins, se comienza a diseñar entonces una línea que es capaz de recolectar y transportar bins sucios, y que a partir de un ángulo específico les da la posición óptima para extraer y escurrir todo residuo existente, aplicándoles un vigoroso lavado mediante una solución químicamente apropiada y enjuagándolos finalmente con aguas tratadas con presión y temperatura adecuadas. En función de continuar el proceso lineal cada uno de los bins deberá adoptar su posición original a fin de apilarlos en columnas de tres, en una torre diseñada para este propósito, consiguiendo con ello ahorrar espacio y tiempos de viaje en su reutilización.

Los principales resultados de este proyecto es que con tecnología Chilena es factible la fabricación de un equipo lavador continuo para 40 bins horas aproximadamente, de operación automática, de fabricación y comercialización inexistente en nuestro país, de un muy bajo costo que permita su accesibilidad comercial, que brinde la máxima confiabilidad de operación, en forma homogénea, eliminando casi por completo la intervención humana y que entregue un aporte sustancial en materias de **Buenas Prácticas Agrícolas** promovidas por FDA (Food Department Agency).

Los impactos del proyecto son introducir en el mercado nacional un equipo de fabricación nacional con un alto grado tecnológico, donde su comercialización

y fabricación actualmente es inexistente en Chile, a un costo accesible para industria nacional, fomentar la mano de obra, sumarse de manera objetiva a la implementación de las normas internacionales de sanidad, abrir nuevos mercados particularmente con nuestros países vecinos y finalmente favorecer a los futuros clientes con un producto capaz de disminuir los tiempos de operación.

B.-Exposición del Problema:

En el campo industrial ha sido permanente la búsqueda de elementos que en definitiva permitan bajar los costos de producción, y todo lo que implique implementar sistemas que beneficien eficientemente los procesos. Para nuestra problemática existen dos alternativas que debemos plantear como solución o ayuda a la industria en ese sentido. Por una parte buscar la forma de reducir los tiempos en los procesos productivos y por otro lado implementar el desarrollo de sistemas automatizados que permitan evitar la acción directa del hombre, en pos de su salud física y seguridad laboral.

Como objetivo particular y orientado a favorecer sector agroindustrial, se pretende desarrollar una línea de lavado de bins vacíos (contenedores de plástico), descrito mas detalladamente, un sistema que capte los bins, una vez de habersele extraído su contenido original, los sitúe y los lave extrayéndole toda materia residual y finalmente los desinfecte, sin duda que todo este proceso debe ser confiable, considerando una velocidad de operación adecuada y en definitiva el costo que implique su desarrollo sea lo mas económico posible. Para lograr los objetivos propuestos, se desarrollarán estudios tendientes a conseguir un servicio de lavado eficiente, comenzando con la detección de las fuentes contaminantes mas comunes, mediante investigaciones y seguimientos, estudios de impurezas, pruebas de lavado, formas de procesos de desinfección, prueba de materiales y componentes adecuados en función de fabricar el prototipo.

El aporte innovativo debe centrar sus fundamentos en lo siguiente:

1. Crear un equipo que asegure la desinfección homogénea de todos los bins procesados.
2. Diseñar una línea que procese al menos 40 bins horas.
3. Desarrollar un equipo inexistente en Chile, para la limpieza de Bins. orientado a satisfacer las necesidades de la agroindustria nacional.
4. Estudiar el comportamiento de diferentes elementos de aporte en el lavado de los bins, tales como boquillas aspersoras, bombas de aplicación de

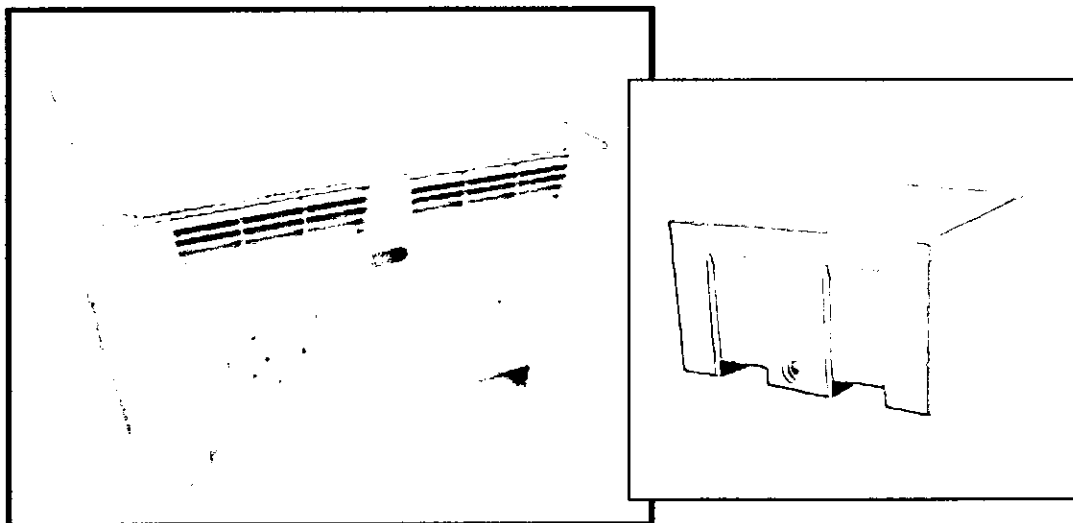
líquido, y ser sometidas a variadas presiones, temperatura de trabajo de los líquidos, y posición de impacto, a fin de lograr el mejor efecto de limpieza.

5. Crear duchas de agua con detergentes apropiados que permitan cubrir la mayor cantidad de superficie en cada Bins.
6. Desarrollar la ingeniería que de continuidad al proceso de ingreso de bins volteo lavado desinfectado y apilado en forma automática. Para eliminar la intervención manual, y así bajar costos de producción.
7. Desarrollar todos los mecanismos, hidráulicos, neumáticos, electrónicos, mecánicos que permitan concebir un sistema automático de alta eficiencia.
8. Fabricar un equipo compacto, simple y económico. Para ser comercializado exitosamente.

C.- Antecedentes del Proyecto:

C.1.- Síntesis del proyecto desarrollado:

El proyecto centra su objetivo, en el desarrollo de un sistema de limpieza para contenedores de productos, conocidos normalmente en Chile con el nombre de "BIN" y en Europa como Palot.



Este sistema de limpieza posee un know-how que se ha tratado de desarrollar mediante modelos provenientes del extranjero y otros de menor envergadura destinado al lavado continuo de bandejas y cajas plásticas.

La construcción de un sistema automatizado para el lavado y apilado de bins, capaz de lavar con Agua presurizada hasta 40 bins por hora, de alta eficiencia por tratarse de un equipo construido con tecnología de punta.

El sistema de operación continua esta montado sobre cadenas de transmisión, que lo convierte en un método innovativo y automatizado que soluciona el problema de curado de los bins para reintegrarlos a su proceso de cosecha.

El sistema permite complementar el proceso de vaciado del producto en packings y plantas agroindustriales, la situación se presenta cuando los bins (contenedores de fruta u otro producto, con capacidad de almacenar aproximada de 400 kgs.), llegan desde los huertos o lugar de cosecha hasta las plantas empacadoras, generalmente con algún grado de contaminación, luego del proceso de vaciado, los bins, deben ser sanitizados ya sea para volverlos al lugar de cosecha o para almacenaje del mismo producto en cámaras frigoríficas.

Desarrollar, bajo requisitos técnicos y económicos, una máquina de lavado continuo que incorpore tecnología de punta para automatizar y facilitar el proceso de limpieza en plantas agroindustriales.

C.-2 Recopilación de Antecedentes

Primeramente fue necesario definir las características y prestaciones con las que contará la máquina y en función de esto, el grado y tipo de tecnología que es necesario incorporarle. La recopilación de antecedentes se realizó en la empresa y consistió en la determinación de los requerimientos básicos y necesarios para realizar el diseño acabado del prototipo. Estos antecedentes se refieren a determinación de:

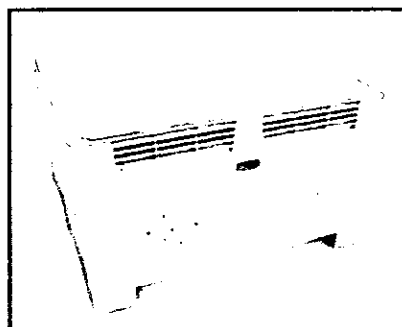
C.-2.1 Tipos de bins que serán procesados.

Diferentes y variados son los bins utilizados en procesos industriales en la actualidad, conforme a nuestras visitas realizadas a diferentes plantas de proceso se ha determinado el tipo de contenedor para que utilizaremos para diseñar nuestro prototipo, nuestro criterio de búsqueda fue elegir aquellos tipos de plantas donde el flujo de contenedores o bins es mas alto, además de utilizar como segunda plataforma de elección los tiempos de reutilización y finalmente el grado de contaminación de los mismos.

El campo de ocupabilidad deja claramente nuestro primer propósito a la vista, el sector frutícola es sin duda el aquel que capta las mayores necesidades de estos elementos y su nivel de rotación está vinculado a las cantidades o stocks que se manejan, naturalmente deben ser fuertes las inversiones considerando que estos bins tienen un costo de alrededor de 60 dólares la unidad, donde el nivel de entrada que maneja una planta o parking típico es aproximadamente 400 a 600 unidades día.

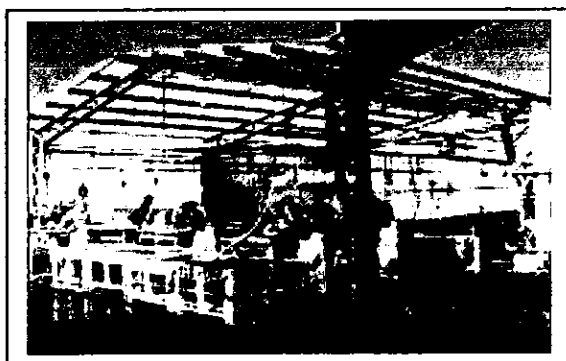
C.-2.2 Características del Bins dimensiones, material, etc.

Tipo de Bins : Plástico cosechero
Dimensiones : largo hasta 1220 mm.
Ancho hasta 1200 mm.
Alto hasta 750 mm.



C.-2.3 Velocidad de lavado.

La velocidad de lavado está vinculada al número de bins llenos que entran a una planta, que es la misma cantidad de vacíos que salen, asociado al grado de reutilización y nivel de contaminación a que están expuestos. Nuestro prototipo pretende aportar servicio a una planta o parking donde su **nivel de producción es cercano a los 40 bins hora**, con una reutilización de un 100% y un grado de contaminación que se revierta a través de un lavado, desinfectado y enjuague.



C.-2.4 Tratamiento y posición del elemento en el sistema.

Una línea de parking o planta acondicionadora y empacadora de fruta, recibe los bins con producto en su entrada, aislada del resto de la línea generalmente en el exterior del edificio, obviamente para evitar contaminaciones al resto del producto ya procesado. El diseño entonces debe considerar un equipo que permita su funcionamiento en el exterior o al "aire libre", donde sus elementos sean capaces de soportar las inclemencias climáticas.

El tratamiento consiste en un túnel de lavado con transportador y rieles para el deslizamiento de bins plásticos. El equipo contará de las siguientes secciones:

C.-2.5. Zona de Carga de Bins

Alimentación, el diseño del prototipo considera una posición determinada del bin a la entrada del túnel de lavado, esta posición es boca abajo a fin de proporcionar un lavado y escurrimiento óptimo. Para poder dar esta posición es necesario contar con un cuerpo principal que denominaremos **volcador**, cabe mencionar que dado su peso, el bin, efectuar esta maniobra en forma manual resulta bastante peligrosa y agotadora, para un operario, es así como definimos nuestro primer cuerpo de línea, un volcador de tipo mecánico accionado por moto-reductor y sistema de cadena de transporte.

C.2.6. Sistema de Lavado

El diseño de la lavadora consistirá en un cuerpo de lavado, cuyo elemento de transporte son cadenas motorizadas, que conducen los bins a las secciones de lavado, enjuague, estilado y entrega.

El lavado utilizará detergentes aplicado con agua a temperatura ambiente o temperatura (42 a 45° Celsius), dependiendo de la naturaleza de la suciedad, y la presión de descarga de las toberas (6 bares), se disuelve la suciedad grasosa y elimina los restos orgánicos. Esta zona dispondrá de estanque para detergente, bomba y filtros (desmontables) en la succión de la bomba, del tipo malla perforada. Además se habilitará un estanque lateral con un sistema de control de rebalse ajustable a voluntad, asimismo una válvula de descarga del estanque principal de lavado. Un sistema de control de temperatura controlará la temperatura del agua a distancia con termocupla.

El estanque principal contendrá el detergente o el agente de limpieza deseado. Enjuague final, en esta sección cualquier residuo de detergente es eliminado. El agua de enjuague utilizada está suministrada directamente de la red, la cual será aplicada por toberas, alimentadas con agua a presión.

El agua es limpia, considerando filtros en la sección de succión de la bomba.

C.2.7. Volteado de Bins

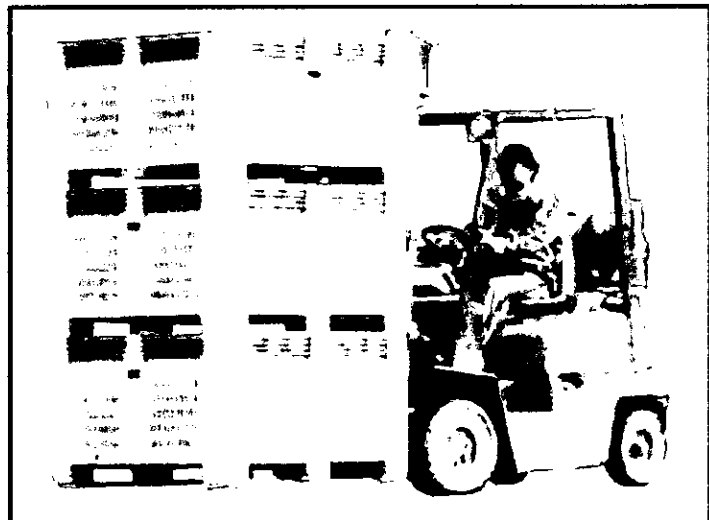
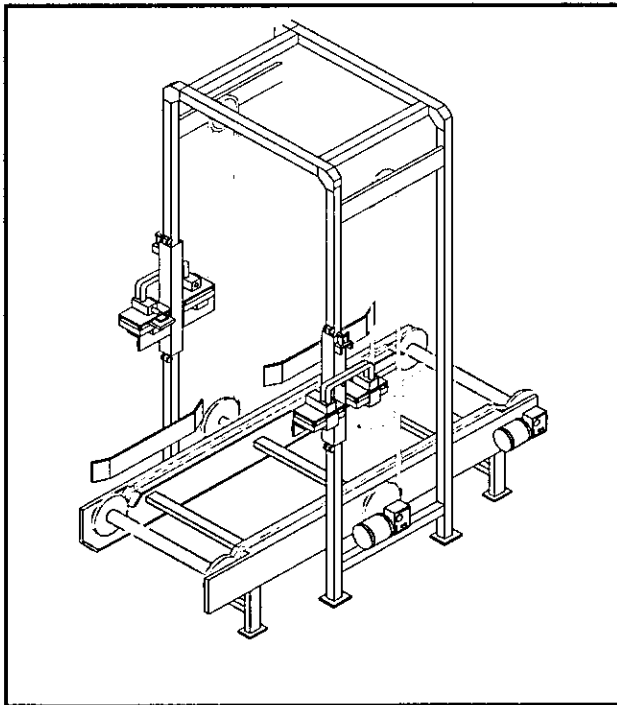
El Bins será Volteado a posición inclinada, esta posición es adoptada para facilitar el escurrimiento de agua con detergente, y es la posición que disminuyen los tiempos de proceso.

C.2.8. Traspaso y Enjuague

Salida, al final del túnel de lavado, continua el transportador de bins, al ser previamente enjuagados pasarán por una zona de escurrimiento.

C.2.9. Torre Apiladora de Bins (3)

Apilador, sistema mecánico operado por cadenas de levante, accionadas por moto-reductor eléctrico, esta estructura semejante a una torre, permitirá ubicar los bins uno sobre otro formando columnas de tres bins, esta condición logra un aprovechamiento del espacio de trabajo facilitando el trabajo innecesario de un cargador frontal (grúa horquilla).



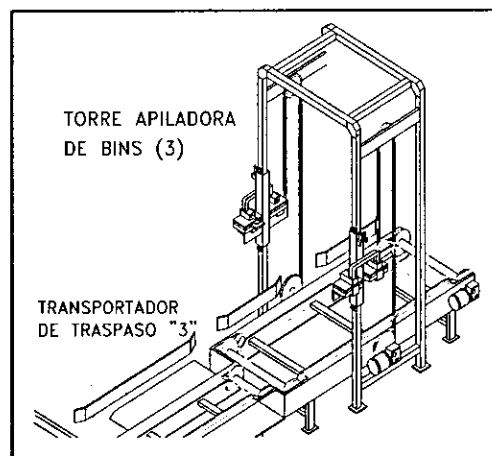
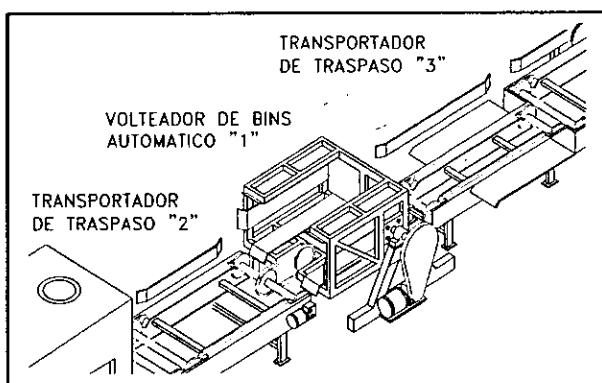
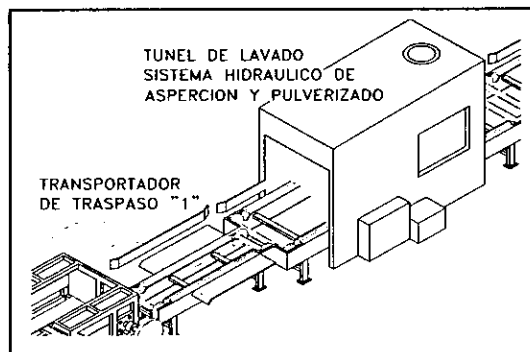
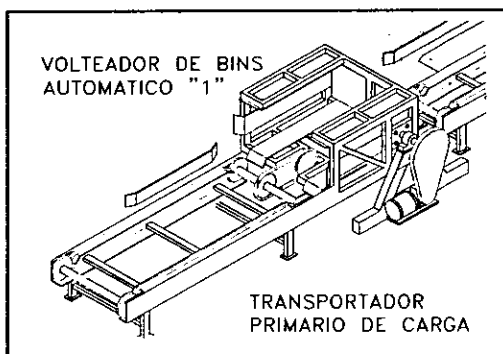
C.2.10 Diseño de Equipos Principales que constituyen el equipo.

C.-2.10.1 *Transportador de Carga y Volteador de Bins 1°.*

C.-2.11.2 *Transportador de Traspaso 1° y Túnel de Lavado.*

C.-2.10.3 *Transportador de Traspaso 2° - 3° y Volteador de Bins 2°.*

C.-2.10.4 *Transportador de Salida y Torre Apiladora de Bins.*



D.-Ingeniería Conceptual Innovativa del Prototipo:

Los estudios de ingeniería y diseño se basaron en determinar el comportamiento de las impurezas frente al impacto de agua

Desinfectante a presión dentro del bins, que es la zona principal a tratar, a que temperatura debía estar los líquidos de proceso, además la secuencia del proceso mecánico más adecuado que minimizara los tiempos.

D-1 Comportamiento de los aspersores:

Uno de los problemas que se enfrentaron, es el determinar que tipo de aspersores se debían usar, que presión de trabajo será la ideal, que cantidad de aspersores se usarían y que caudal de líquido desinfectante será necesario ocuparía.

Para dar respuesta a estas interrogantes, se realizaron pruebas, con diferentes aspersores, con presiones diferentes, que impactaron en diferentes ángulos el bin, desprendiendo de diferentes formas las impurezas, de esta forma se determino utilizar aspersores marca **Spraying Systems Co.** modelo 6353 Nozzle, los cuales entregaron un consumo de 40 lts/min, y seleccionando una bomba multietapa de 6 bar de presión de trabajo.



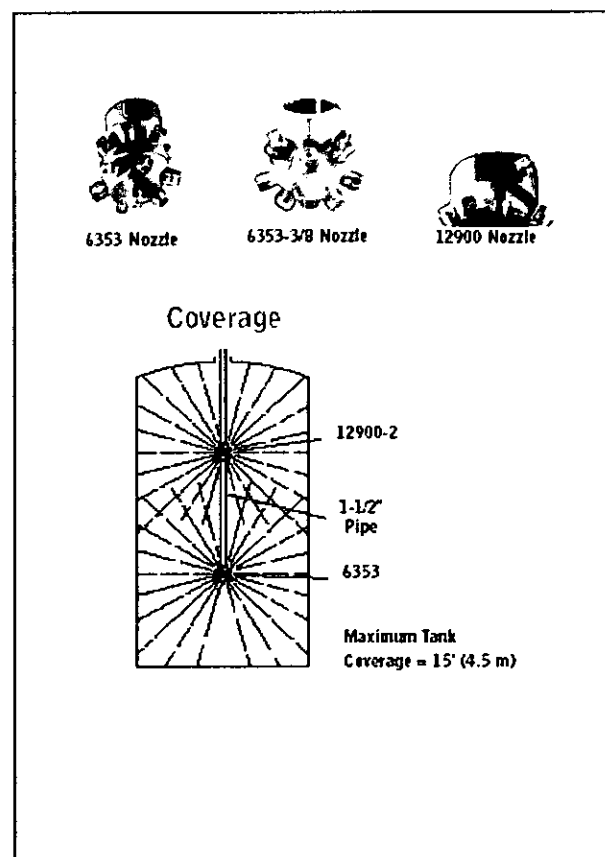
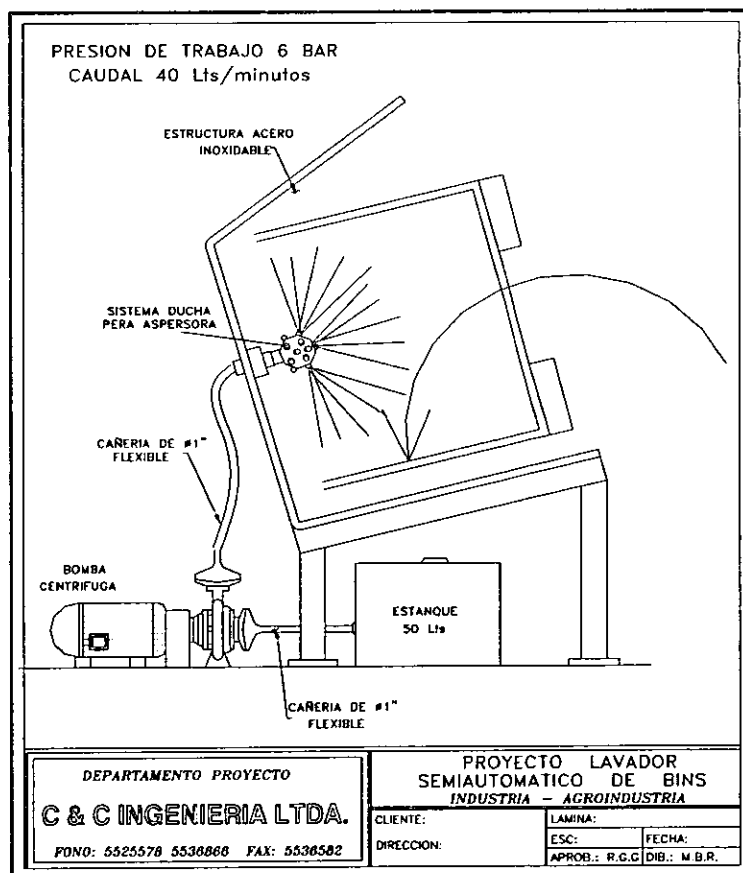
6353 Nozzle



6353-3/8 Nozzle

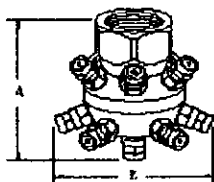


12900 Nozzle



For Tanks to 15' (4.5 m) Diameter

Dimensions and Weights



Nozzle No.	Inlet Conn. NPT or BSPT (F)	A	B Dia.	Weight
6353-1/4GG5	1-1/2"	4-1/2" (114 mm)	4-1/2" (114 mm)	3.7 lbs (1.6 kg)
6353-1/4GG10	1-1/2"	4-1/2" (114 mm)	4-1/2" (114 mm)	3.7 lbs (1.6 kg)
6353-3/8GG22	1-1/2"	4-3/4" (121 mm)	5" (127 mm)	4.5 lbs (2.0 kg)
6353-3/8HHMF0014	1-1/2"	4-1/2" (114 mm)	4-1/2" (114 mm)	3.7 lbs (1.6 kg)
6353-3/8HHMF0022	1-1/2"	4-1/2" (114 mm)	4-1/2" (114 mm)	3.7 lbs (1.6 kg)
6353-3/8HHMF0032	1-1/2"	4-3/4" (121 mm)	5" (127 mm)	3.7 lbs (1.6 kg)
12900-1-1/2	3"	6-1/2" (166 mm)	7-1/2" (191 mm)	13.7 lbs (6.2 kg)
12900-1-3/4	3"	6-27/32" (174 mm)	8-1/4" (210 mm)	15.3 lbs (6.9 kg)
12900-1-1	3"	7-7/32" (183 mm)	9" (229 mm)	18.1 lbs (8.2 kg)

D.-2 Cantidad de Aspersores que se deberán utilizar:

Nuestra segunda interrogante era definir que cantidad de aspersores se debían colocar. Para solucionar la interrogante, probamos diferentes separaciones, con diferentes distancias entre la salida del líquido desinfectante y el bins tratado, esto definió áreas de contacto por aspersor.

Se considero que la cantidad de aspersores que utilizaremos, y la presión de trabajo ideal, ligaba el caudal de liquido desinfectante a utilizar, este valor determino que se utilizaría solo una pera de acuerdo al modelo descrito con anterioridad

Performance Data

Inlet Conn. NPT or BSPT (F)	Nozzle No.	With FullJet Nozzles Order No.	Max. Free Pass In. (mm)	Capacity gpm (l/min)			
				20 psi (1.5 bar)	30 psi (2 bar)	40 psi (3 bar)	50 psi (3.5 bar)
1-1/2"	6353	1/4 GG5	0.058 (1.3)	8.9 (35)	10.8 (40)	12.3 (48)	13.6 (52)
	6353	1/4 GG10	0.063 (1.6)	17.9 (70)	22 (80)	25 (97)	27 (104)
	6353	3/8 GG22	0.109 (2.8)	39 (156)	48 (177)	55 (215)	60 (230)
1-1/2"	6353	3/8 HHMF0014	0.125 (3.2)	25 (93)	29 (108)	31 (118)	33 (123)
	6353	3/8 HHMF0022	0.156 (4.0)	38 (143)	44 (167)	49 (187)	54 (204)
	6353	3/8 HHMF0032	0.188 (4.8)	55 (206)	65 (246)	73 (276)	80 (301)
3"	12900-1-1/2	1/2 HH40	0.141 (3.6)	72 (280)	86 (320)	99 (390)	109 (415)
	12900-1-3/4	3/4 HH7	0.203 (5.2)	148 (560)	180 (680)	205 (800)	225 (860)
	12900-1-1	1 HH12	0.258 (6.4)	252 (1000)	308 (1130)	350 (1370)	385 (1470)

D.-3 Circuito hidráulico:

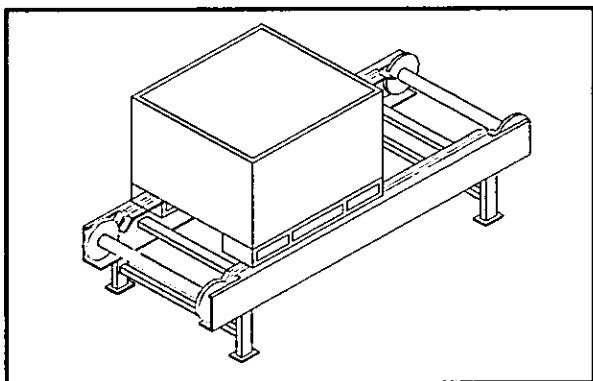
Una vez determinado que tipo de boquilla que utilizaríamos, la presión de trabajo, el caudal necesario, y por último ya seleccionada la bomba que se utilizara, se debía diseñar el circuito hidráulico, por los valores del caudal necesario y los productos desinfectantes, se considera no recircular el líquido, y utilizar temperatura ambiente para economizar y hacer más atractivo el valor comercial, para ello se determinó un estanque con capacidad de 100 litros, con un sistema de captura de impurezas y reutilización de un porcentaje de líquidos utilizados

D.-4 Sistema Electrónico

Para seleccionar el circuito electrónico detector de bins, que le dará la capacidad de detectar en qué posición de la línea se encuentra el proceso, es un sensor óptico. Este sensor entrega una señal a los contactores para continuar con la secuencia, y que en definitiva determinaran la lógica del proceso, dando una continuidad automática. Luego de varios ensayos, y determinando que el color blanco es predominante de los bins tratados, se seleccionó un detector de rallo que tiene un alcance de 60 cm. con una confiabilidad bastante buena

D.-5 Posición de los bins tratados:

Para determinar el proceso mecánico y definir la posición de lavado se planteó en un principio un diseño que contemplaba una cinta receptora de bins boca arriba, luego continúa con un volcador, prosigue con un lavador con duchas que lleva agua con detergentes limpiadores, proseguía con una serie de duchas para enjuague saliendo de este proceso otro volcador que dejaba el bin en su posición original para luego ser apilado de a tres bins



E.- Estudio Microbiológico para el Proceso de Lavado

E.1. Fuentes de Contaminación

E.1.1. El agua como factor contaminante.

Durante la producción en la agroindustria, se utiliza el agua para numerosas actividades, incluido el riego en el caso de frutas y hortalizas asimismo en la aplicación de pesticidas y fertilizantes. Otros usos del agua durante la manipulación de los productos incluyen la refrigeración, el lavado, el encerado y el transporte.

Además de las actividades en que el agua entra en contacto directo con el producto, los trabajadores y quienes participen directamente en el proceso.

Por ejemplo el agua utilizada en la producción de frutas y hortalizas puede ser una fuente de contaminación y de diseminación de patógenos. El agua de mala calidad puede ser una fuente directa de contaminación y también un importante vehículo de diseminación de microorganismos en el lugar.

Cada vez que el agua entra en contacto directo el producto, existe la posibilidad de contaminación. Esto incluye el agua utilizada para la producción y el lavado del producto fresco, la utilizada en las empacadoras y durante el transporte. La gravedad del riesgo resultante de una mala calidad del agua dependerá del tipo y del número de microorganismos en el agua y de su capacidad para sobrevivir en el producto.

Además de la calidad del agua, otros factores que pueden incrementar el riesgo de contaminación del producto por el agua incluyen el estado de desarrollo y el tipo de producto, el tiempo transcurrido entre el contacto del producto con el agua y la cosecha u obtención de él y otras prácticas de manipulación del agua y del producto.

Volviendo a nuestro ejemplo las frutas y hortalizas que tienen una gran superficie, como es el caso de las hortalizas de hojas, o aquellas en las que la estructura de la superficie permite que los patógenos se adhieran con facilidad. El agua utilizada en actividades agrícolas puede estar contaminada con bacterias patógenas capaces de producir graves problemas de salud a los consumidores.

Esta puede ser una fuente y un vehículo de riesgos biológicos, que contaminada puede contener organismos patógenos tales como *Escherichia coli* hemorrágico, *Salmonella* y *Shigella*. Otros contaminantes microbiológicos incluyen virus tales como los de la hepatitis A y de Norwalk y peligrosos protozoos como *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* y *Cyclospora cayetanesis*.

Para prevenir la contaminación del producto a través del agua, se hace necesario poner en marcha entonces un plan de contingencia. Sin embargo esto es muy difícil de manejar, dado que para evaluar el grado de contaminación se tendrían que efectuar periódicos muestreos y una excesiva cantidad de información a procesar, para un muy dinámico proceso.

E.1.2 La Manipulación del Producto:

Para los productos hortofrutícolas destinados al mercado fresco, la integridad y la apariencia son importantes. Por lo tanto, la cosecha manual se utiliza ampliamente en el caso de estos productos. Esto es especialmente verdad en el caso de productos tales como lechugas, uvas, pimentones, manzanas, etc., cuya superficie se puede dañar con facilidad. Con la cosecha manual, la higiene del trabajador es especialmente importante, puesto que sus manos entran en contacto con el producto y la contaminación resulta fácil. Una higienización correcta de las herramientas de cosecha es también fundamental para la seguridad del producto hortofrutícola.

El daño a los productos hortofrutícolas durante la cosecha mecánica puede dar lugar a un cierto número de cambios indeseables en éstos. La mayor parte de las frutas frescas y de las hortalizas son cosechadas manualmente, ya que esto minimiza el daño y también permite proceder a la selección, de acuerdo con el tamaño y otras características que se buscan del producto durante la cosecha.

En resumen la contaminación microbiana de los productos frescos puede ocurrir fácilmente durante la cosecha. Esta contaminación puede deberse al contacto con los trabajadores, así como con el entorno físico del producto. Los contaminantes ambientales incluyen el suelo, el agua, el aire, las manos, los contenedores, etc. La prevención de la contaminación del producto con patógenos es fundamental, puesto que su presencia aumenta el riesgo de enfermedad en las personas que consumen el producto.

El embalaje sobre el terreno hace que la contaminación puede ocurrir con facilidad. Todos los trabajadores situados en las operaciones de embalaje sobre el terreno deben seguir buenas prácticas de higiene y limpieza. Los contenedores y el material de embalaje serán manipulados con cuidado y mantenidos limpios y sin trazas de suciedad o contaminantes.

En consecuencia el agua es un elemento clave en buena parte de las operaciones posteriores a la cosecha. Se utiliza en los estanques donde se depositan los productos para reducir los daños físicos de éstos, ya que los contenedores del campo son vaciados en una línea de embalaje. Puede utilizarse para enjuagar en cualquier punto de la línea de embalaje. En los

sistemas de hidro-enfriado, el agua fría se utiliza como una ducha o en estanques para remover el calor de campo de las frutas y hortalizas.

Se necesita para mezclar soluciones de ceras o de fungicidas. Por último, el tratamiento con agua caliente es una medida de cuarentena que se utiliza para el control de los insectos en algunos productos frutícolas.

Con el fin de conceptualizar más aún el tipo de lavado que queremos conseguir, y en función las Buenas Prácticas tomaremos en cuenta las siguientes recomendaciones.

E.1.3 Recomendaciones para los productos embalados en terreno:

1. Todos los trabajadores implicados en las operaciones de embalaje sobre el terreno deben seguir las prácticas de buena higiene y limpieza.
2. Evitar el contacto directo de los envases, contenedores o productos con el suelo.
3. Todos los contenedores, cestos o cajas vacías deben estar limpios y no tener signos visibles de suciedad, aceite, grasa u otros productos químicos contaminantes.
4. Contenedores de embalaje deben ser almacenados en un lugar limpio y seco, lejos del campo, y deben ser transportados y manipulados con las mismas consideraciones sanitarias que el producto.

Tal como indica FDA (1998), el agua del proceso debe ser de tal calidad que no contamine los productos hortofrutícolas. Se recomienda que la calidad del agua respete los requisitos de U.S. EPA para el agua de beber, o estándares similares, pues el agua que respecta a los estándares microbianos para el agua de beber está considerada como "segura y sana". Además de confirmar que no haya patógenos en el agua también es útil conocer los niveles de turbidez y de pH, puesto que se trata de indicadores de las condiciones que pueden afectar la presencia de patógenos en el agua. La turbidez es una medida de la limpieza del agua e indica la calidad y la eficacia de la filtración de ésta. Los niveles elevados de turbidez están asociados a menudo con concentraciones elevadas de organismos patógenos (U.S. EPA, 2002). Un pH inferior a 8 es preferible para la desinfección eficaz con cloro (WHO, 1996).

Los patógenos presentes en las frutas y hortalizas frescas recién cosechadas se acumulan en los sistemas de manipulación del agua, tales como los estanques de vaciado, las áreas de enjuague, y los hidro-enfriadores, en los cuales se recircula el agua.

Cuando las frutas y hortalizas son sumergidas, el agua que contiene patógenos, pueden contaminarse.

Muchos problemas de contaminación posteriores a la cosecha se deben al uso incorrecto de medidas de higienización en los depósitos utilizados para la embalaje. Cada vez que un producto hortofrutícola es depositado en agua o lavado con agua recirculada que no ha sido tratada de manera adecuada existen muchas posibilidades de que ocurra una contaminación.

El mantenimiento de la higienización del agua requiere la adición de un producto aprobado. El hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio o el cloro líquido se utilizan con frecuencia para prevenir la acumulación de patógenos. Muchos empacadores añaden de manera ordinaria cloro en el agua que utilizan para la manipulación. Una concentración de cloro de 50-200 ppm puede destruir la mayor parte de los microorganismos viables. Sin embargo, se necesitan concentraciones más elevadas para destruir las esporas. La eficacia de este tratamiento para reducir la contaminación de los productos hortofrutícolas puede disminuir o incluso llegar a ser inexistente si no se cumplen las indicaciones.

E.1.4. Prácticas para reducir el riesgo de contaminación de los productos hortofrutícolas por el agua de procesos posterior a la cosecha:

- Seguir las guías apropiadas para la higienización del agua utilizada durante el embalaje.
- Cambiar el agua cuando sea necesario para mantener las condiciones sanitarias (este requisito tiene que ser determinado en cada operación).
- Limpiar e higienizar las superficies en contacto con el agua, tales como los estanques de vaciado, las áreas de enjuagues, los depósitos de lavado, cuando sea necesario, para asegurar la seguridad del producto.
- Inspeccionar y mantener de manera ordinaria los equipos destinados al mantenimiento de la calidad del agua, es decir los inyectores de cloro, los sistemas de filtrado.

Si se utiliza el cloro para higienizar el agua del proceso, es importante monitorizar la concentración de cloro libre (que no ha entrado en reacción) en todo momento. Es preciso añadir cloro al agua para reemplazar el cloro perdido en las reacciones con la materia orgánica, los productos químicos, los microorganismos (todo ello se conoce como demanda en cloro).

Toda el agua recirculada deberá ser cambiada a diario o incluso de manera más frecuente cuando tiene un aspecto sucio debido a la materia orgánica acumulada, que reduce la eficacia del tratamiento con cloro.

E.1.5. Conclusiones (punto de vista higiene)

1. La mayor parte de las frutas y hortalizas frescas son cosechadas a mano, puesto que este método minimiza el daño y permite escogerlas de acuerdo con el tamaño y otras características del producto durante la cosecha.
2. La contaminación microbiana de productos hortofrutícolas frescos puede ocurrir fácilmente durante la cosecha. Esta contaminación puede deberse al contacto con los trabajadores agrícolas y al contacto con el entorno físico del producto. Los contaminantes ambientales incluyen el suelo, el agua, el aire, las manos, los contenedores, etc. Es fundamental prevenir la contaminación, ya que su presencia aumenta el riesgo de enfermedades en quienes consumen el producto.
3. El embalaje en el campo genera una situación en la que la contaminación es fácil si los contenedores y los materiales no son manipulados con cuidado. Es preciso respetar unas buenas prácticas de higienización en la manipulación de los contenedores y de los materiales de embalaje para prevenir la contaminación del producto.
4. La calidad del agua es importante para reducir la contaminación durante el lavado y operaciones de higiene. Los patógenos presentes en las frutas y hortalizas frescas recién cosechadas se acumulan en los sistemas de manipulación con agua, tales como estanques de vaciado, áreas de lavado y enjuague, en los cuales se recircula el agua. Por lo tanto, los procedimientos destinados a asegurar una buena calidad del agua del lavado son fundamentales. Estos procedimientos incluyen el filtrado frecuente, el cambiar a menudo el agua utilizada para el lavado de los contenedores y el uso de desinfectantes.
5. Si se utiliza el cloro como medio de desinfectar el agua del proceso, es importante mantener la concentración de cloro libre (sin reaccionar) en todo momento durante su uso. Es preciso controlar la concentración del cloro.
Toda el agua recirculada será cambiada a diario, y con mayor frecuencia en el caso de que el agua se ensucie con rapidez debido a la acumulación de materia orgánica, que puede reducir la eficacia del tratamiento con cloro.

F.- Construcción Prototipo (Estructural-Mecánico):

F.1.- Problema 1

El prototipo consideraba originalmente una línea de lavado, que en orden secuencial estaba compuesta por:

- a. Transportadores de cadena para carga, Dos transportadores de traspaso entre equipos y un transportador de descarga.
- b. Volcador de bins para dejar este en posición de lavado y escurrimiento de líquidos (boca abajo).
- c. Un túnel de lavado con su respectivo dispositivo transportador. Y una batería de aspersores.
- d. Volcador para volver el Bins a su condición original (boca arriba).
- e. Equipo apilador de bins obviamente incluido su sistema de transporte.

Este esquema fue fabricado, arrojando una línea de 10 metros de largo. El proceso cumplía con el desafío planteado, que era el lavar un bins en forma automática eficiente, sin intervención manual, pero no con la celeridad requerida.

A esta secuencia, se encontró incomodidades ratificadas por futuros usuarios que invitamos a revisar nuestro prototipo, en primera instancia, se nos hizo ver que el proceso funcionaba pero era demasiado lento, 28 Bins hora, a pesar de nuestros esfuerzos de aumentar la rapidez, no lo logramos, Nos hicieron ver que en plena temporada el proceso requiere unos 40 bins hora, la segunda observación, y la decisiva era el costo comercial del lavador de bins (\$ 26.000.000),

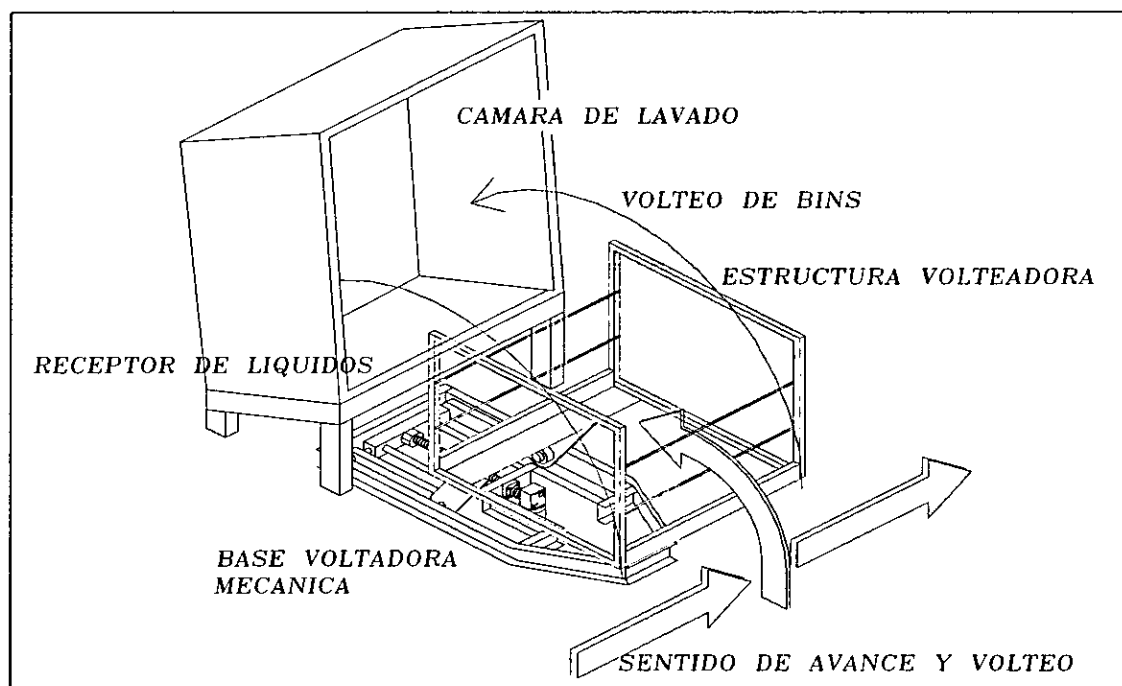
Tras esto decidimos adoptar otro criterio, en el sentido de simplificar la mecánica del la línea, a fin de reducir el espacio de trabajo conservando la eficacia del sistema y mejorar los costos.

F.1.1 Solución 1 :

Para dar un sentido lógico a nuestro problema, buscamos omitir alguna etapa en el procedimiento, para mejorar la rapidez, sin embargo para esa configuración resultaba muy complicado eliminar algún paso. Entonces replanteamos el problema buscando otra alternativa en el posicionamiento del Bins, justamente

cuando este se estuviese lavando, esta nueva posición en el Bins debía facilitar el escurrimiento de los residuos considerando al mismo tiempo una cierta reversibilidad en su movimiento. Gráficamente planteamos una posición del bins, de tal manera que nos permitió mirar el proceso de otra perspectiva, esto es volcar el contenedor en un ángulo mayor a 90° y menor que 180° , dejándolo en esa posición aprovecharíamos entonces aplicar el lavado y escurrimiento. Esta solución definitivamente nos ayudó a omitir dos equipos en la línea, ¿cuales fueron?—. Básicamente los dos volcadores de bins y el túnel de lavado.

La reversibilidad del movimiento finalmente fue resuelta con el diseño de un volcador ubicado lateralmente al la línea, conjuntamente diseñando una estructura apropiada a la posición del Bins, que pudiese aplicar el tratamiento de limpieza en la posición deseada.



Este circuito mecánico arroja la posibilidad de procesar 40 bins horas, que es el promedio de lo necesario en las plantas que ocupan bins plásticos, además se bajaron los costos de fabricación, junto al espacio requerido para su utilización.

El prototipo definitivo de la línea de lavado, que en orden secuencial esta compuesta por:

1. Transportadores de cadena para carga, un transportador de descarga.

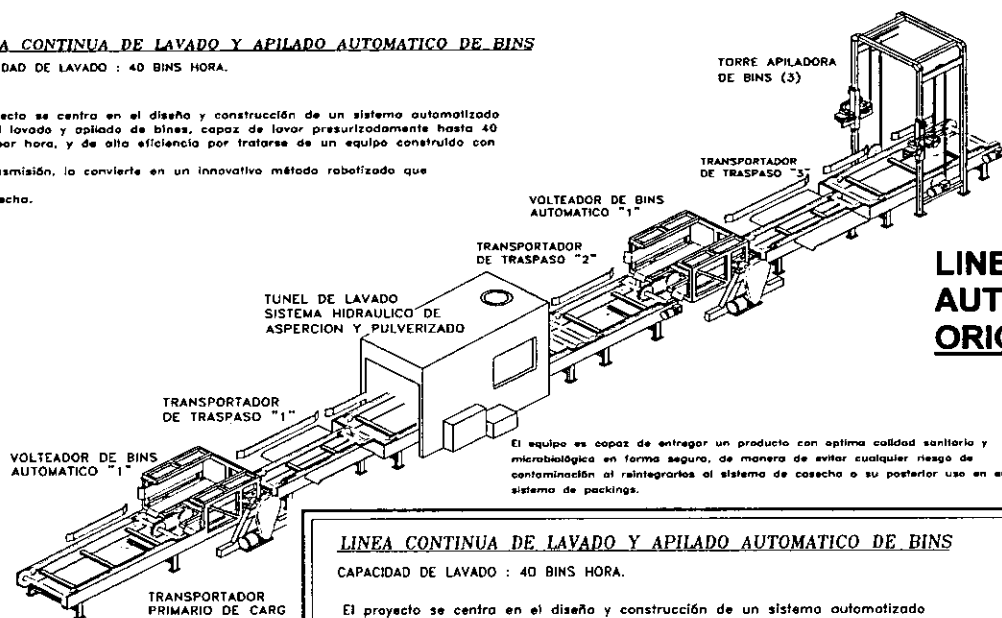
2. Volcador de bins para dejar este en 110° grados de inclinación posición de lavado y escurrimiento de líquidos
3. Equipo apilador de bins incluido su sistema de transporte.

**-Este nuevo prototipo es más rápido 40 bins hora,
y a un costo comercial aproximado de unos \$ 14.000.000 -**

LINEA CONTINUA DE LAVADO Y APILADO AUTOMÁTICO DE BINS

CAPACIDAD DE LAVADO : 40 BINS HORA.

El proyecto se centra en el diseño y construcción de un sistema automatizado para el lavado y apilado de bins, capaz de lavar presurizadamente hasta 40 bins por hora, y de alta eficiencia por tratarse de un equipo construido con tecnología de punta. El sistema de operación continua montado sobre cadenas de transmisión, lo convierte en un innovativo método racionalizado que de cosecha.



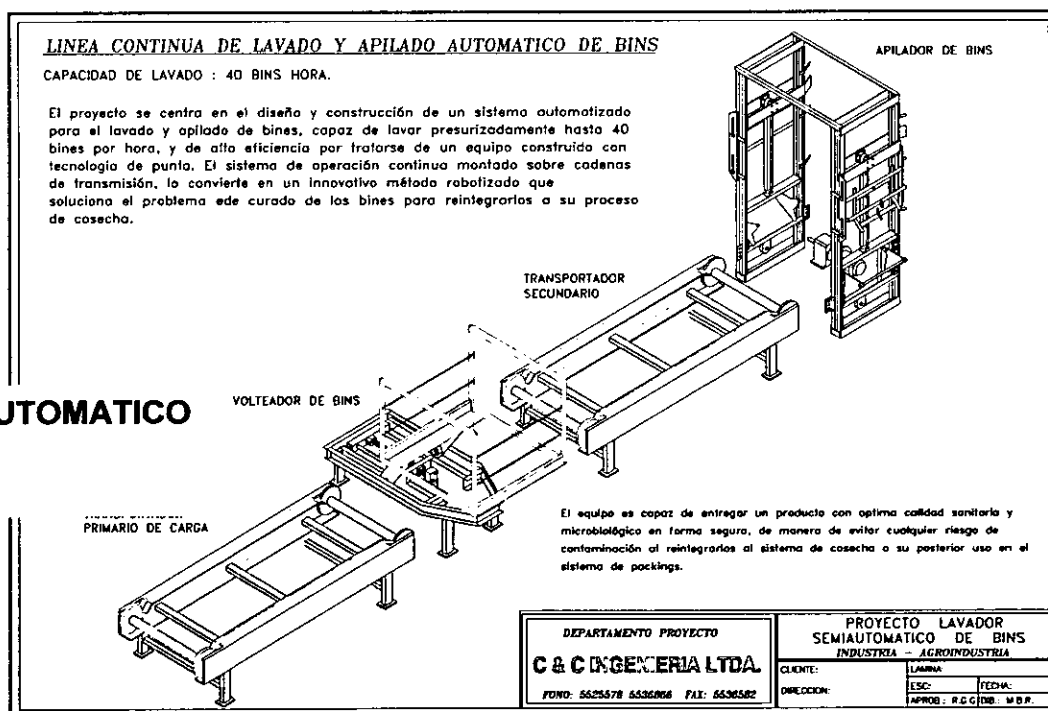
LINEA DE LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS ORIGINAL

LINEA CONTINUA DE LAVADO Y APILADO AUTOMÁTICO DE BINS

CAPACIDAD DE LAVADO : 40 BINS HORA.

El proyecto se centra en el diseño y construcción de un sistema automatizado para el lavado y apilado de bins, capaz de lavar presurizadamente hasta 40 bins por hora, y de alta eficiencia por tratarse de un equipo construido con tecnología de punta. El sistema de operación continua montado sobre cadenas de transmisión, lo convierte en un innovativo método racionalizado que soluciona el problema de curado de los bins para reintegrarlos a su proceso de cosecha.

LINEA DE LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS MODIFICADA



DEPARTAMENTO PROYECTO		PROYECTO LAVADOR SEMIAUTOMÁTICO DE BINS	
C & C INGENIERIA LTDA.		INDUSTRIA - AGROINDUSTRIA	
FONO: 5525578 5536066	FAX: 5536582	CLIENTE:	LAVINIA
		DIRECCION:	ESQ: FECHA:
		APROB: R.C.C.D.B. M.B.F.	

F.2. Problema 2 :

Dada la nueva configuración de equipos el actual prototipo plantea una nueva problemática; el rediseño de toda la ingeniería, con el objetivo de optimizar los niveles producción y rendimientos propuestos en el prototipo original. Principalmente el hecho de proyectar un sistema que preliminarmente era de proceso continuo y transformarlo a un nuevo sistema que se modela como un proceso intermitente, esto sin duda consigue crear nuevas incógnitas a evaluar.

F.2.1 Solución 2:

Resolver este tema genera la concordancia de dos métodos; uno es planteamiento de cálculo que permita ajustar las velocidades de operación mecánica y el otro método es el empírico, que busca a través de resultados definir los tiempos y condiciones de operación reales.

El ajuste de velocidades esta supeditado a la cantidad de bins que se pretenden lavar en un periodo de tiempo determinado, esto es de alrededor de 40 a 50 bins/hora, tratándose de un proceso lineal donde intervienen cintas o cadenas de transporte horizontal, el cálculo de velocidades se obtiene a partir de la diferencia que existe entre el **Tiempo Total de Proceso** que denominaremos como T_p con el **Tiempo que se determina experimentalmente en el proceso de lavado, enjuague y escurrimiento donde el Bins o contenedor permanece estático**, este tiempo le asignaremos el término T_E y finalmente el **Tiempo de Trabajo** quedará consignado por la siguiente formula $T_R = T_p - T_E$, donde T_R será el **Tiempo Resultante** para efecto de calcular las velocidades y potencias de operación, en todos los sistemas y componentes mecánicos de transporte lineal.

En resumen y aplicando la formulación propuesta si queremos "lavar" 40 bins/hora, estamos diciendo que 1 Bins tardará 90 segundos en "lavarse" completamente al paso de la línea (T_p), y si empíricamente ya establecimos que tarda este Bins en semi-volcarlo aplicarle lavado, enjuague y escurrimiento y después ponerlo en posición original alrededor de 65 segundos (T_E) tendremos entonces $T_R = 90 - 65 = 25$ segundos de tiempo para que recorra el Bins la línea hasta el apilador, ahora si según nuestro diseño propone una longitud de proceso de aproximadamente 10 metros lineales, la velocidad media en los elementos de transporte quedará reducida a $V_m = 10/25 = 0,4$ mt/seg o bien 24 metros por minuto. Dicho parámetro será la base de calculo para los elementos móviles de nuestro prototipo definitivo.

Creemos Haber solucionado todos los desafíos planteados, ya que se logro fabricar un prototipo, funcional, practico y con proyecciones de comercialización.

Con este prototipo, el cual sé a presentado a varios de nuestros clientes esperamos Aumentar los ingresos por concepto de mayores ventas.

F.3. Problema 3 :

Desde el punto de Control y Comando (Sistema Electro-Mecánico), la nueva configuración de los Equipos y Motores redujo los costos en la Fabricación y Sencillez del Sistema Eléctrico.

El Sistema de Volteo original era mediante un Cilindro Hidráulico, tras lo cual se presentó la idea de un Accionamiento Mecánico, presentando problemas de Torque.

F.3.1 Solución 3:

Para resolver el Sistema Hidráulico se decidió eliminar los cilindros con todo sus accionamientos eléctricos, de este modo permitía eliminar el sistema PLC, y proyectar un circuito eléctrico por medio de contactores y temporizadores.

En reemplazo de la unidad Hidráulica se diseñó, y luego se fabricó a escala un mecanismo accionado por Tornillo Sin Fin, accionado por un motor eléctrico con inversor de marcha, Luego fue reemplazado por el mismo principio pero con dos tornillos sin fin, ya que el primer modelo se trababa al ejercer el levantamiento, este nuevo mecanismo tiene la ventaja de desplazarse en dos dimensiones al igual que un cilindro neumático, Una de las ventajas logradas es la reducción de las vibraciones a todo el equipo. Ocupó un espacio más reducido que la unidad Neumática, ya no era necesario tener una red de aire para su funcionamiento, ampliando la cantidad de empresas que podrían acceder a un lavador de bins

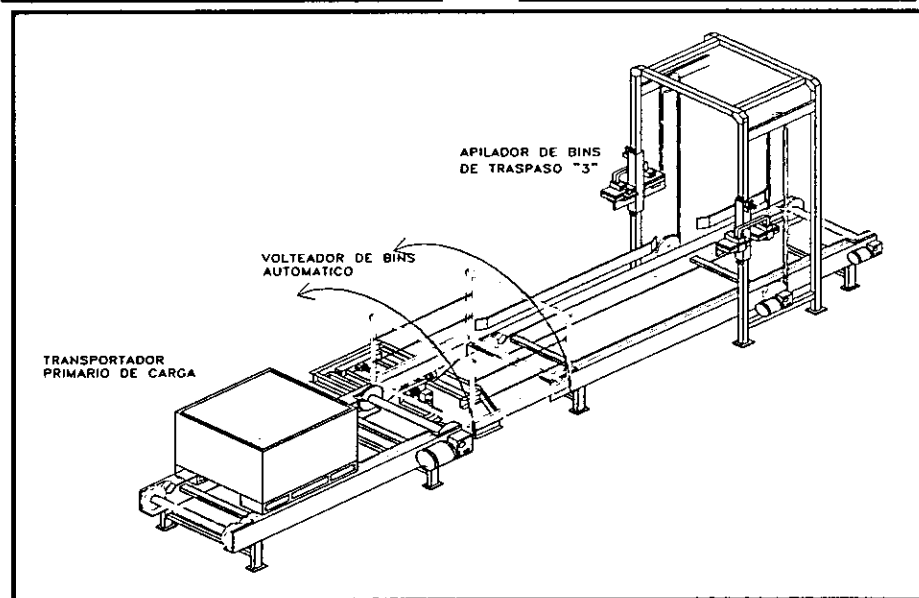
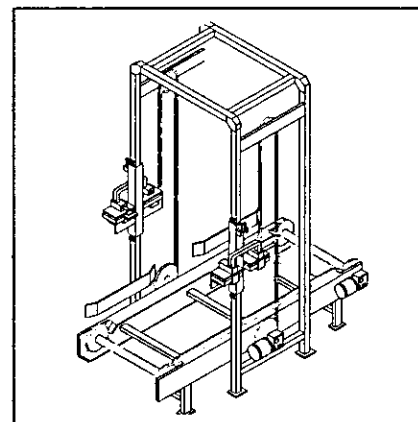
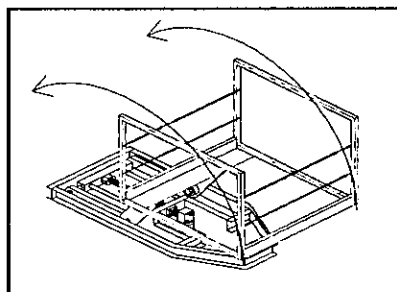
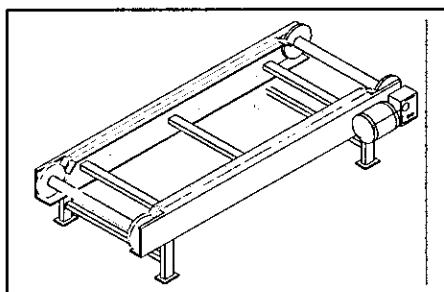
G.- Conclusión :

- Es posible producir máquinas lavadoras continuas, de mayor valor tecnológico, Trabajando en forma sincronizada y automática, diseñadas para aumentar la productividad de las empresas horto-frutícolas, a través de la reducción de costos y tiempos de procesamiento, y el aumento en la calidad de la limpieza entregando cada unidad libre de parásitos hongos virus o cualquier materia biológica que pueda contaminar la cosecha..
- Aumentar la posibilidad de presencia en mercados internacionales, a través de la exportación de maquinaria con precios atractivos y alta calidad, compitiendo en mejor forma con los productos desarrollados por otros países.
- Desarrollar Nuestra capacidad técnica para la incorporación de nueva maquinaria más avanzada y especializada, según requerimientos que imponga el mercado. El proyecto **EQUIPO PROTOTIPO PARA EL LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS**, en nuestro país, trae consigo múltiples efectos que

influirán de manera notoria, si vemos el mercado como el factor más importante, podemos asegurar valores de venta más bajos que la competencia, dado que nuestros costos de producción son más bajos que los costos de internación y transporte internacional. Otra ventaja que ofrece esta condición es prestar asistencia técnica rápida a los futuros clientes, con un stock de repuestos asegurado y con costos evidentemente inferiores.

- En el proceso de lavado planteamos varias alternativas una de ellas era incorporar un rodillo de pelos largos, similar al utilizado en los lavados de los automóviles, se realizaron algunas pruebas, así como se planteó a los usuarios de plantas procesadoras la alternativa, llegando a la conclusión de que no era recomendable su utilización, por varios motivos una de estos motivos es que el circuito de lavado se tornaba más lento que 28 bins hora, otro motivo importante era que las cerdas o pelos no cubrían la totalidad de la superficie interna del Bins. Para solución este inconveniente, **se desarrolló un sistema de lavado por aspersión con flujo controlado de mayor presión (6 bar)**, con un caudal de 40 litros minuto, entregando buenos resultados.
- Existen la opción de la incorporación de temperatura al agua con detergente, para el proceso del lavado, Mejorando aun más los resultados, con el inconveniente de requerir un consumo alto de electricidad. Que en algunos casos no está disponible en los Packing.
- Desarrollamos un apilador de bins para minimizar el tiempo de operación de grúa horquilla, reduciendo costos de operación, y de esta forma hacer más atractivo nuestro prototipo, el cual entrega los bins lavados para un adecuado almacenamiento
- En el momento que se decidió no utilizar rodillo giratorio con cerdas, se presentó el inconveniente de utilizar solo aspersores, que llegaran a todos los lugares del bins y a su vez desprendieran la suciedad. Para definir qué tipo de aspersores se debían utilizar, se ensayaron aspersores que lanzan el líquido en forma recta, en forma de cono, y abanico. Luego de decidir utilizar el de abanico, se nos presentó la interrogante de qué presión debíamos utilizar que se relaciona con el caudal de líquido requerido, para decidir esta interrogante se confeccionó un gráfico presión-caudal versus limpieza, lo que nos permitió decidir utilizar 6 bar de presión y un caudal de 40 lts/min, el cual presentaba una limpieza aceptable a temperatura ambiental.
- Logramos diseñar y fabricar un volcador de bins que permitiera girar y mantenerse en esa posición por tiempo determinado, para ser lavar por medio de aspersores controlados. Y además logramos que todo este proceso fuese comandado por circuitos electrónicos, con temporizadores e inversores de marcha.

- Es posible y logramos controlar todos los movimientos del **EQUIPO PROTOTIPO PARA EL LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS**, a través de un PLC. Pero en la práctica no es bien catalogado por el futuro cliente del área agroindustrial, ya que son equipos manipulados por operarios con un bajo nivel técnico, además son instrumentos delicados expuestos a condiciones húmedas que los hacen muy vulnerables con un costo de reposición elevado.
- El **EQUIPO PROTOTIPO PARA EL LAVADO AUTOMÁTICO DE BINS**, nos entregó la experiencia de fabricación de un equipo inédito y necesario en nuestro País con demanda creciente debido a los tratados de libre comercio recientemente suscritos y en los cuales se debe cumplir con las buenas prácticas agrícolas.
- Luego del análisis y costeo de la fabricación de un nuevo equipo para su futura comercialización llegamos a la conclusión, de que es factible su venta a un costo incluso inferior a los \$ 14 millones de pesos que es muy inferior al pensado al comienzo del proyecto. Existen Empresas interesadas en su adquisición, entre ellas Wenco, Corpora Aconcagua, Exportadora Santa Cruz, esperamos concretar a corto plazo la fabricación de más de uno equipo.



H.- Referencias

- Ballesteros-Sandoval, V. 1999. Technical guide for the manufacture of compost. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG), Irapuato, Gto. México.
- Bern, C., Hernández, B., Lopez, M.B., Arrowood, M.J., Alvarez, M., De Mérida, A.M., Hightower, A.W., Venczel, L., Herwaldt, B.L. and Klein, R.E. 1999. Epidemiologic Studies of *Cyclospora cayentanensis* in Guatemala. Emerging Infectious Diseases, Vol 5. No 6.
- Buttler, T., Martinkovic, W. and Nesheim, O.N. 1993. Factors influencing pesticide movement to ground water. University of Florida. Florida Cooperative Extension Service. Fact Sheet PI-2. June 1993.
- CSC. 1998. Quality Assurance Program. California Strawberry Commission.
- Engel, N, Embleton, K.M. and Engel, B.A. 1997. Well water location and condition on the farm. U.S. Environmental Protection Agency and Purdue University. Available via the Internet at <http://www.epa.gov/seahome/well/src/title.htm>
- ERS. 2001. Irrigation systems and land treatment practices. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Irrigation and Water Use Briefing Room. Available via the Internet at <http://www.ers.usda.gov/Briefing/wateruse/Questions/glossary.htm>
- FDA. 1998. Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. U.S. Food and Drug Administration. Available via the Internet at <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html>
- Holdsworth, S.D. 1985. The preservation of fruit and vegetable food products. 1st. Ed. The Macmillian Press Ltd., London.
- Martínez-Téllez, M.A., Vargas-Arispuro, I., Acedo-Félix, A. 2000. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Manual para el manejo de alimentos frescos no procesados.
- Merka, B, Lacy, M., Savage, S. Vest, L. and Hammond, C. 1994. Composting poultry mortalities. Cooperative Extension Service, University of Georgia. Circular 819-15. Available via the Internet at <http://www.ces.uga.edu/pubcd/c819-15w.html>
- Murray, P., Drew, W., Kobayashi, G. and Thompson, J. 1995. Medical Microbiology. Mosby-Doyma Libros, S.A. Madrid, Spain. pp. 423.
- Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas: Manual de Formación para Instructores*
II-75
- Nesheim, O.N. 1993. Best management pesticides to protect ground water from agricultural pesticides. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service. Fact Sheet PI-1, June, 1991.
- Olexa, M.T. 1991. Agricultural chemicals and water pollution. University of Florida, Cooperative Extension Service. Fact Sheet FRE-77.
- Sargent, S.A., Ritenour, M.A. and Brecht, J.K. 2000. Handling, cooling, and

- sanitation techniques for maintaining postharvest quality. University of Florida, Cooperative Extension Service, HS719. Available via the Internet at <http://edis.ifas.ufl.edu/CV115>.
- Showalter, R.K. 1993. Postharvest water intake and decay of tomatoes. Hort. Technol. 3:97-98.
- Solomon, K.H. 1988. Irrigation system selection. In Irrigation Notes, California State University, Fresno. January. Available via the Internet at <http://cati.csufresno.edu/cit/rese/88/880105/index.html>
- U.S. EPA. 2000. Total Coliform Rule – Approved Methods for Coliform Assay. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. Available via the Internet at http://www.epa.gov/safewater/methods/tcr_tbl.html
- U.S. EPA. 2001a. Ensuring Safe Drinking Water. Technical Information Packet. U.S. Environmental Protection Agency. Available via the Internet at <http://www.epa.gov/oia/tips/drinkwat.htm>
- U.S. EPA. 2001b. National Primary Drinking Water Standards. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. Pub. EPA 816-F-01-007. Available via the Internet at <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>
- U.S. EPA. 2001c. Pesticide Use and Disposal. Technical Information Packet. U.S. Environmental Protection Agency. Available via the Internet at <http://www.epa.gov/oia/tips/pestint.htm>
- WGWC. 1997. Cryptosporidium and Water: A Public Health Handbook. Atlanta, GA. p4-1. Working Group on Waterborne Cryptosporidiosis.