

Automatización de procesos de manufactura – Grupo 2

Equipo de proyecto

- Manuel Esteban Lugo Madrid mlugom@unal.edu.co
- Juan Esteban Cerquera Cano jecerquerac@unal.edu.co
- Sebastián Felipe Alfonso Roa sfalfonsor@unal.edu.co
- Farid Alexis Estepa Quintero festepag@unal.edu.co
- Sergio Eliecer Guecha León seguechal@unal.edu.co

Listado de 5 productos como propuesta para el proyecto integrador (Se plantea que cada integrante realice la investigación para un producto en particular):

1. Aguacate
2. Limón
3. Tomate cherry
4. Champiñón
5. Fresa

Además, la idea es colocar el análisis que se solicita en la guía del proyecto integrador. Describir las etapas del proceso, destacar tres de ellas que deben ser automatizables, y una de ellas debe incluir robotización.

Producto 1: Aguacate

El aguacate es un producto de una oferta internacional constante y creciente, lo cual ha impulsado la automatización y tecnificación del procesamiento pos cosecha. La línea de producción presentada en el vídeo “*Línea de proceso de palta de exportación Maf Roda*” requiere bandas transportadoras de diferentes clases, operarios para la selección y robots para transportar el aguacate entre etapas de línea de producción. Las etapas y procesos importantes se enumeran a continuación:

1. Vaciador de canastas. (Entrada a la línea de producción)



2. Preselección aguacates dañados (selección manual)



3. Lavado y secado.



4. Aplicar Fungicida.



5. Mesa de selección (selección manual)



6. Calibrador electronico - (Pesa y etiqueta)



7. Llenador de bins (Llenar las cajas o canasta para almacenar el aguacate y ponerlo en espera)

Aproximadamente 500 aguacates por canasta.



8. Embolsado en mallas y empacado en cajas.

Embolsado de a 6 aguacates y aproximadamente 10 paquetes por caja.



Link del video: <https://www.youtube.com/watch?v=SEU2ELuPq4w>

Etapas seleccionadas:

1. Lavado, secado y aplicación de fungicida.

En esta etapa los aguacates se encuentran dispuestos en un conveyor en donde ingresan y a medida que van avanzando los aguacates entran en etapas de lavado y secado. Después la aplicación del fungicida se da en una máquina que evita la propagación por la instalaciones.

2. La selección de los aguacates se da de manera manual, pero es un proceso automatizable. Después se guardan usando un robot en canastillas con capacidad presumiblemente de 500 aguacates.
3. La etapa de empaque se inicia tomando las canastillas de 500 aguacates y se disponen en un conveyor donde son empacados en mallas de a 6 aguacates. Para finalizar estos paquetes de aguacates se empacan en cajas de cartón, en las cuales se disponen alrededor de 6 paquetes.

Producto 2 : Limón - Proceso CIU

<https://www.youtube.com/watch?v=ctE8rfIXc0k>

1. Depósito (desde camiones) de los limones en bandas transportadoras



2. Presentación de los limones
 - Lavado



- Cepillado



- Encerado



3. Alineación: gracias a un singulador compuesto por bandas en V, en dicho paso los limones se ubican de forma individual uno detrás del otro



4. Se depositan los limones en el sistema de acarreo (sistema de rodillos) que dan inicio a la etapa de clasificación por diámetro.
 - 3 in para el limón persa
 - 2 ¼ in y para el limón mexicano



5. Clasificadora: puede ir de 2 a 10 líneas de clasificación, siendo capaz de procesar hasta 18 limones por segundo



Puede ser clasificado por 4 parámetros diferentes gracias a un sistema de visión compuesto por camaras digitales (4320 fotos por minuto)

Entrada al sistema de visión



- Medida (error de ± 1 mm) \rightarrow se registra la superficie individual de cada uno



- Color (analiza la superficie de la fruta con un error de $\pm 1\%$)





- Defecto (Eficiencia del 75%)



- Sombra (Variación en la tonalidad del color debido al sol)



6. Se deposita en la línea de empaque (Manual), donde se llenan cajas de cartón con cierta cantidad de limones



Resumen de etapas en el proceso de preparación y empaque del producto:

1. Depósito (desde camiones) de los limones en bandas transportadoras
2. Presentación de los limones
 - Lavado
 - Cepillado
 - Encerado
3. Alineación: Gracias a un singulador compuesto por bandas en V
4. Depósito en el sistema de acarreo la cual da inicio a la etapa de clasificación por diámetro
5. Clasificación por estado del producto
6. Empacado

Etapas seleccionadas

1. En el video se resalta la forma como que la **etapa N°2** ha sido optimizada, la presentación de los limones está compuesta por el lavado, cepillado y encerado, para esto los limones los cuales están ubicados en una banda transportadora pasan por 3 estaciones diferentes donde ya sea por rociadores, rodillos con forma de brocha o recipientes con sustancias se encargan de realizar la preparación del producto de forma automática.

2. La **etapa N°5** es otra que ya tiene un comportamiento automatizado dado que gracias a un sistema de visión compuesto por un circuito cerrado de cámaras y una banda transportadora se inspeccionan los limones con la intención de aprobarlos o en su defecto descartarlos bajo 4 criterios, estos son:
 - Medida (error de +/- 1 mm)
 - Color
 - Defecto superficial
 - Sombra
3. Una vez los limones llegan a la zona de empaque (**etapa N°6**), el proceso de depósito en cajas se realiza de forma manual, actividad que cabe resaltar se puede automatizar gracias a la implementación de brazos robóticos que se encarguen del conformado y distribución de cada uno de los recipientes (cajas) en los cuales se guardan los limones.

Producto 3: Champiñones

<https://www.youtube.com/watch?v=Mb8l3BHXQrk>

Se reciben en la planta los champiñones enteros, y se empacan rebanados en recipientes de igual volumen.



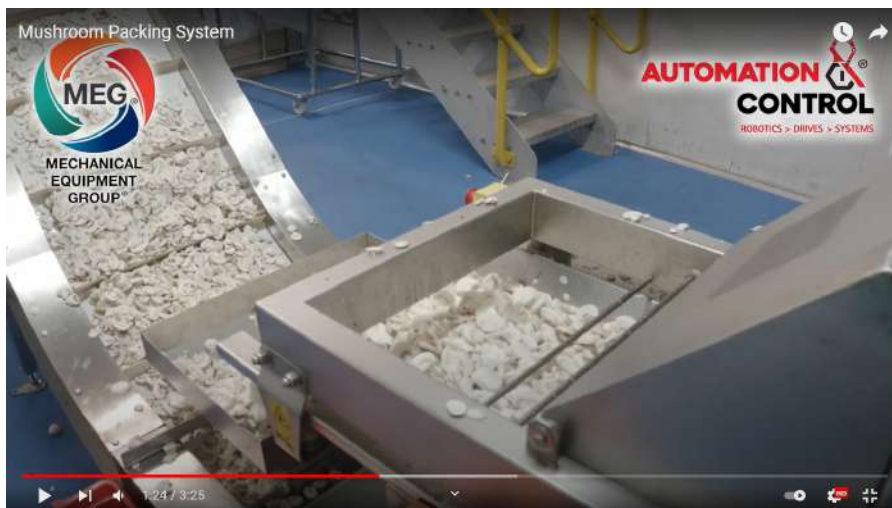
Así es como se reciben



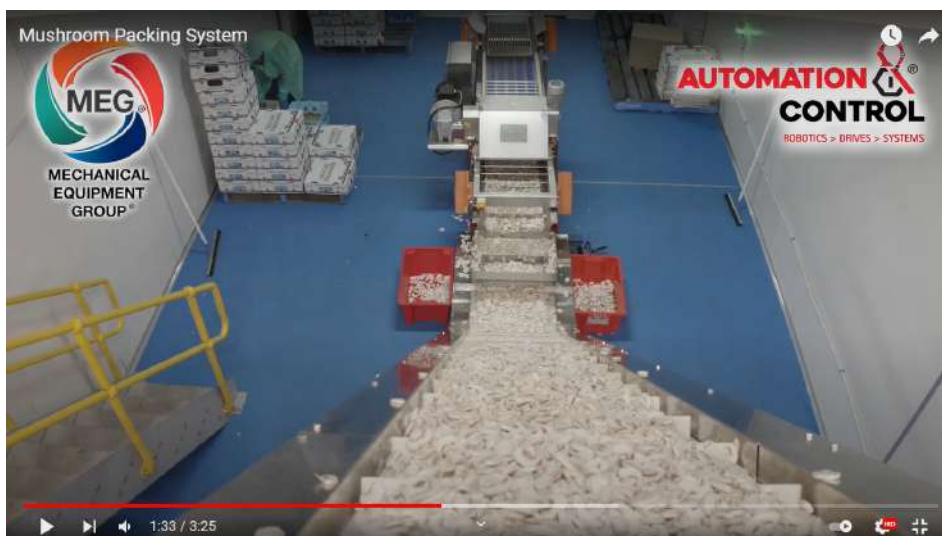
Así es como se

agrupan

1) Los champiñones llegan agrupados a un singulador y luego a una rebanadora



2) Una vez rebanados, se elevan en una banda transportadora y se llevan a una máquina separadora.

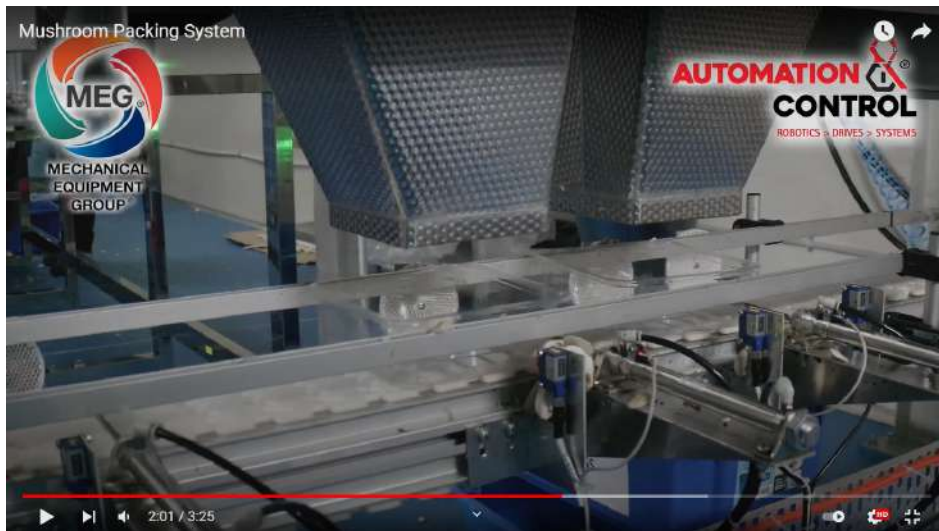




- 3) La idea es que se crean varios lotes de acuerdo con cierto volumen. Se completa el volumen deseado de champiñones y se permite el paso del lote.



- 4) Los lotes se vierten en recipientes pequeños. Por cada expulsión de la máquina se llenan dos recipientes.



5) Los lotes contenidos se transportan en otra banda hacia la zona de empaclado.





- 6) El empackado se realiza con máquina que coloca una envoltura plástica que cubre todo el recipiente.



- 7) Finalmente un operario se encarga de colocar los recipientes en cajas para su transporte. De a 6 recipientes por caja.



Resumen de las etapas del proceso:

1. Llegada de los champiñones enteros a la planta
2. Vaciado de los contenedores de llegada en el singulador
3. Alineación de los champiñones en el singulador
4. Rebanado de los champiñones
5. Separación por lotes
6. Llenado de recipientes
7. Empacado con envolturas plásticas
8. Agrupación en cajas. Se colocan 6 recipientes por cada caja

Las tres etapas que se destacan son:

1. **Vaciado de los contenedores de llegada en el singulador:** La etapa se puede realizar de manera automática, utilizando un robot que se encargue de tomar las cajas y vaciarlas en el singulador.

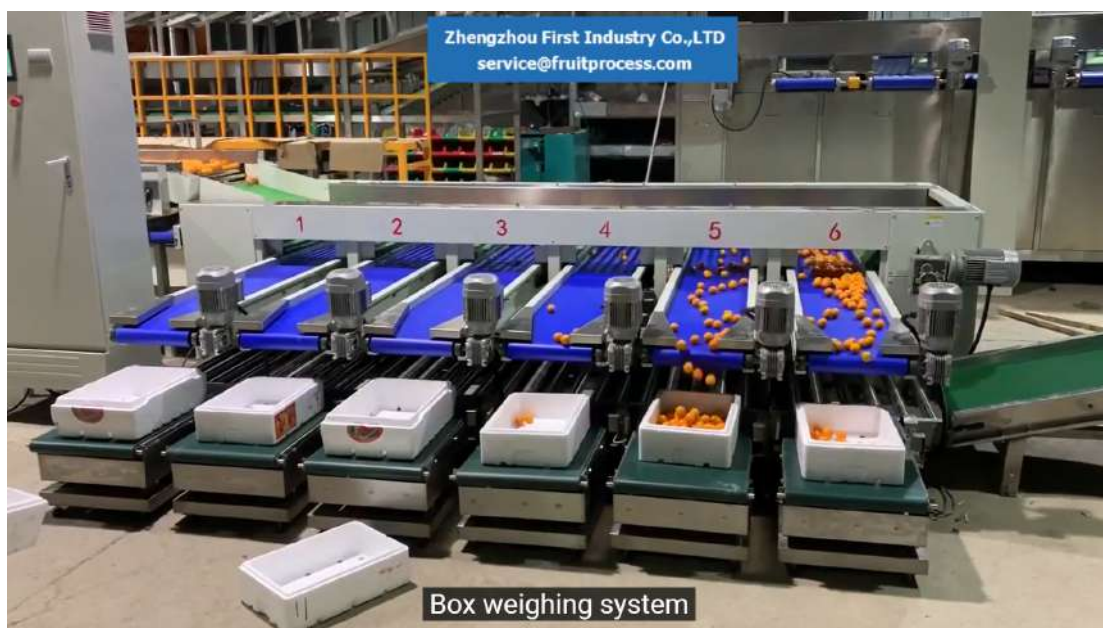
2. **Rebanado de los champiñones:** En el video del proceso, la etapa ya se realiza de manera automática. Los champiñones se transportan enteros y alineados desde el singulador hasta una máquina rebanadora, que los saca rebanados.

3. **Llenado de recipientes:** La etapa también se realiza ya de manera automática. Los champiñones rebanados son transportados a una superficie que los separa y ralentiza su movimiento por deslizamiento. Las rebanadas entran separadamente a varios recipientes con compuertas automáticas, que se abren cuando la cantidad presente de champiñones alcance determinado umbral de peso. Los champiñones separados por peso se vierten posteriormente en recipientes pequeños.

Recapitulando, las etapas seleccionadas son: **Vaciado de los contenedores de llegada en el singulador, rebanado de champiñones y llenado de recipientes.** Las tres son automatizables, y la primera puede utilizar un robot.

Producto 4 : Tomate Cherry

El tomate cherry es una variación del tomate tradicional de gran consumo a nivel mundial, durante su procesado, ingresan directamente después de ser recolectados, en canastas a una banda transportadora, pasando por lavado, secado, separación por peso y empackado en contenedores listos para ser trasladados. Este proceso se puede ver en el siguiente video: [📺 kumquat washing sorting packing line, fruits washing grading box weighing syst...](#)



1. Vaciado de canastas en inicio de la línea de procesamiento (Banda transportadora)



2. Baño en agua turbulenta



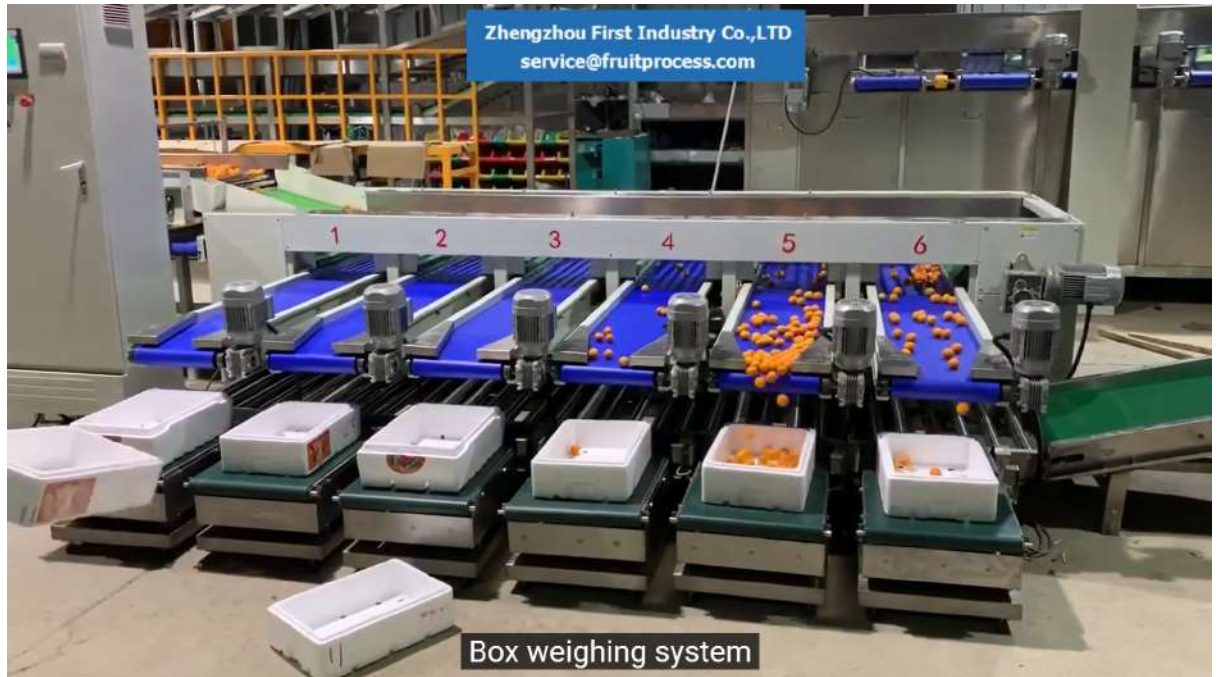
3. Secado con varios ventiladores



4. Separación de los tomates para empacado en paralelo



5. Empacado en cajas



6. Salida de las cajas con los tomates



Resumen de las etapas de todo el proceso:

1. Se parte de canastas llenas de tomate Cherry sin procesado alguno, directamente recogido. Estas se vierten en el inicio de la línea de procesado, en una piscina de agua.
2. Los tomates se van lavando mientras se desplazan a través de una banda transportadora sumergida en agua agitada.
3. El secado se hace a partir de una serie de ventiladores que expulsan aire a los tomates mientras estos siguen avanzando por la banda transportadora.

4. Los tomates llegan a un punto donde existen 6 carriles perpendiculares a la banda transportadora principal, estos se van distribuyendo en cada uno
5. **Al final de los carriles perpendiculares se encuentran las cajas en donde se van a empacar los tomates. Estas están sobre unas básculas que las desplazan a otra banda transportadora cuando alcanzan un peso determinado.**
6. Finalmente, las cajas con tomates ya lavados, secados y pesados, llegan a la parte final de la línea de procesado.

Las 3 etapas más importantes son la 2,3 y 5, que corresponden al lavado, secado y empaquetado de los tomates Cherry.

Las primeras 2 ya se encuentran automatizadas, sin embargo, se podrían mejorar. por ejemplo, en la segunda etapa parece que se hace un lavado muy superficial, a pesar de que el agua se encuentra de forma turbulenta, se podría garantizar una mayor remoción de suciedad con la incorporación de chorros dirigidos hacia los tomates, teniendo en cuenta la potencia de estos para que no se deterioren los productos.

La etapa 5 tiene una sección con una oportunidad importante de automatización, y es que la colocación de una nueva caja después de que esta es llenada y llevada a la otra banda transportadora se hace de manera manual, se necesitan entonces operarios pendientes para colocarlas tan pronto como la anterior haya sido desplazada. Aquí se puede implementar un robot que coloque cajas de una pila a cada una de las 6 líneas en cuanto estas desplacen las anteriores, así se automatizaría el proceso y se eliminaría la necesidad de tener varios operarios haciéndolo.

Producto 5: Fresas

LINEA DE ENVASADO DE FRESA AUTOMATICA DE ALTA PRODUCCION

En el video sólo se detalla el proceso de empaquetado de las fresas. Sin embargo, se puede apreciar que hubo un preproceso de lavado y separación.

1. Las fresas llegan en contenedores plásticos, los cuales a su vez están contenidos en canastillas (En cada una se almacenan 6). Estas últimas están apiladas. Mediante un mecanismo robotizado se desapilan las canastillas.



2. Las canastillas pasan por una banda transportadora a otro subsistema donde se sacan los contenedores plásticos. Estos pasan por unos rodillos y las canastillas son enviadas a otra zona mediante bandas transportadoras.



3. Los contenedores son empaquetados en bolsas y posteriormente sellados.



4. Se vuelven a agrupar en grupos de 6. Un brazo robótico los introduce en las canastillas.





5. Finalmente, se apilan de a 3 las canastillas y una grúa las agrupa. Dejándolas listas para ser entregadas.



Resumen de las etapas del proceso:

1. Preproceso de lavado y separación

2. Las fresas llegan en contenedores plásticos, los cuales a su vez están contenidos en canastillas (En cada una se almacenan 6). Estas últimas están apiladas. Mediante un mecanismo robotizado se desapilan las canastillas.
3. Las canastillas pasan por una banda transportadora a otro subsistema donde se sacan los contenedores plásticos. Estos pasan por unos rodillos y las canastillas son enviadas a otra zona mediante bandas transportadoras.
4. Los contenedores son empaquetados en bolsas y posteriormente sellados.
5. Se vuelven a agrupar en grupos de 6. Un brazo robótico los introduce en las canastillas.
6. Finalmente, se apilan de a 3 las canastillas y una grúa las agrupa. Dejándolas listas para ser entregadas.

Las tres etapas que se destacan son:

1. Vaciado de canastillas

- a. Las canastillas tienen agujeros en la parte inferior, unos cilindros neumáticos elevan los contenedores plásticos y por medio de un servomecanismo se colocan en una banda de rodillos.

2. Empaquetado

- a. Los contenedores plásticos son recubiertos con bolsas transparentes y luego sellados. Todo se realiza de manera automática

3. Llenado de canastillas

- a. Los contenedores llegan en fila por medio de una banda transportadora, se organizan para ser almacenados en las canastillas.
- b. Un brazo robótico toma 12 contenedores plásticos y los introduce en 2 canastillas separadas (cada uno con 6).