

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"ESTUDIO DE AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CÍTRICOS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL SOPORTE DEL SILO DE CARGA"

TRABAJO FIN DE GRADO

Marzo 2022

AUTOR: Mario Esquiva Perales

DIRECTOR: Óscar Cuadrado Sempere

0. Contenido

1.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	4
1.1	INTRODUCCIÓN/MOTIVACIÓN	4
1.2	OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.3	DEFINICIONES.....	5
1.3.1	BIN.....	5
1.3.2	CAJA DE CAMPO.....	6
1.3.3	CALIDADES.....	7
1.3.4	CONFECCIÓN	11
1.4	ANTECEDENTES	14
1.4.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	14
1.4.2	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	14
1.4.3	ORGANIZACIÓN FUNCIONAL DE LA EMPRESA	42
1.4.4	DEFINICIÓN DE LAS TAREAS Y FUNCIONES	43
1.5	PARTES QUE CONFORMAN LA AMPLIACIÓN DE LÍNEA.....	43
1.5.1	AMPLIACIÓN DE SALIDA DE LOS CALIBRADORES.....	45
1.5.2	ELEVADOR DE CORREA CON CANGILONES DE GOMA.....	47
1.5.3	TRANSPORTADOR DE CORREA DE BANDA ESTÁNDAR.....	48
1.5.4	DESVÍO PARA TRANSPORTADOR.....	50
1.5.5	ELEVADOR "LARGO".....	51
1.5.6	TRANSPORTADOR DE CORREA ELEVADO.....	52
1.5.7	TRANSPORTADOR DE CORREA SALIENTE.....	53
1.5.8	DISTRIBUIDOR DE FRUTA	54
1.5.9	SILO DE ALMACENAMIENTO Y CARGA AUTOMÁTICA.....	55
1.5.10	HANGAR DE CARGA.....	56
1.5.11	CUADRO GENERAL Y DE CONTROL.....	58
1.6	CONCLUSIONES, PROBLEMATICAS Y MEJORAS FUTURAS	60
1.6.2	PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS	61
1.6.3	MEJORAS FUTURAS	62
2.	MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	65

2.1.	SISTEMA DE EVALUACIÓN DE INVERSIONES.....	65
2.2	EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL (ANTES DE LA AMPLIACIÓN DE LÍNEA).66	
2.2.1	MANO DE OBRA ACTUAL.....	66
2.2.2	MATERIAL ACTUAL EMPLEADO.....	69
2.2.3	MANTENIMIENTO ACTUAL.....	69
2.2.4	USO ACTUAL DE LAS CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN.....	70
2.2.5	GASTO ENERGÉTICO ACUTAL.....	72
2.3	EVALUACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA.....	72
2.3.1	MANO DE OBRA.....	72
2.3.2	MANTENIMIENTO.....	73
2.3.3.	NUEVO USO DE LAS CÁMARAS DE REFRIFERACIÓN.....	74
2.2.4	GASTO ENERGÉTICO.....	74
2.4.	CUADRO COMPARATIVO ANTES Y DESPUÉS.....	75
2.5	PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA.....	76
2.5.1	PRESUPUESTO.....	76
2.5.2	VIABILIDAD ECONÓMICA Y RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	78
2.6	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL HANGAR DE CARGA.....	79
2.6.1	REQUISITOS DEL CTE.....	79
2.6.2	DATOS DE PARTIDA.....	81
2.6.3	COMPOSICIÓN DE FUERZAS.....	93
2.6.4	COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA ACTUAL SEGÚN CTE.....	96
2.6.5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA POSIBLE INCORPORACIÓN DE UN SEGUNDO SILO.....	100
2.6.6.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL SOBRE ESTRUCTURA MODIFICADA CON SEGUNDO SILO.....	105
3.	PLANOS.....	110
4.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	114
4.1	MANUAL.....	114
4.1.1	INICIO.....	114
4.1.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS.....	122
5.	ANEXOS.....	135
5.1	ESTUDIO DE SEGURIDAD.....	135
5.1.1	INTERIOR DEL ALMACÉN.....	135
5.1.2	ZONA EXTERIOR.....	136
5.1.3	SEGURIDAD DURANTE LAS CARGAS.....	137

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN/MOTIVACIÓN

Fruto de mi experiencia adquirida en la empresa de Perales & Ferrer, que se dedica a la confección de cítricos frescos, donde estoy desarrollando mi proyección laboral, surgió la idea de mejorar una de las líneas de confección.

Se va a construir en el centro 3 de Perales & Ferrer una tolva de almacenamiento de fruta con capacidad de 20 toneladas para la carga rápida de camiones destinados a la industria cítrica.

La empresa se dedica a la confección de cítricos frescos, por lo que dicha ampliación de la línea de producción sería en sí, una ampliación del calibrador óptico Compac Spectrim.

Se precisa de una nueva salida de calibrador, conectado a un tramo de cintas y escalerillas que permitan transportar la fruta desde la línea de confección hasta la tolva de abastecimiento que estará construida en el exterior de la nave.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto principal de este proyecto es finalizar mis estudios del Grado de Ingeniería Mecánica desarrollado en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Para el estudio de este proyecto, me ayudaré de mi experiencia como responsable de producción, así como de los restantes departamentos de la empresa, y tomaré los datos necesarios referentes a la misma.

Entrando en los aspectos técnicos, uno de los principales objetivos será analizar la mejora en la productividad del centro 3 de Perales & Ferrer SL a partir de la incorporación de un nuevo conjunto de maquinaria que permitirá ampliar una de las líneas de producción y trabajar de una manera mucho más automatizada el proceso de carga de industria o cítrica. Para ello, se hará una evaluación de la productividad antes de la incorporación de la nueva maquinaria basándome en datos de las campañas 2018/2019 y 2019/2020, con el fin de obtener los datos que esperamos mejorar y se comparará con las posibles mejoras que pueda introducir la nueva maquinaria.

Después, se analizará la viabilidad económica del proyecto propuesto, así como sus posibles mejoras o alternativas.

También será objeto de este proyecto el estudio de seguridad laboral para garantizar la integridad física de los trabajadores.

Finalmente, se hará un análisis técnico acerca de la estructura que compone el grueso de la ampliación, de manera que garanticemos su estabilidad y posible ampliación.

Las ventajas que se buscan al realizar este proyecto son las siguientes:

- Disminución de coste de mano de obra

-Reducción del tiempo de carga de los camiones industriales (Con la mejora de condiciones contractuales con el cliente que esto supone).

-Aprovechamiento de las antiguas salidas de esta fruta para nuevas líneas de confeccionado.

Como inconvenientes asumimos los siguientes:

-Capacidad limitada de la tolva: Será necesario un esfuerzo logístico extra para que el dispositivo se pueda descargar antes de llegar a su límite. Si superamos las 20tn, deberemos habilitar otra salida para esa fruta.

-Imposibilidad para la revisión de calidad: No se podrá comprobar la calidad tan fácil como cuando la fruta en cuestión se depositaba en cajas. Como posible solución se puede buscar una mejora en el sistema de calidad del calibrador óptico.

1.3 DEFINICIONES

1.3.1 BIN

Un bin es un recipiente de almacenamiento de fruta con capacidad para aproximadamente 200kg (en cítricos).

Pese a poder ser fabricado por diversas marcas, tiene unas medidas normalizadas, de manera que pueda ser operado por las carretillas y volcadores habituales.

Junto con las cajas de campo, son los únicos envases de almacenamiento disponibles para el trabajo en las empresas del sector.

Sus principales ventajas son la maniobrabilidad, la capacidad, y la seguridad que ofrecen debido a sus dimensiones.

Los bins se apilan de cuatro en cuatro para su transporte y uso en planta, y pueden llegar a apilarse hasta 12 para su almacenamiento.

La principal desventaja viene dada en las tareas de recolección, ya que es necesario tener una carretilla in situ para poder ser cargados en el camión.

La mayoría de fincas todavía no tiene un acceso preparado para este tipo de maquinaria, por lo que las cajas de campo son el método más utilizado.



Figura 1. almacenamiento de bins en el almacén

1.3.2 CAJA DE CAMPO

Tal y como se menciona anteriormente, la caja de campo es el método más utilizado para la recolección de cítricos.

Tienen una capacidad de 20kg, y al igual que los bins, tienen unas medidas normalizadas.

Su principal ventaja es su tamaño compacto, que las hace útiles en cualquier tipo de cosecha, ya que pueden ser operadas a mano, tanto para la cosecha como para la carga en el transporte.

Por el contrario, necesitan apilarse en un palet con hasta 42 envases, lo que lo convierte en una carga inestable y peligrosa para una carretilla.

Tanto las cajas como los bins son utilizados para tareas de almacenamiento dentro del almacén, y no son exclusivamente elementos de recolección.



Figura 2. Cajas de campo de dos colores distintos

1.3.3 CALIDADES

La principal tarea en una planta de envasado de fruta es seleccionar correctamente la calidad que corresponde a cada cliente.

Esta selección tradicionalmente se ha hecho manualmente, usando operarios a lo largo de la línea para, bajo su criterio, separar unas y otras frutas hacia diferentes vías, donde posteriormente se envasarán.

En la actualidad, cada vez más empresas cuentan con calibradores ópticos, que de manera informatizada, deciden, mediante el uso de enormes bases de datos a qué calidad corresponde cada una de las frutas que pasa por la línea.

El ahorro en mano de obra es sustancial, si bien, la inversión es elevada.

Dentro de los cítricos, se separa principalmente en cuatro calidades:

1.3.3.1 PRIMERA CALIDAD

La primera calidad es aquella que admite menos defectos, y se utiliza para trabajar con los clientes más exigentes (Cadenas de supermercados). También es la que se paga a mayor precio. Supone aproximadamente el 65% de la recolección total.

Como podemos observar en las imágenes, se trata desde fruta completamente libre de defectos, hasta algunas piezas con defectos menores.

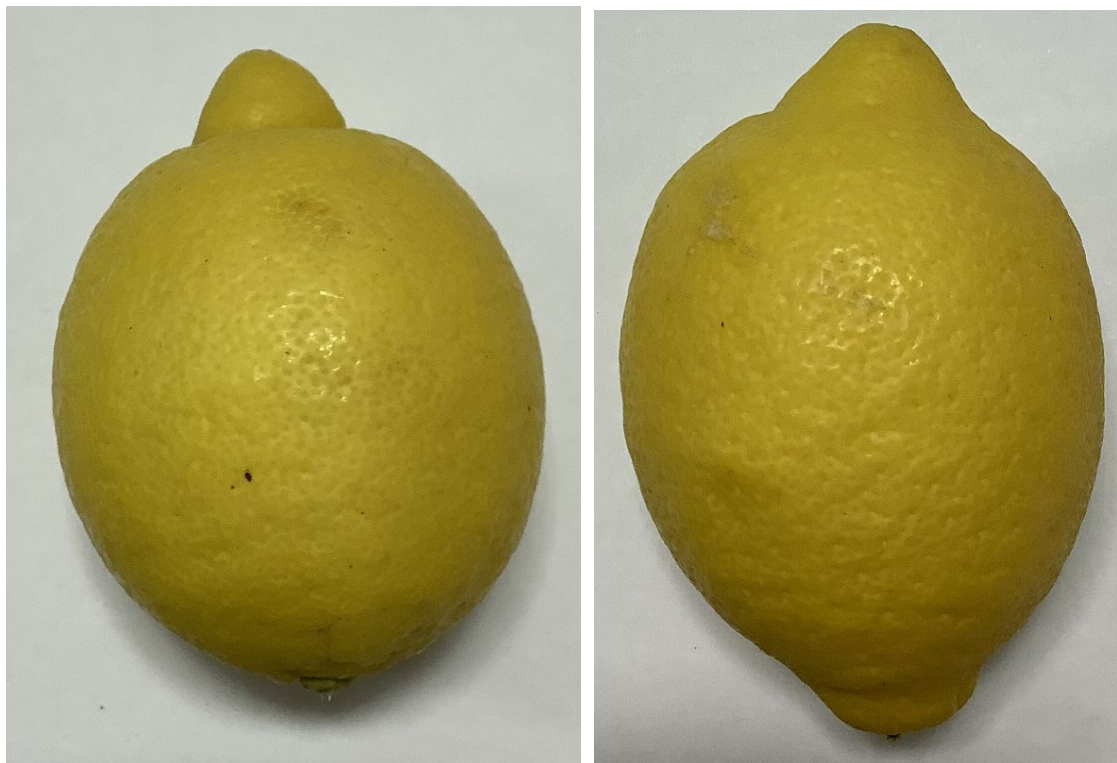


Figura 3. Limones de primera calidad.

1.3.3.2 SEGUNDA CALIDAD

La segunda calidad es aquella utilizada para clientes con menos exigencias y está dedicada a mercados, grandes distribuidores al por mayor, o a grandes cadenas que además del producto de primera calidad, quieren una gama de precio reducido.

La fruta cuenta con desperfectos superficiales que no afectan al estado del producto, y su venta es significativamente más barata que el producto de primera calidad.

La segunda calidad supone aproximadamente el 15% de la recolección.



Figura 4. Limones de segunda calidad.

1.3.3.3 INDUSTRIA

La industria es la última de las calidades aprovechables, y sobre la que girará este proyecto.

Hablamos de fruta con defectos superficiales severos que incluso afectan al interior. Es desaconsejable su consumo en fresco, por lo que su única opción es el procesado.

Esta calidad se carga en camiones de caja abierta y se destina a la elaboración de zumos, concentrados y aceites entre otros.

Su precio es muy bajo en comparación con las calidades primera y segunda, y supone aproximadamente el 20% de la recolección.



Figura 5. Limones calidad industria.

1.3.3.4 PODRIDO

Durante el almacenamiento de la fruta es posible que algunas piezas se pudran.

Esto se debe a pequeños pinchazos o cortes que puedan tener en la superficie, o simplemente a alguna bacteria que se ha estado incubando antes de su recolección.

La fruta podrida no es apta para ningún tipo de consumo, por tanto, no tiene salida comercial.

Es conveniente retirarla manualmente antes de ser introducida en la línea de confección para evitar contaminar la misma, y se deposita en contenedores que se llevan posteriormente al vertedero.

La fruta podrida no se recolecta, se trata de ejemplares que se recogieron sanos y han podrido después, y suponen un porcentaje ínfimo respecto al total de Kg confeccionados, pero su manipulación requiere una mano de obra y gasto de material y servicios.

A pesar de ser cantidades pequeñas, a lo largo de la campaña la fruta podrida supone una cifra importante debido a la merma de fruta que se ha comprado, por ello, se trabaja codo con codo con las empresas que suministran los tratamientos post-cosecha para reducir dicha merma.



Figura 6. Limón prodrido

1.3.4 CONFECCIÓN

Una confección es la forma en la que se sirva la fruta a un cliente.

Dependiendo del pedido, este deberá realizarse en una sección u otra de la planta, adaptada a producir la confección deseada.

Algunas de las confecciones más importantes son las siguientes:

1.3.4.1 MALLA

Son bolsas plásticas que contienen una cantidad o un peso determinado, y se confeccionan aprovechando una maquinaria específica para ello.



Figura 7. Confección en malla

Como se puede observar en las imágenes, hay distintos tipos de confección dentro del grupo de las mallas, como siempre, atendiendo a las preferencias de los clientes.

1.3.4.2 ENCAJADO

El encajado es una confección se realiza de manera manual en cajas, ya que la fruta debe ir dispuesta en un orden concreto dentro de la caja, procurando que quede de manera uniforme. Además, algunos clientes requieren que se usen sellos adhesivos en cada pieza. Estos sellos suelen incluir un número o código de barras para cobrar las piezas una por una en el supermercado. Esta práctica está muy extendida en el reino unido y norte de Europa.



Figura 8. Confección encajada en bandeja con sellos.

1.3.4.3 GRANEL

Esta confección es similar al anterior, aunque no requiere que la fruta sea dispuesta en orden, ni con sellos, por lo que es posible confeccionarlo de manera automática en máquinas llamadas graneleras.

Esta confección apenas requiere mano de obra, por lo que es la más eficiente a la hora de producir, y será de importancia en el resto del proyecto. Este tipo de confección es la más demandada por supermercados que venden las frutas al peso, que es lo más común en nuestra zona.



Figura 9. Confección a granel.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Perales & Ferrer es una empresa con 45 años de antigüedad dedicada a la exportación de cítricos frescos a todo el mundo.

Actualmente la empresa cuenta con 3 centros de confección distribuidos en las localidades de Bigastro, Albatera y Orihuela.

La compañía forma parte del grupo Citri&Co desde 2018, que es líder mundial en exportación de fruta fresca.

Es en el centro de producción 3, situado en Albatera (Alicante) dónde se estudiará esta ampliación de la línea de producción. Esta planta se inauguró en el año 2018 y es la más moderna del grupo.

En una planta de confección de cítricos existen diferentes calidades apropiadas para el consumo. La última de estas calidades es la que se conoce como "calidad industria" (anteriormente descrita), que debido a la cantidad de defectos que contiene la fruta, solo se puede utilizar en la industria cítrica para la extracción de zumo y aceites esenciales.

Esta fruta se carga en camiones de caja abierta, y hasta ahora, el trabajo se realizaba utilizando carretillas volcadoras. El tiempo de carga de un camión se estima en 4 o 5 horas (2 personas). En plena producción será necesario cargar hasta 3 camiones diarios para poder 'deshacerse' de la fruta con calidad industria generada en planta.

1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

En la figura podemos ver un esquema de la línea de confección antes de la ampliación.

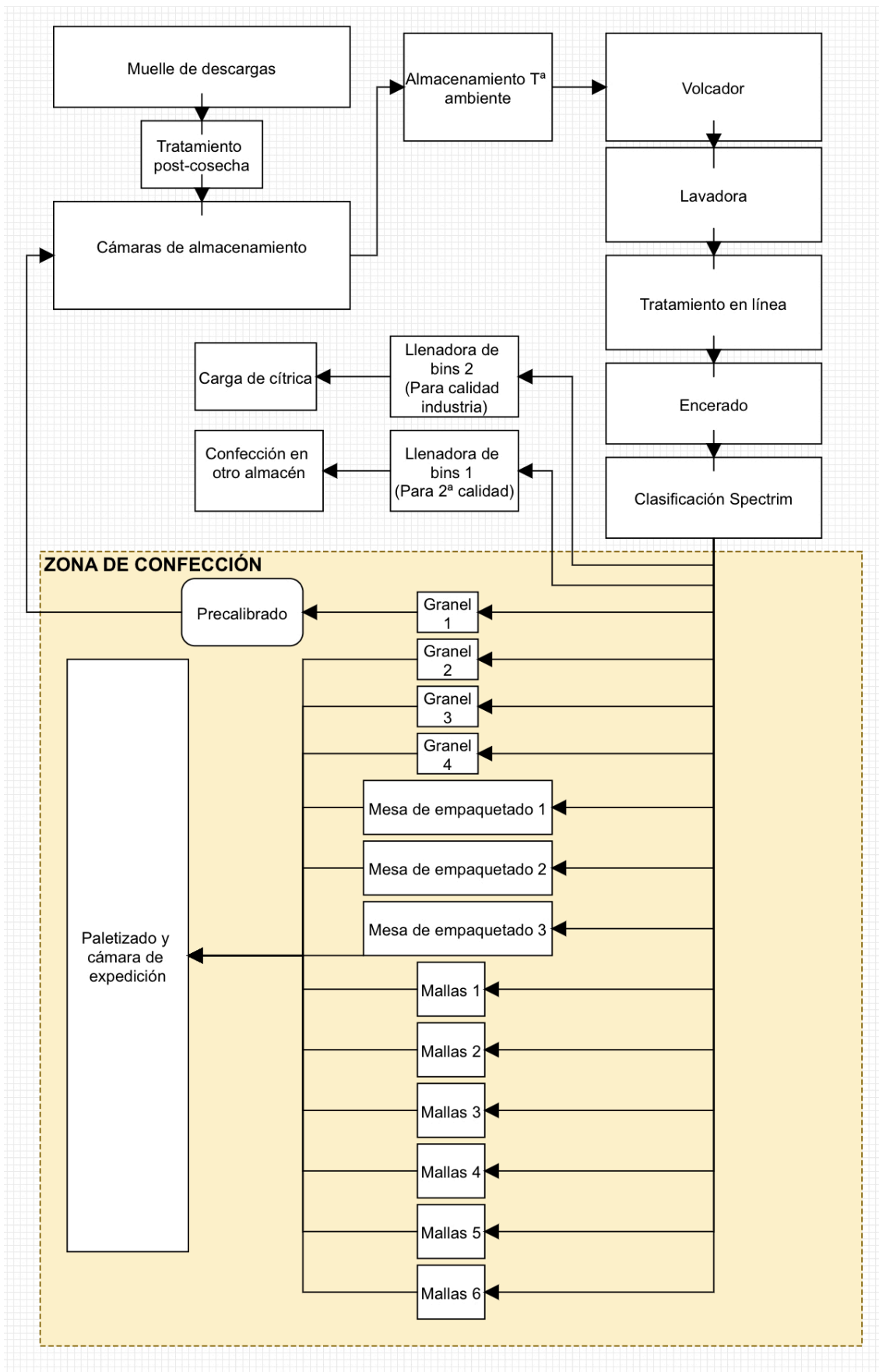


Figura 10. Esquema de la línea de producción ANTES de la ampliación.

A continuación, pasamos a describir la línea de producción tramo por tramo. Cualesquiera de los siguientes procesos son indispensables a la hora de conseguir un producto final de calidad.

1.4.2.1 DESCARGA Y TRATAMIENTO POST-COSECHA.



Figura 11. Muelle de descargas



Figura 12. Lavado en drencher exterior

La materia prima es recogida diariamente en los cultivos que la empresa ha seleccionado previamente.

Se almacenan en cajas de 20kg, o en Bins de 200kg, para ser transportados al almacén en camiones.

Una vez la fruta es descargada, esta es lavada en un DRENCHER, que mediante unas duchas, aplica un tratamiento a todo el palet, incluyendo el envase, que al tener aberturas tanto laterales como inferiores, permiten que se empape toda la fruta contenida, incluida la que se encuentra en la parte inferior.

El tratamiento resulta más eficaz si se aplica en el mismo momento de la descarga, es decir, mejor cuanto menos tiempo pase después del corte.

El tratamiento que se aplica varía según el resultado que se quiera conseguir, pero, en definitiva, el objetivo es evitar los podridos a largo plazo.

Para ello existen diferentes productos, cuya intensidad es variable en función de la resistencia que pueda desarrollar la fruta. Por poner un ejemplo sencillo, el Imazalil es un producto "suave" a la hora de prevenir podridos, pero se puede utilizar durante todo el año, ya que la fruta apenas desarrolla resistencia a él. En cambio, el Pyrimetanil es un producto muy eficaz, que garantiza la calidad de la fruta durante su aplicación, pero este químico no debe usarse durante un prolongado periodo de tiempo, ya que la fruta tiende a desarrollar una resistencia muy pronta. Una vez que la fruta desarrolla resistencia a un producto es necesario vaciar todo el stock acumulado y hacer una desinfección exhaustiva del lugar de almacenamiento, para eliminar las trazas que puedan existir de producto, de manera que la fruta que entre nueva no reciba ninguna cantidad del producto que pueda quedar suspendida.

Estos productos son básicamente fungicidas, y se recomienda dejarlos actuar durante un mínimo de 48 horas.

Si por motivos de producción es necesario utilizar esa materia prima antes de esas 48 horas, la línea de confección está preparada con un DRENCHER ONLINE (se explica a continuación), de manera que evitaríamos este paso.

Una vez que la fruta ha sido tratada, se etiqueta y se almacena en las cámaras de almacenamiento.



Figura 13. Etiqueta en palet a su entrada.

1.4.2.2 CÁMARAS DE ALMACENAMIENTO



Figura 14. Cámara ocupada por limones de exportación



Figura 15. Cámara ocupada con limón nacional

La empresa dispone de cámaras de almacenamiento con capacidad para un millón de Kilogramos, y pueden ser usadas tanto en frío como en desverdizado.

1.4.2.2.1 CÁMARA DE FRÍO

Se utilizan las cámaras de frío para conservar la fruta una vez que esta tiene la maduración deseada, ya sea en un producto terminado, fruta del campo, o un producto listo para confeccionar.

La temperatura de conservación varía desde unos 6 a 12°C, dependiendo de la variedad de limón.

1.4.2.2.2 CÁMARA DE DESVERDIZADO

En el caso de recibir fruta verde, es necesario iniciar un proceso de maduración, o desverdizado.

Se consigue a partir de gas etileno, humedad, y una temperatura entre 21 y 26°C, que cualquier tipo de cítrico adquiera el color deseado en un periodo de 5 a 7 días.

Este proceso es absolutamente necesario entre septiembre y noviembre, ya que, hasta el mes diciembre, los cítricos en España todavía se recolectan verdes.

Una vez que el producto tiene el color deseado, debe abandonar la cámara de desverdizado, ya sea para conservarse en frío, o para ser confeccionado en la línea.

Las cuatro cámaras de las que dispone la empresa pueden ser utilizadas en ambos modos.

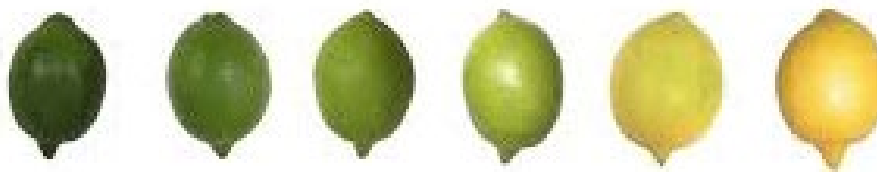


Figura 16. Proceso de desverdizado de limón

1.4.2.3 VOLCADOR

Al abandonar las cámaras, es aconsejable que la fruta esté del orden de 8 horas a temperatura ambiente, de esta manera, neutralizaremos el efecto de la condensación que se forma en la piel de la fruta debido al cambio de temperatura.

Un operario, posteriormente alimenta los volcadores utilizando una carretilla elevadora, y estos depositan cuidadosamente el contenido de las cajas y/o bins para devolverlos vacíos y paletizados.

A partir de aquí, la fruta se moverá mediante cintas y rodillos siguiendo los siguientes pasos a realizar en la línea de confección.

Podemos considerar que la fruta HA SIDO VOLCADA EN LÍNEA, y otro operario se encarga de registrar la etiqueta que se generó en el momento de la descarga con el objetivo de tener una minuciosa trazabilidad.



Figura 17. Volcador de cajas



Figura 18. Volcador de Bins

La planta está compuesta por dos volcadores de cajas de 20kg y un volcador de Bins de 200kg, que se pueden combinar entre sí para alcanzar la capacidad máxima de volcado de 35 tn/h.

Esta maquinaria está especialmente diseñada para el trabajo con limón, ya que este cítrico no puede ser golpeado, ya que desprende ácido cítrico, y además de manchar su piel, puede crear corrosión en el metal.

1.4.2.4 LAVADORA



Figura 19. Lavadora y módulo citrovision.

Una vez que la fruta está depositada en la línea, nos encontramos con la lavadora.

La función de esta es eliminar los posibles restos de tierra o manchas de agua de la piel de los limones. Para ello se aplica un jabón neutro con agua y desinfectante.

El módulo Citrovision se encarga de contabilizar la cantidad de fruta para aplicar más o menos cantidad de los productos nombrados anteriormente.

1.4.2.5 DRENCHER ONLINE



Figura 20. Drencher Online

En el caso de que la fruta no haya podido ser tratada en el momento de su descarga (porque no se garantizaban las 48 horas de acción del producto), se pone en marcha el drencher online.

Con este instrumento aplicamos unas cascadas continuas de agua con tratamiento, que mediante unas calderas se consigue aplicar a unos 35°C.

De esta manera, el tratamiento penetra mejor en la fruta y asegura una actuación permanente durante la vida comercial del producto.

Es importante añadir que las dosis y los productos que se utilizan en el Drencher online son exactamente los mismos que se utilizan en el otro drencher. Pero los resultados son levemente inferiores.

1.4.2.6 APLICADOR DE CERA

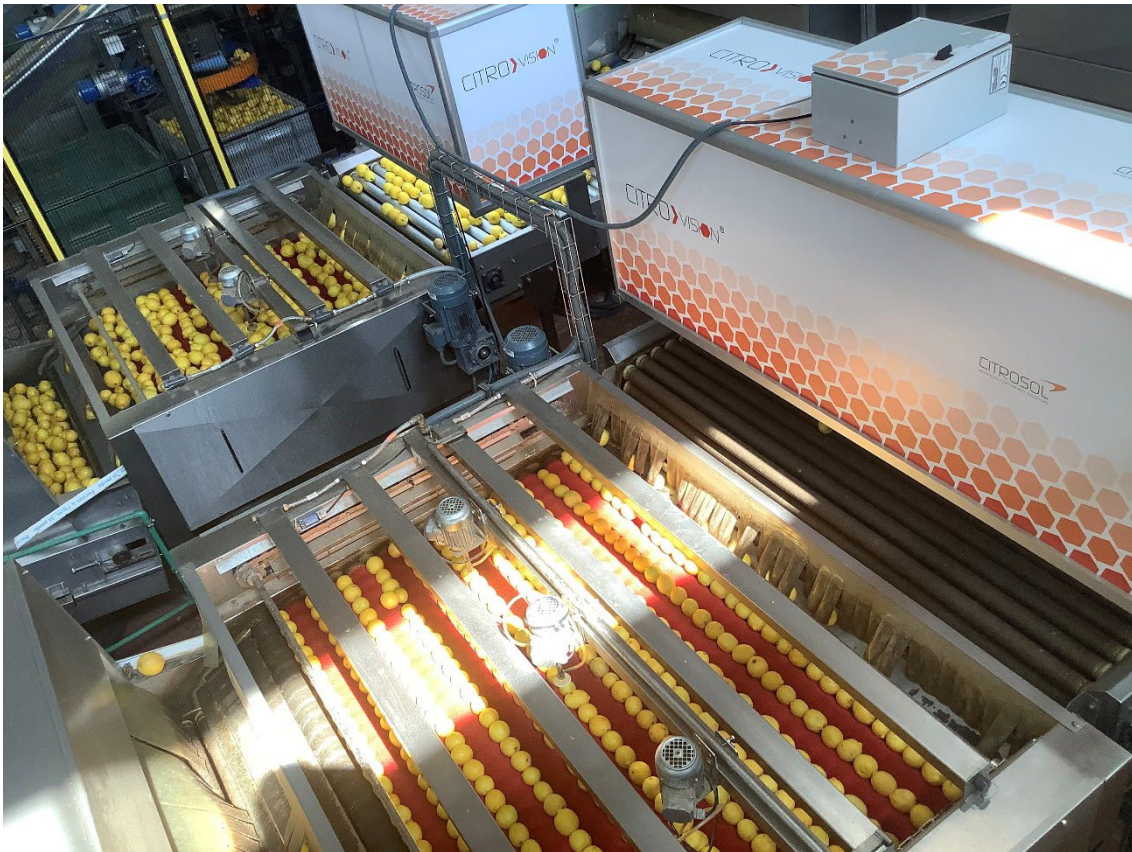


Figura 21. Aplicador de cera y módulo citrovision.

En caso de que los clientes deseen el producto con una capa de cera se puede activar su aplicación. Nuevamente, es un módulo Citrovision quien devuelve la cantidad de fruta que discurre en ese instante para aplicar una u otra medida.

La cera protege la piel evitando que una posible herida evolucione, además de dar un aspecto más brillante.

Por el contrario, neutraliza el sabor de la piel, que tantas veces se utiliza en cocina.

1.4.2.7 SPECTRIM



Figura 22. Módulo informático del calibrador Spectrim.



Figura 23. Calles del calibrador Spectrim.

El calibrador Spectrim es capaz de separar la fruta en diferentes tamaños y diferentes calidades.

Es una herramienta esencial, aunque no es infalible.

De esta manera, las salidas de confección reciben exactamente el producto que el cliente necesita.

Su funcionamiento se basa en unas cámaras orientadas en posición cenital que son capaces de capturar 70 imágenes de cada fruta mientras esta gira, de manera que quede fotografiada toda su revolución. El programa informático detecta todas las manchas en la piel, las identifica, y las clasifica.

Dependiendo de la magnitud de los defectos encontrados la fruta se clasifica en:

- PRIMERA CALIDAD.
- SEGUNDA CALIDAD.
- INDUSTRIA.
- PODRIDO.

(calidades descritas en el apartado 1.3.3)

Una vez se ha clasificado la calidad, unas básculas situadas después de las cámaras pesan las frutas, pudiendo así determinar el calibre de cada fruta.

La clasificación de calidad y calibre pasan entonces al módulo SIZER, que es una herramienta informática que permite elegir la combinación que queremos confeccionar en cada una de las salidas.

Por último, la taza en la que se ha depositado cada pieza se vuelca al llegar a la salida deseada, y es transportada mediante cintas a su lugar de confección.

1.4.2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD

La tecnología actual permite clasificar de manera correcta e instantánea con un 95% de efectividad el género de trabajo.

Para ello, el calibrador Spectrim captura 35 imágenes a color, y 35 imágenes en infrarrojos de cada una de las piezas que se trabajan.

De esta manera, se obtienen imágenes de toda la revolución de la fruta, en este caso, el limón.

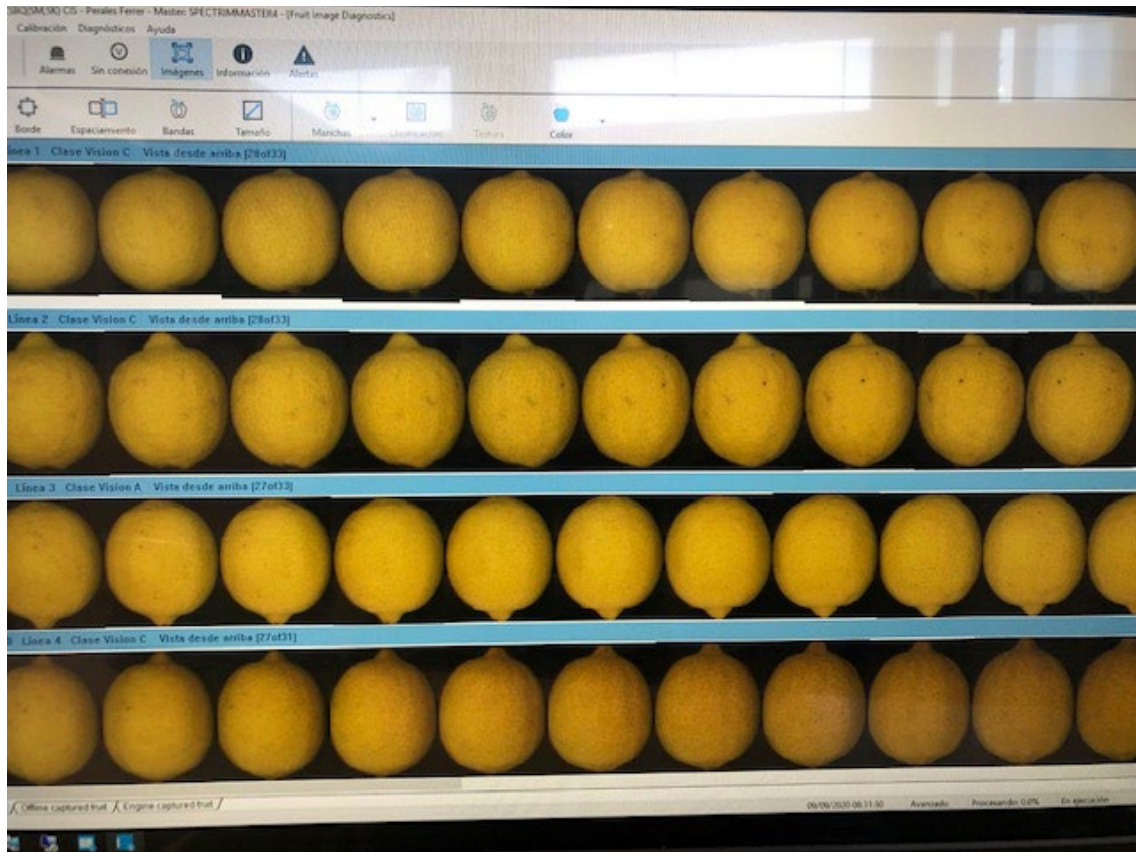


Figura 24. Capturas del calibrador Spectrim.

Después, el software detecta las manchas, es decir la tonalidad diferente al amarillo estándar, y evalúa su tamaño.

Una vez dicha mancha ha sido detectada y medida, es comparada con las otras imágenes que alimentan una extensa base de datos, de manera que por aproximación se pueda detectar qué tipo de defecto es.

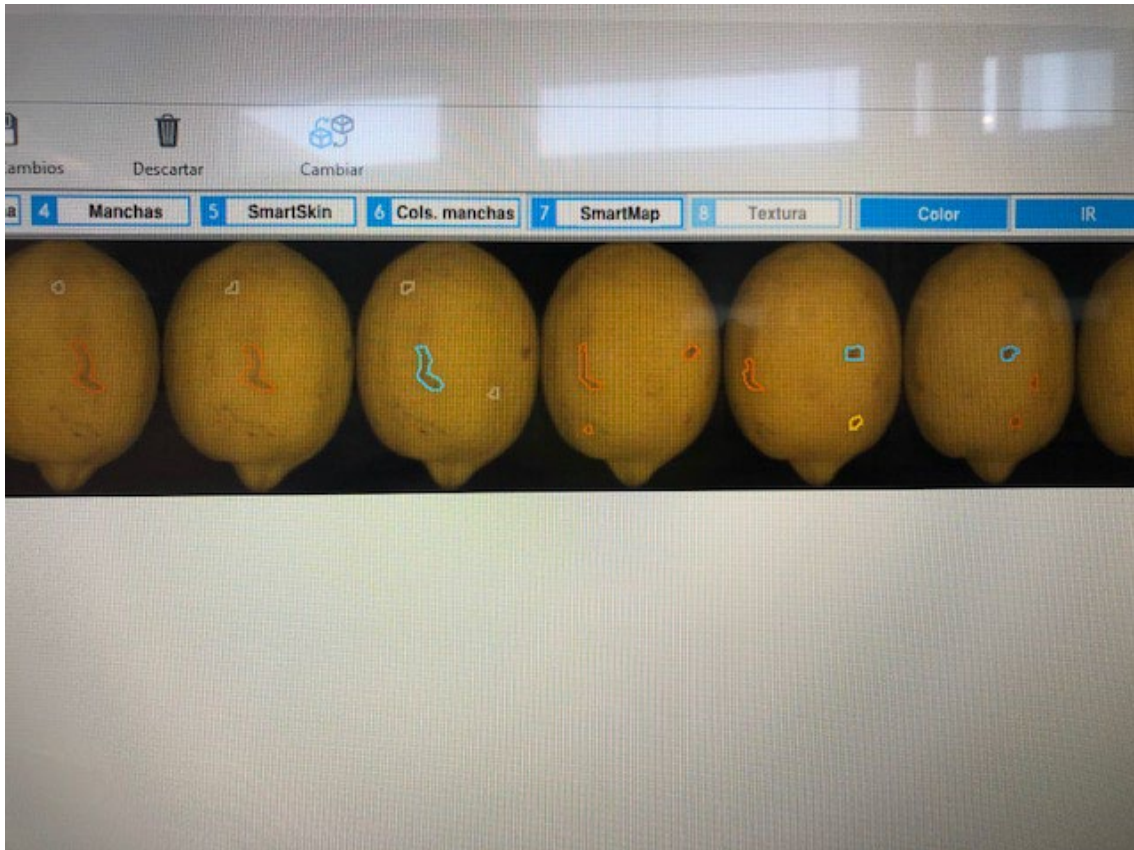


Figura 25. Manchas detectadas por el calibrador spectrim.

Conociendo el defecto, y su tamaño, el software introduce dichos datos en una tabla de clasificación, que previamente ha sido creada por los departamentos de producción y calidad.

ESTUDIO DE AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CÍTRICOS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL SOPORTE DEL SILO DE CARGA

Caracter	Modo	Mínimo	A. Ext Claro		B. Ext Oscuro		C. 1ra A Claro	
			Peq	Gordo	Peq	Gordo	Peq	Gordo
Amarillo	%		0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0
Verde Claro	%		0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0	0.0 a 15.0
Verde Oscuro	%		0.0 a 5.0	0.0 a 5.0	0.0 a 5.0	0.0 a 5.0	0.0 a 5.0	0.0 a 5.0
Defecto	%		0.0 a 100	0.0 a 100	0.0 a 100	0.0 a 100	0.0 a 100	0.0 a 100
Verde Claro + Verde Oscuro			0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0
Claro	Área		0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999
Medio	Área		0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999
Oscuro	Área		0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999
Verde	Área		0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999
IR	Área		0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999	0.0 a 9999
Negro	Área		0.0 a 9999	0.0 a 100	0.0 a 9999	0.0 a 100	0.0 a 9999	0.0 a 9999
Araña	Área		0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0
Piojo	Cuenta		0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0
Piojo Área	Área		0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0
Rameado Claro	por10k		0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0
Rameado Oscuro	por10k		0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0
Rameado severo	Área		0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0	0.0 a 40.0
Mancha Negra	por10k		0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0	0.0 a 10.0
Podrido	Área		0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0	0.0 a 20.0
Podrido cuenta	Cuenta		0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0
Oleo	por10k		0.0 a 30.0	0.0 a 30.0	0.0 a 30.0	0.0 a 30.0	0.0 a 30.0	0.0 a 30.0
Oleo P	Cuenta		0.0 a 2.0	0.0 a 2.0	0.0 a 2.0	0.0 a 2.0	0.0 a 2.0	0.0 a 2.0
Oleo M	Cuenta		0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0	0.0 a 1.0
Oleo G	Cuenta		0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0	0.0 a 0.0
Quemado NT	Cuenta		0.0 a 50.0	0.0 a 50.0	0.0 a 50.0	0.0 a 50.0	0.0 a 110	0.0 a 110

Figura 26. Tabla de tolerancias para las calidades.

Es así como conseguimos situar cada pieza de fruta en su correspondiente rango de calidad.

1.4.2.7.2 CLASIFICACIÓN DEL CALIBRE Y DISTRIBUCIÓN

Después de conocer la calidad de la fruta, esta se pesa en unas balanzas ultra precisas situadas en el mismo calibrador, y de esta manera seremos capaces de conocer su peso.

El último paso es distribuir la fruta en sus correspondientes líneas de confección, para lo cual se utiliza un intuitivo software llamado SIZER.

Atendiendo al lugar dónde queremos distribuir los diferentes tamaños y calidades, el calibrador dispone de un sistema de solenoides, que en el momento exacto se disparan para hacer que cada pieza de fruta caiga en el lugar que le corresponde.

ESTUDIO DE AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CÍTRICOS Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL SOPORTE DEL SILO DE CARGA

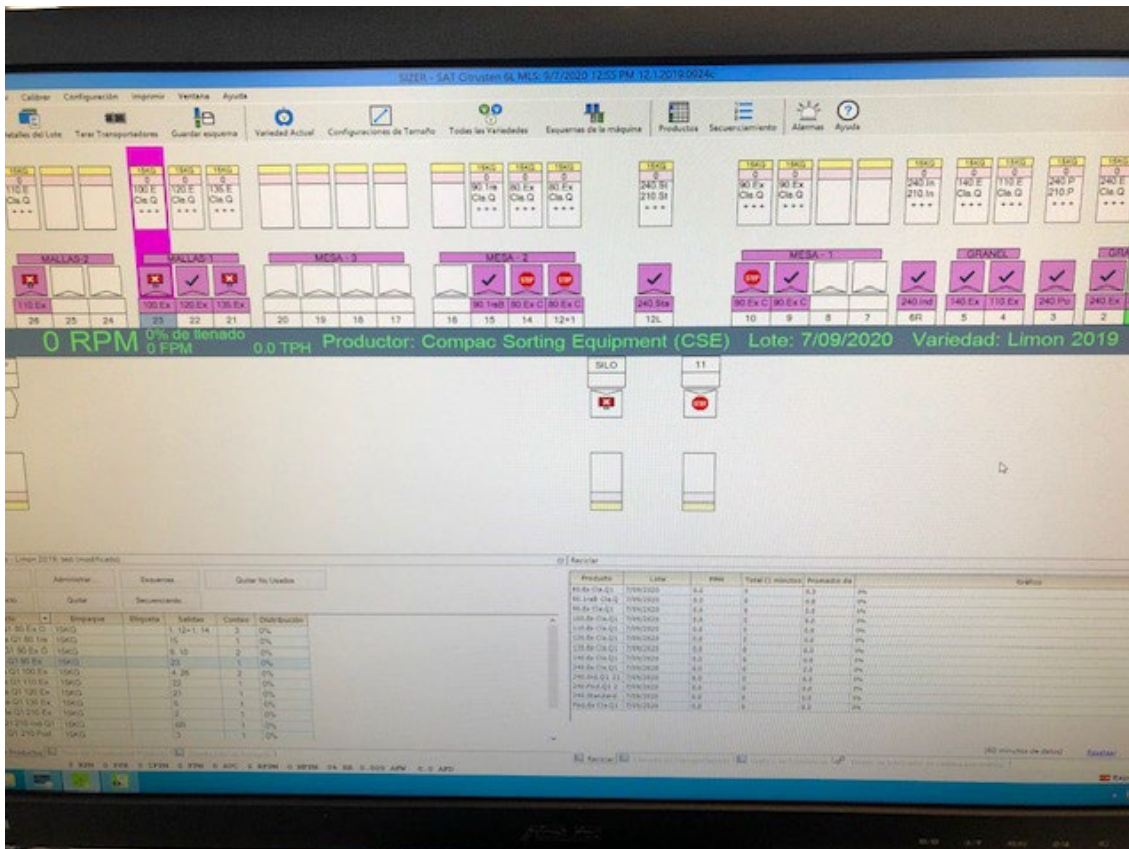


Figura 27. Esquema de la línea en el módulo Sizer

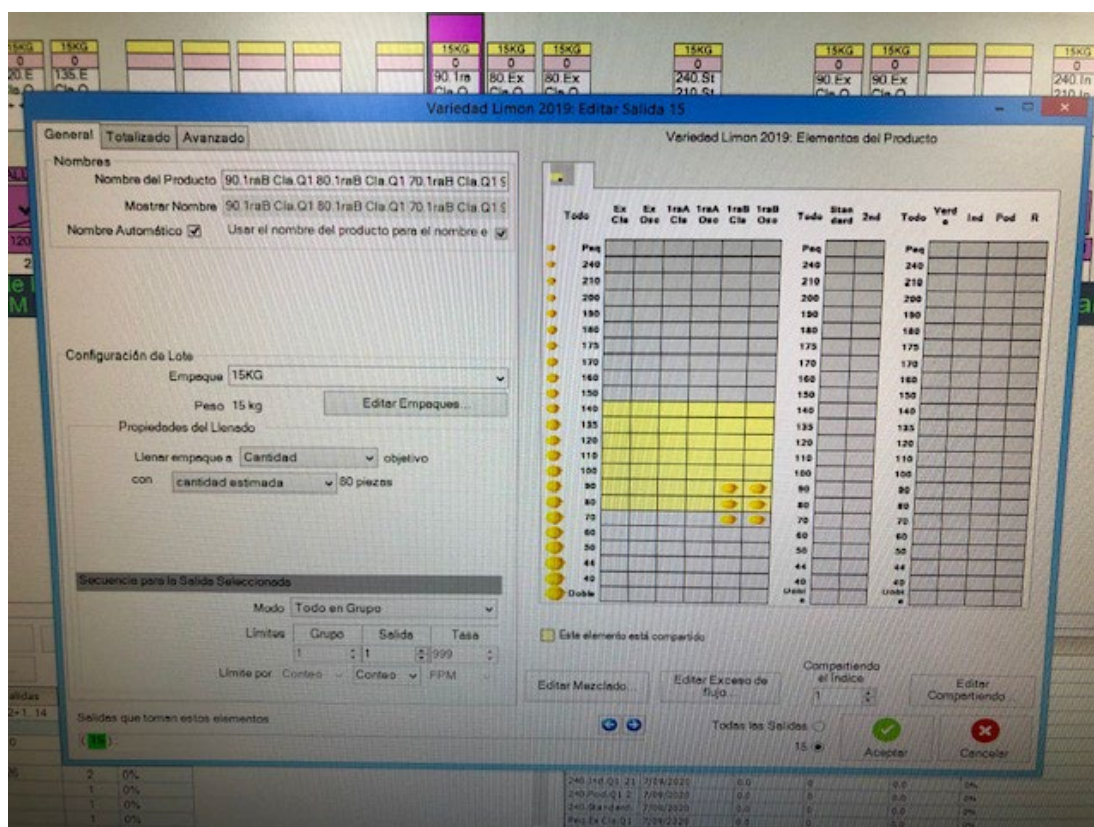


Figura 28. Selección de producto para una salida.

1.4.2.8 SALIDAS DE CONFECCIÓN

Desde el calibrador se asignan salidas a la fruta, y éstas pueden ser:

1.4.2.8.1 CONFECCIÓN MANUAL

Este sistema de confección es el que se ha utilizado tradicionalmente. Se trata de llenar a mano las bandejas, cajas o mallas. En esta empresa solo se realizan confección a mano por encajado y a granel.

El llenado lo realizan operarios manualmente y las depositan en unas cintas. Al final de la cinta hay unas básculas para que otro operario las pese y revise. Finalmente, estas cajas se paletizan también manualmente.



Figura 29. Limones preparados para encajado manual.



Figura 30. Limones encajados en bandejas.



Figura 31. Limones encajados con sello.

1.4.2.8.2 GRANELERAS DE LLENADO AUTOMÁTICO

Son alimentadas con fruta desde el calibrador, y por cajas vacías desde el almacén de cajas.

Estas máquinas son capaces de llenar automáticamente la caja por peso o por piezas.

Están reguladas con un sistema de tiempos de lona para que la caja avance mientras se llena, de manera que quede uniforme.

Después sigue un paletizador automático, por lo que el ahorro en mano de obra es notable.



Figura 32. Granelera automática

Las llenadoras automáticas permiten tanto confeccionar producto terminado como precalibrar.

1.4.2.8.2.1 PRECALIBRADO.

En adelante en este proyecto cobrará especial importancia el precalibrado.

El precalibrado consiste en sacar de la línea fruta de un determinado calibre y calidad, de manera que en un futuro podamos volver a introducirlo sabiendo con las características de esta materia prima.

Este proceso es más una necesidad que una práctica ventajosa. Es posible que durante la producción no tengamos pedidos para un determinado calibre, o no tengamos un lugar en el que confeccionarlo (suele pasar con la fruta muy grande o muy pequeña). También se precalibra el limón que todavía está verde, de manera que podamos meterlo en una cámara de desverdización y hacer que adquiera el color deseado.

Es importante añadir que el precalibrado es una práctica indeseable, ya que para la misma fruta gastamos el doble de producto aplicado en línea (Detergente, tratamiento, cera...), por lo que es importante utilizarlo de una manera adecuada.

Si bien lo óptimo es que durante la producción cada calibre y calidad tenga un lugar en que confeccionarse, hay productos cuya producción “en línea” no resulta óptima.

Habiendo analizado durante dos campañas el proceso productivo puedo concluir que siempre será necesario precalibrar al menos un producto.

La manera de precalibrar se basa en utilizar una granelera para llenar cajas de campo, en lugar de llenar cajas de producto finalizado. Por tanto, una de las cuatro graneleras automáticas la destinaríamos a sacar este producto.





Figura 33. Precalibrado de calibre 1.

1.4.2.8.3 MALLAS

En Europa la confección más recurrente es la malla, que consiste en un conjunto de frutas (piezas o peso) en una malla de plástico y con una etiqueta identificativa en la que se imprimen los datos de consumo preferente y valores nutricionales entre otros.

Para producir mallas existen unas máquinas diseñadas específicamente para tal fin.

En la empresa se disponen de máquina de la marca GIRÓ, que además proporciona los consumibles.

La fruta que se asigna desde el calibrador alimenta un “pulmón”, que da acceso a la propia máquina enmalladora, y esta devuelve una bolsa, que mediante una cinta avanza hasta el lugar en el que varios operarios las introducen en cajas que posteriormente son paletizadas de manera automática.



Figura 34. Sección de máquinas enmalladoras



Figura 35. Malla terminada



Figura 36. Paletizadores automáticos.



Figura 37. Palet listo para carga.

1.4.2.9 SEGUNDA CALIDAD E INDUSTRIA.



Figura 38. Llenadora de Bins.

Tanto la segunda calidad como la industria se almacenan en bins de 200kg, aunque su destino es bien diferente.

Como hemos comentado anteriormente, la segunda calidad se confecciona en otro almacén, por tanto, es transportada de un sitio a otro.

También es posible que la empresa venda directamente este producto, para que otras empresas lo puedan confeccionar.

Es importante diferenciar lo que es un producto confeccionado y no confeccionado.

Entendemos que la fruta almacenada en bins no está confeccionada, si no que se encuentra en un proceso intermedio.

Cuando hablamos de confeccionar nos referimos a la elaboración de un producto listo para el consumo, tal y como se presentará en la tienda o supermercado.



Figura 39. Confección de segunda calidad.

Arriba podemos ver una segunda calidad ya confeccionada. Esta confección se ha elaborado en el almacén de Bigastro (centro 1).



Figura 40. Almacén de Bigastro, dónde se confecciona la segunda calidad.

1.4.2.10 CALIDAD INDUSTRIA O CÍTRICA

La calidad industria se almacena también en bins, pero posteriormente se carga en camiones de caja abierta para ser transportada a las plantas de procesado.

Esta calidad tiene un precio muy inferior al resto, por tanto, es necesario asegurarse de que la clasificación ha sido correcta, de manera que no podamos encontrar fruta de primera o segunda calidad mezclada con la de calidad industria, ya que esto supone pérdidas para la empresa.



Figura 41. Carga de industria o cítrica manualmente.

1.4.3. ORGANIZACIÓN FUNCIONAL DE LA EMPRESA

La empresa está estructurada en los siguientes departamentos:

- Dirección general
- Dpto. comercial
- Dpto. de compras de fruta
- Dpto. de compras de no fruta
- Dpto. de producción
- Dpto. de administración
- Dpto. de Recursos Humanos

- Dpto. de logística
- Dpto. de mantenimiento
- Dpto. de I+D

1.4.4 DEFINICIÓN DE LAS TAREAS Y FUNCIONES

En octubre de 2018 entré a formar parte del departamento de producción con el cargo de jefe de planta. El cargo está supeditado al jefe de producción, que se encarga de coordinar la producción de las tres plantas de trabajo de las que dispone la empresa.

Mis tareas como jefe de planta son:

- Gestión de procesos y organización industrial.
- Control de stocks de fruta y materiales
- Organización de la producción.
- Gestión del rendimiento de la instalación.
- Mejora continua de la planta.

El departamento de producción está relacionado con todos los demás departamentos, siendo clave a la hora de reportar beneficios o pérdidas a la empresa, pues tenemos a cargo una plantilla de 200 empleados.

En noviembre de 2019, la empresa, bajo mi propuesta creó el departamento de I+D, del cual soy responsable, y del que además forman parte un ingeniero mecánico y el jefe de mantenimiento.

La función del departamento de I+D es encontrar nuevas ideas y soluciones que puedan ahorrar costes a la empresa y aportar un valor añadido a la misma.

Entendemos que el futuro del sector pasa por encontrar la máxima automatización posible en las líneas de producción.

En el departamento de I+D trabajamos en conjunto con nuestros proveedores de maquinaria y/o productos para encontrar nuevas soluciones a problemas presentes o futuros.

1.5 PARTES QUE CONFORMAN LA AMPLIACIÓN DE LÍNEA

A continuación, se detalla como quedaría la ampliación de la línea una vez esté operativa

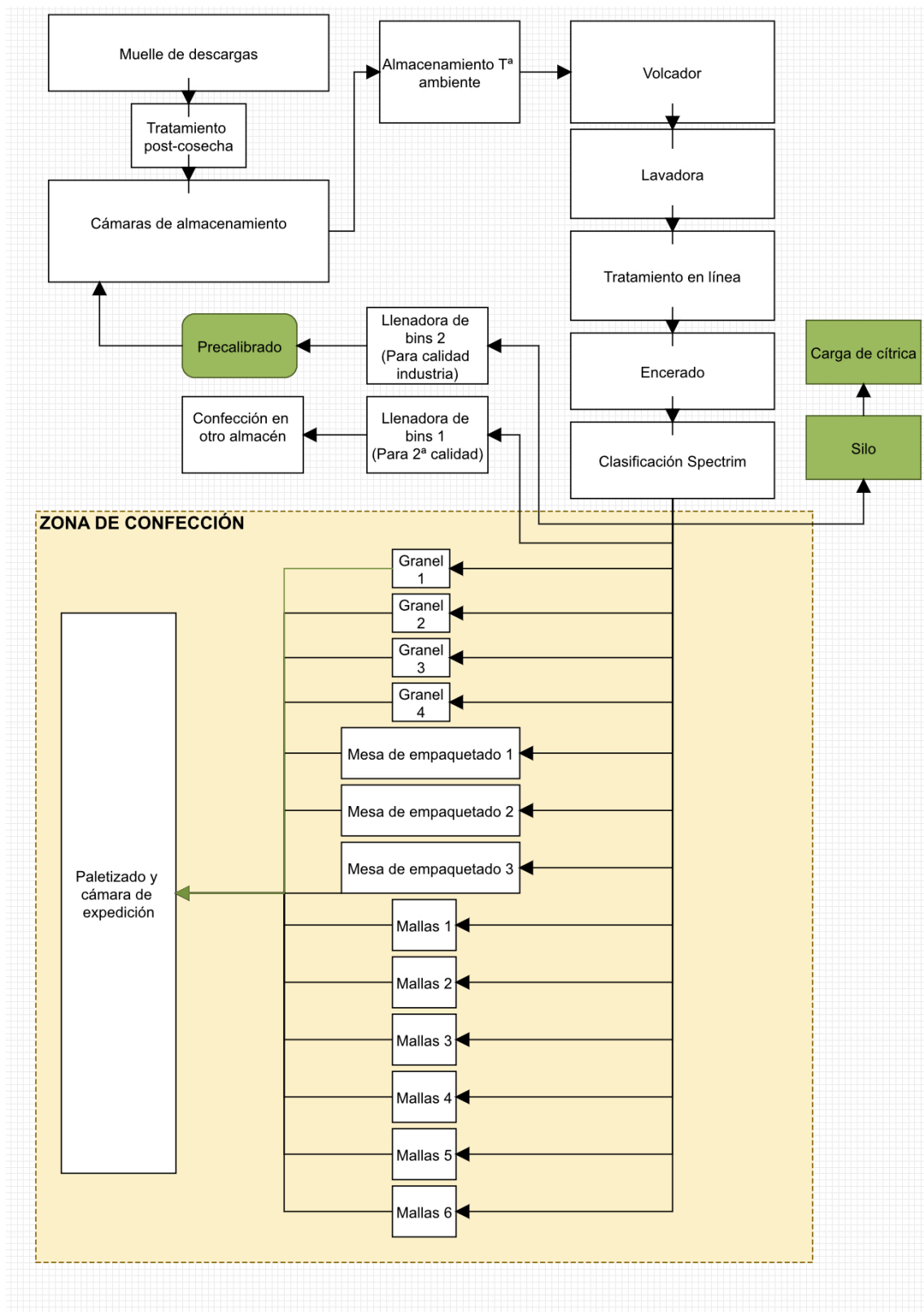


Figura 42. Esquema de la línea de producción con el silo en funcionamiento.

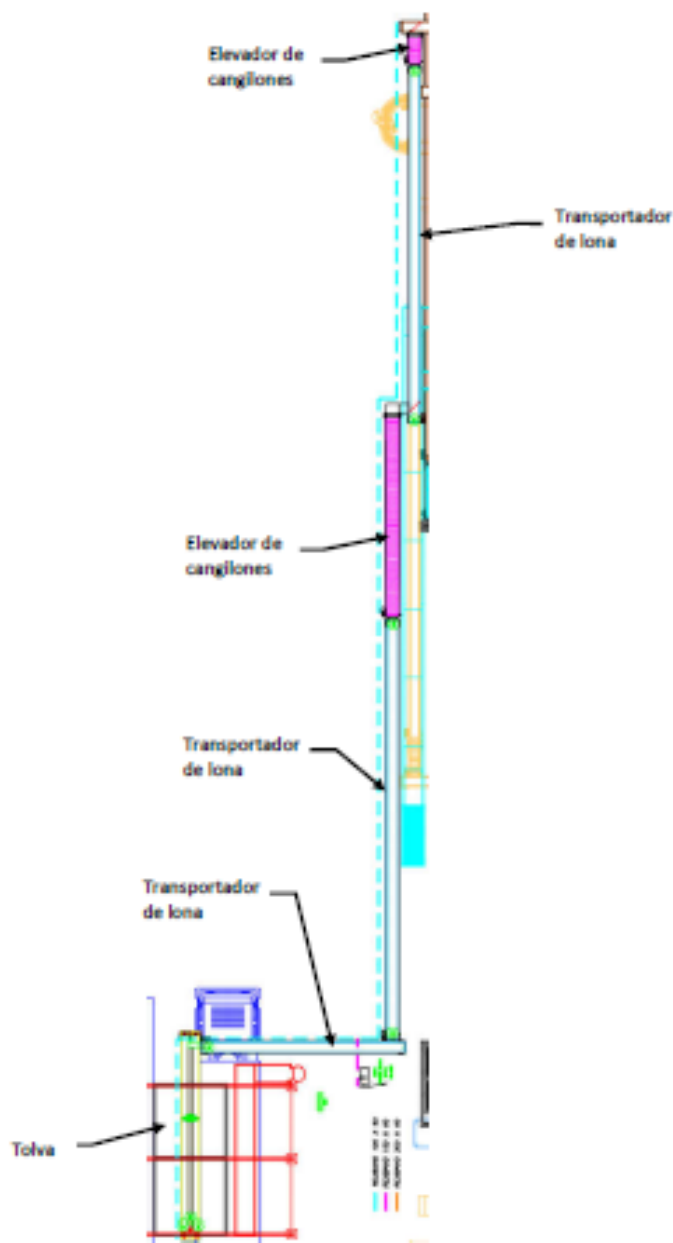


Figura 43. Esquema de la ampliación de línea.

1.5.1 AMPLIACIÓN DE SALIDA DE LOS CALIBRADORES.

Es necesario habilitar una nueva salida para los dos calibradores, dotándolos de cintas transportadoras, solenoides, caídas y un desvío. Todos estos elementos no son nuevos, es decir, que actualmente ya se encuentran en la línea de producción, la única diferencia es que la salida debe hacerse hacia la izquierda, y no hacia la derecha como el resto. Para ello el motor de la cinta debe colocarse en el lado del giro (En este caso el lado izquierdo) y los solenoides deben volcar hacia la izquierda.

De esta manera, la fruta cae sobre unas lonas acolchadas para descender lentamente hacia la cinta transportadora.



Figura 44. Salida del calibrador hacia el silo.

A la hora de instalar esta salida fue necesario modificar la aplicación SIZER de manera que este contara con una salida extra.

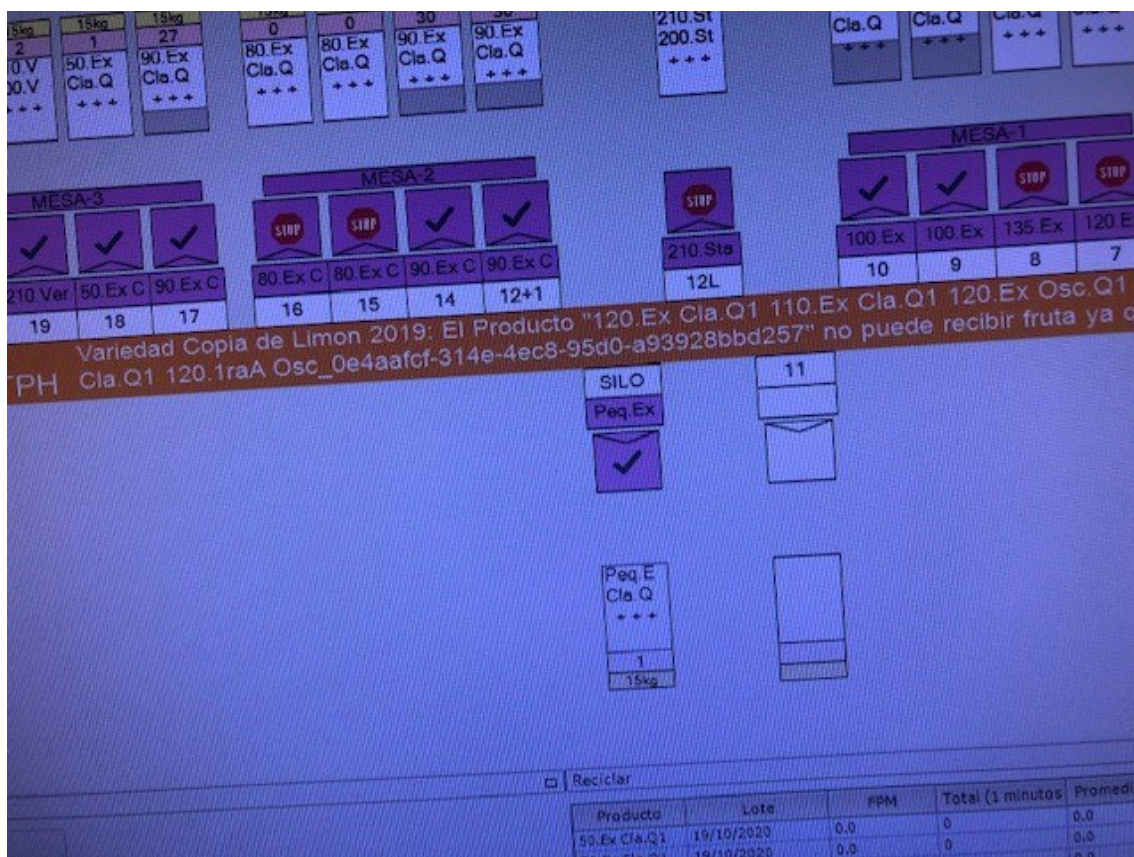


Figura 45. Salida destinada al silo en el software Sizer

1.5.2 ELEVADOR DE CORREA CON CANGILONES DE GOMA.

El elevador de correa de cangilones es un transportador de correa capaz de trasladar la fruta entre dos puntos a diferente nivel, salvando pendientes de hasta 45°. Es muy útil cuando existen limitaciones de espacio.

Básicamente, consiste en una banda transportadora, provista de resaltes transversales a modo de cangilones, que avanza entre dos tambores, uno motriz y el otro tensor, y sobre la que se sitúa el género a transportar. Los tambores se montan sobre soportes que permiten el tensado de la cinta.

La banda se conduce entre los laterales de la máquina, y se desliza sobre una superficie construida con perfiles metálicos que facilitan el centrado de la misma. Para la conducción de la banda por la parte inferior de la máquina, se puede instalar un soporte de retorno, en función de la longitud total de la máquina.

La superficie de la banda transportadora es de PVC. Sobre la banda base se sitúan los resaltes transversales, que se forran con el mismo material de la correa.

Se pueden instalar una baranda intermedia, consistente en un tubo de plástico montado longitudinalmente. En este caso, los cangilones están divididos por el centro.

El accionamiento se realiza mediante un motorreductor eléctrico. Todo el conjunto está

montado sobre un bastidor metálico, que se ancla al suelo por medio de patas regulables en altura.

El instalado tiene una inclinación de 45°, 0,50m de ancho, y 2m de largo. Este elemento sirve para salvar una cinta transportadora ya existente en la instalación. Está equipado con perfiles desplegables, de manera que en el tramo en el que la fruta está depositada en la escalerilla se cree un sustento lateral.

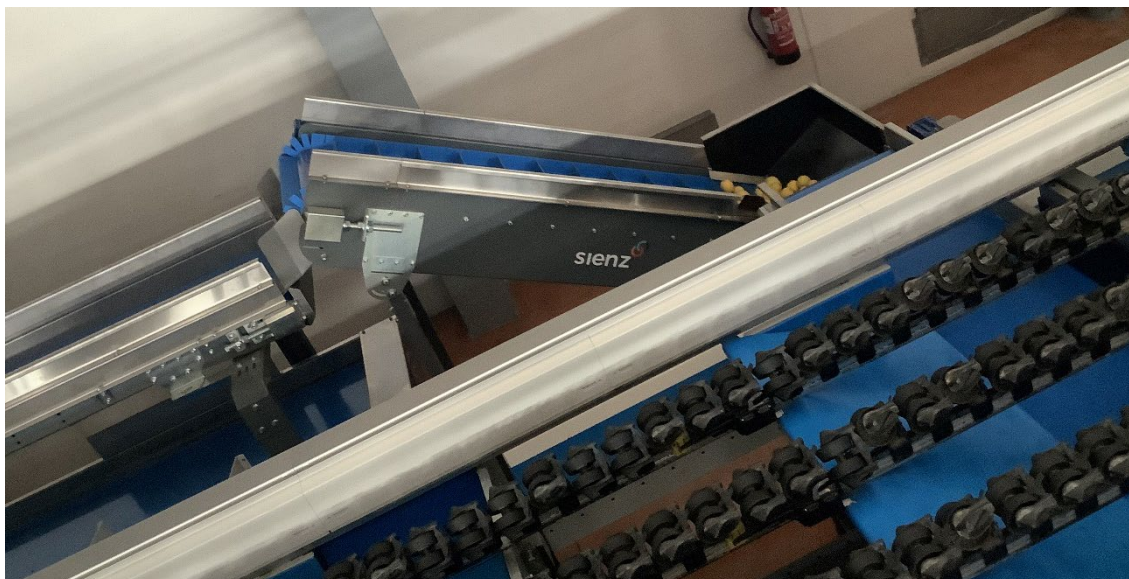


Figura 46. Elevador de cangilones para salvar la cinta inferior.

1.5.3 TRANSPORTADOR DE CORREA DE BANDA ESTÁNDAR.

El transportador de lona es el elemento básico de transporte de una instalación hortofrutícola. Básicamente, consiste en una banda transportadora que avanza entre dos tambores, uno motriz y el otro tensor, y sobre la que se sitúa el género a transportar. Los tambores se montan sobre soportes que permiten el tensado de la cinta.

La banda se conduce entre los laterales de la máquina, y se desliza sobre una superficie construida con perfiles metálicos que facilitan el centrado de la misma. Para la conducción de la banda por la parte inferior de la máquina, se instalan rodillos de retorno.

Existen diferentes alternativas en cuanto a la forma y dimensiones de los perfiles que conforman los laterales de la máquina, dependiendo de la aplicación para la que se utilice el transportador.

Todo el conjunto está montado sobre un bastidor metálico, que se ancla al suelo por medio de patas regulables en altura.

La estructura está Construida en acero, mide 15,05m de largo por 0,4m de ancho. Esta anchura (menor que la del tramo anterior) no provoca acumulación, ya que al ser una cinta plana puede llevar más velocidad.



Figura 47. Esquema de los transportadores utilizados.



Figura 48. Transportador de lona.

1.5.4 DESVÍO PARA TRANSPORTADOR

Ya que el transportador anterior termina cubierto por una pasarela al final de su recorrido, es necesario hacer un desvío para introducir la fruta en el siguiente elevador, que estará situado más a la derecha, según el sentido de avance de la fruta.

Este está conformado por un desvío fijo y una caída lateral que dan acceso al siguiente tramo.



Figura 49. Entrada a cinta elevadora larga

1.5.5 ELEVADOR "LARGO".

Este es el elevador que llega hasta la altura deseada. Es igual que el anterior, pero alcanza los 10 metros de longitud.

Se ha pedido a Sienz SL que proteja todo el lateral que se encuentre a una altura superior a 4m para evitar caídas de fruta.

También es este el punto más conflictivo, ya que está formado por una única cinta y un solo motor.

Al ser su longitud 10 metros, toda la fruta debe repartirse a lo largo de la misma cinta, lo que en momentos puntuales puede suponer un peso considerable para el motor.



Figura 50. Cinta elevadora larga

Este tramo es el que limita el flujo en toda la ampliación, ya que solo dispone de un motor y si se llena de fruta, el volumen a elevar es crítico. Según el fabricante tiene una capacidad de 12 tn/h.

1.5.6 TRANSPORTADOR DE CORREA ELEVADO

Una vez que la fruta ya está elevada fue necesario un tramo horizontal elevado para llegar hasta el silo.

Este tramo tiene unas vigas que están atornilladas a las propias vigas de la nave.

Al estar situado aproximadamente a 15m del suelo, hemos pedido a Sienz SL que proteja los laterales del transportador con unas barreras que aumenten la altura, de manera que evitamos cualquier caída de fruta.



Figura 51. Transportador de correa elevado

1.5.7 TRANSPORTADOR DE CORREA SALIENTE

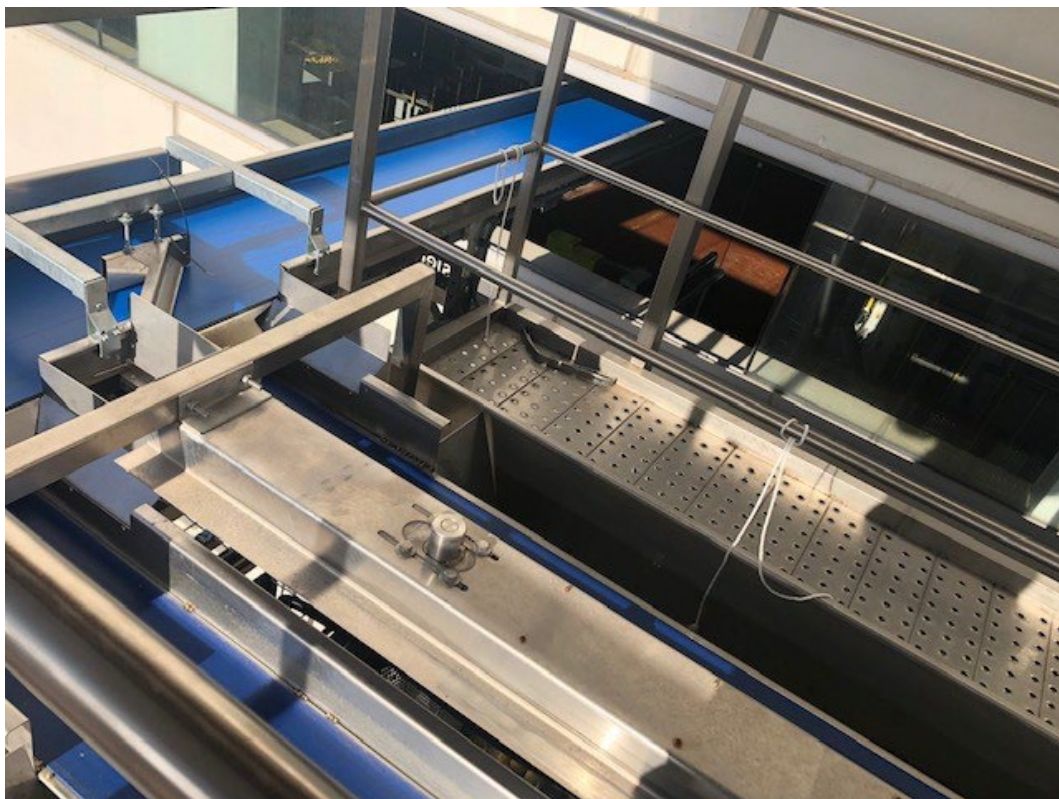




Figura 52. Cinta transportadora elevada y tramo de salida al exterior.

1.5.8 DISTRIBUIDOR DE FRUTA

Es una cinta que incluye una barredera que oscila de principio a fin del recorrido de la misma.

Está construido ya sobre la tolva, y Sirve para homogeneizar la caída de fruta dentro de la misma. Distribuye tanto lateralmente por medio de un cono como longitudinalmente, utilizando una barredera metálica. Las dimensiones son 3m de ancho por 9 de largo.

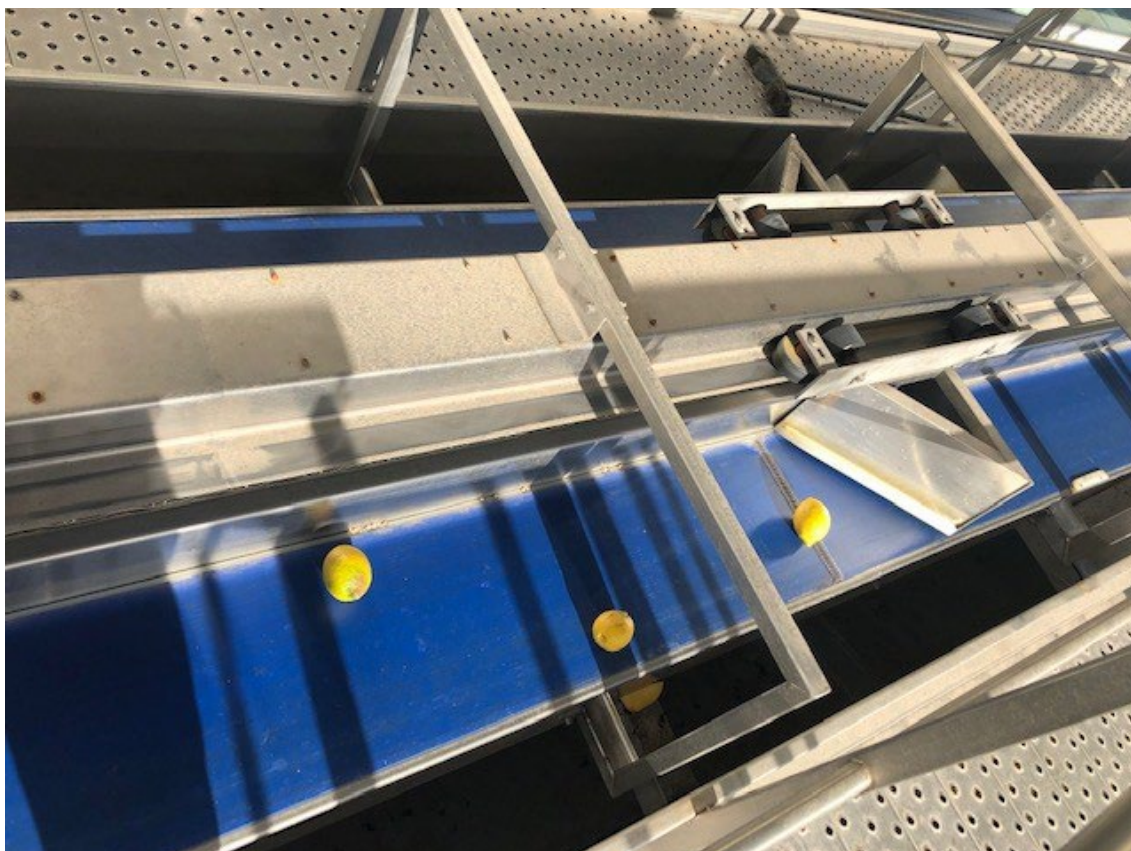


Figura 53. Distribuidor de fruta por sistema de barredera.

1.5.9 SILO DE ALMACENAMIENTO Y CARGA AUTOMÁTICA.

Es la parte más grande del proyecto en sí.

Se trata de un compartimento para almacenar unas 20 toneladas de fruta aproximadamente, de manera que mediante unas compuertas pueda cargarse en un camión de caja abierta una que se sitúe debajo.

Toda su estructura es de acero inoxidable, ya que va a estar situada en el exterior de la nave, y debe ser resistente a diferentes condiciones climatológicas.

Las compuertas (6 en total) pueden abrirse y cerrarse mediante un tornillo sinfín acoplado a un motor.

Su diseño interior incluye unas planchas metálicas que hacen circular la fruta siempre en pendiente, de manera que no se produzcan atascos durante su vaciado.

Cuenta además con las pasarelas y escaleras necesarias para su mantenimiento y manipulación, así como una cubierta superior para la protección de la maquinaria y un conjunto de canaletas para la salida de lixiviados hasta el suelo.

Las dimensiones del silo en sí, son de 3x3x2 metros, para un total de 12 metros cúbicos de almacenaje.



Figura 54. Silo durante el montaje

1.5.10 HANGAR DE CARGA.

Es la estructura que sustenta el silo para carga de limones, y está diseñada para dar cabida a un camión de caja abierta de manera que pueda ser cargado automáticamente.

Está conformado por perfiles HEB 180, que actúan como pilares y están sujeto al suelo mediante zapatas, y por perfiles IPE 400 actuando como vigas.

Tiene que salvar una altura de 4,2 metros, de manera que no impida el paso a ningún vehículo pesado.





Figura 55. Carga de un camión de caja abierta.

Una definición más amplia y un estudio más exhaustivo de la estructura lo podemos encontrar en el apartado 2.6.

1.5.11 CUADRO GENERAL Y DE CONTROL

Toda la ampliación de línea dispone de un cuadro general en el que se sitúan los térmicos y demás interruptores.

Además, se ha habilitado una opción para activar o desactivar los diferentes tramos de la línea desde el centro de control.



Figura 56. Cuadro general de la ampliación de línea

También se dispone de un cuadro de control del silo, mediante el cual se pueden abrir y cerrar las compuertas para cargar camiones.



Figura 57. Cuadro de mandos de control del silo.

1.6 CONCLUSIONES, PROBLEMATICAS Y MEJORAS FUTURAS

En base a lo expuesto en la memoria descriptiva y justificativa con la ampliación de la nueva línea se han conseguido los siguientes logros:

- Hemos conseguido reducir los gastos de la empresa derivados de la mano de obra, fruto de la reducción de carga de los camiones para industria de manera manual, y especialmente, de la reducción de confecciones realizadas manualmente, ya que se dispone de una granelera que antes estaba ocupada.
- Se ha liberado una gran cantidad de espacio en las cámaras, debido a que la fruta de calidad industria se puede almacenar en el propio silo. Este espacio puede ser útil para la propia empresa y/o para alquilar a terceros.
- Se han conseguido obtener mejores condiciones contractuales con las empresas que comercializan la fruta para industria, ya que ellas, a su vez reducen el tiempo necesario para cargar y transportar la mercancía.

- Además de obtener mejores resultados en confección, se ha aprovechado la ocasión para invertir en máquinas etiquetadoras automáticas. Esta inversión resulta rentable con el nivel de confección del que disponemos al liberar la granelera.
- En los apartados siguientes, además de comprobar que la estructura que sustenta el silo es perfectamente segura, también hemos fijado las condiciones necesarias que necesitamos adoptar si en un futuro se decide instalar un segundo silo que aumente la capacidad de almacenamiento.
- Simplemente se han soldado dos perfiles HEB 200 a las vigas exteriores HEB 400 y a sus respectivos pilares HEB 180.
- De esta manera hemos conseguido cumplir los requerimientos exigidos por el CTE sin hacer alteraciones exageradas en la estructura original, y por supuesto, manteniendo los 4 metros de altura libre necesaria para el paso de vehículos.

1.6.2 PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS

Una vez realizada la ampliación y estando en funcionamiento se detectan una serie de problemas a los cuales habrá que proponer una solución, a continuación, expondré alguna de ellas.

Una vez que hemos empezado a trabajar con la ampliación de línea podemos valorarla positivamente, sin embargo, hay una serie de puntos a mejorar.

1.6.2.1 MAL LLENADO DE LA TOLVA

Cuando realizamos los llenados de la tolva, nos dimos cuenta de los limones no ocupaban el espacio simétricamente. Esto era debido a que la mayoría caía en el distribuidor más cercano a la pared del almacén (ya que el último giro es a derechas y lo dejaba en esa posición).

La solución temporal fue atornillar una placa de acero para desviar el flujo en ese transportador hacia la derecha.

Más adelante se instaló un variador de frecuencia en el motor de la barredera, de manera que desde la planta se pudiera decidir distribuir más o menos fruta en una dirección u otra

1.6.2.2 INSUFICIENTE POTENCIA DEL MOTOR DEL ELEVADOR DE CANGILONES

En ocasiones, un flujo de fruta demasiado grande puede detener el elevador de cangilones de 10 metros.

Para evitar este problema se ha limitado el volcado a 10tn/h.

En un futuro, se estudiará la idea de incorporar un motor intermedio, de manera que cumplamos con las 12 tn/h para las que estaba diseñada la ampliación de línea.

1.4.2.3. MANDOS

El manejo del vaciado de la tolva se realiza desde la parte de debajo de la misma, utilizando una llave, de modo que era imposible ver la cantidad de fruta que ya ha caído.

La empresa ha instalado un control remoto, de manera que se pueda controlar la descarga desde la plataforma superior, y así poder controlar el llenado del camión de caja abierta.

1.6.3 MEJORAS FUTURAS

Una vez concluido el trabajo y analizadas algunas de las problemáticas encontradas, he considerado conveniente reflejar algunas de las posibles mejoras futuras que se podrían implementar para mejorar la producción integral de la empresa. A continuación, expondremos algunas de ellas.

1.6.3.1 ETIQUETADORA SINCLAIR

Con la intención de seguir proponiendo mejoras de calidad a la empresa, y aprovechando el aumento productivo que tendremos en la sección de graneles, se ha propuesto a la empresa la incorporación de selladoras automáticas de la marca SINCLAIR.

La función de estos aparatos es colocar sellos a las frutas antes de ser envasadas.

Hasta este momento, este trabajo solo era posible hacerlo manualmente.

La empresa ha aprobado la solicitud, y se van a instalar en las graneleras uno y dos.

La instalación de la etiquetadora automática permite producir en granelera aquellas confecciones en las que el cliente demanda que cada una de las piezas de fruta lleve un sello (normalmente incluyen en ese sello el código de barras o el número de referencia de la fruta).

La figura 30, anteriormente expuesta, hace referencia a este tipo de confeccionado.

El objetivo de la instalación de la etiquetadora automática es aumentar el número de confecciones que se pueden trabajar utilizando las graneleras automáticas, ya que estas reducen el coste en mano de obra de la planta.

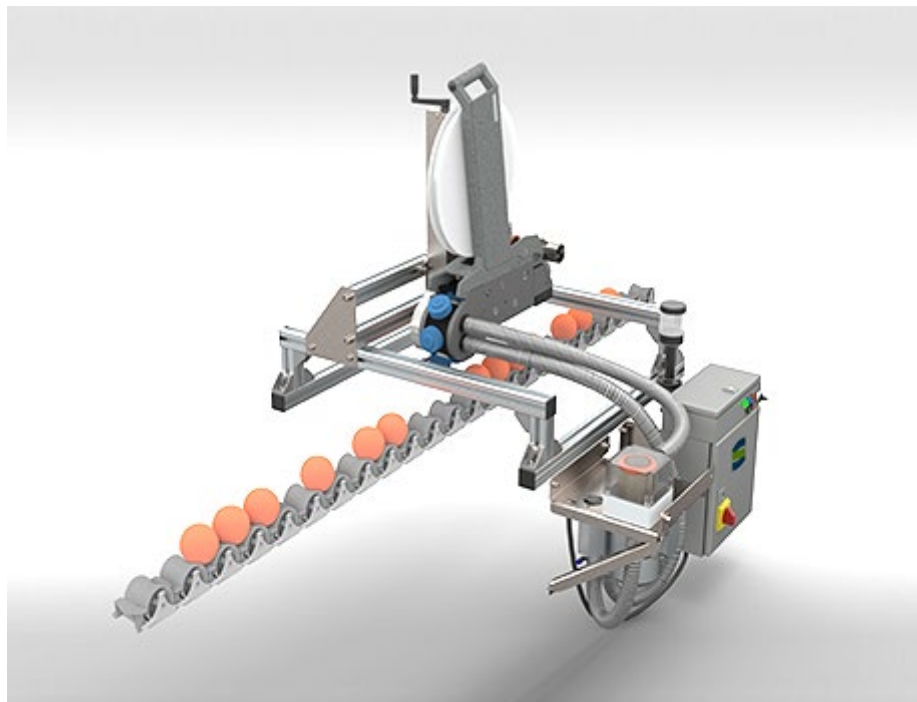


Figura 58. Modelo en 3D de la etiquetadora Sinclair que se instalará.

1.6.3.2. MEJORA DE CALIRADOR SPECTRIM

Al haber conseguido mejorar la productividad en la planta, he considerado que el siguiente paso para continuar con la mejora es adquirir un nivel superior de cámaras de visión para el calibrador Spectrim.

Estas cámaras permiten ver la fruta desde los laterales, pudiendo así identificar defectos que hasta ahora solo es posible usando personal humano.

Su valoración ronda los 150.000€, y se ha aprobado la inversión por parte de la dirección de la empresa.

Según el fabricante, se estima que se puede mejorar la clasificación de calidad en un 5% en carácter general.

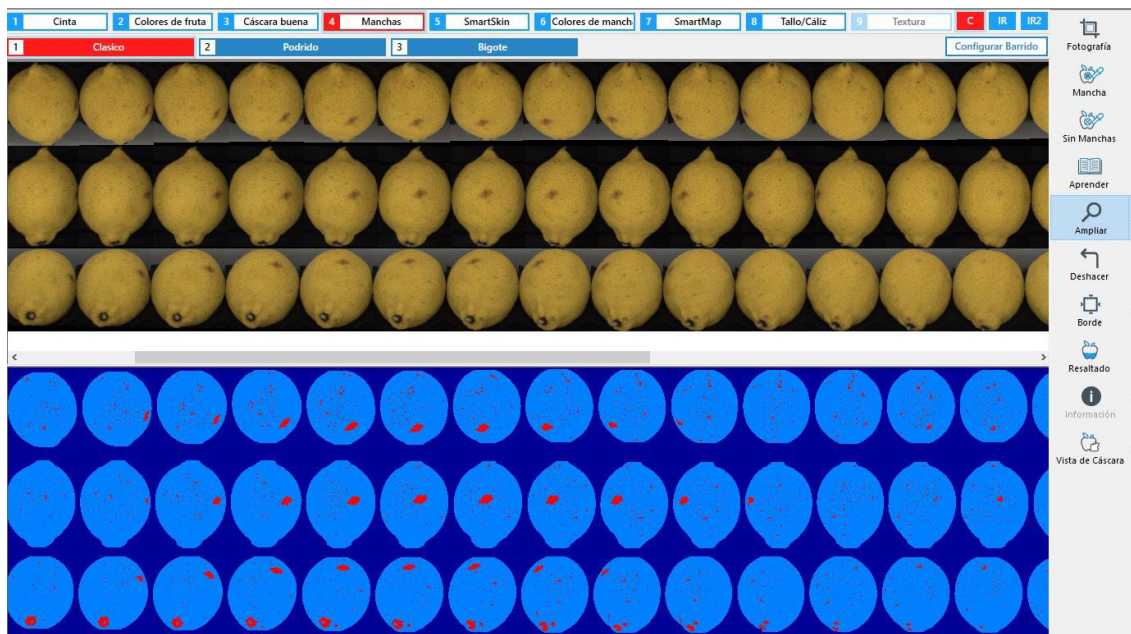


Figura 59. Calibrador Spectrim con cámaras laterales (Imagen cortesía de Sienz SL)

Esta mejora en el calibrador incluye un nuevo set de cámaras desde las cuales se pueden apreciar defectos en los extremos de las frutas.

Estos defectos son en gran medida podridos incipientes y plagas que atacan principalmente en las puntas.

Una vez se haya realizado esta mejora de calibrador se aumentará la efectividad en la clasificación de fruta. En otras palabras, evitaremos que fruta con una calidad superior a calidad industria pueda ser calificada como tal.

2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE INVERSIONES

La inversión de dinero por parte de una empresa es siempre un riesgo, por lo que es totalmente comprensible que la dirección de esta quiera evaluar lo más exactamente posible si se va a producir un retorno de la inversión, y en cuánto tiempo.

El sistema de evaluación empleado en este trabajo combina un sistema típico de evaluación usado por las empresas ampliado con mayor contenido técnico fruto del enfoque docente de este trabajo.

Para justificar la inversión, en este caso se ha partido del sistema de evaluación usado por grupo empresarial Citri&Co (sistema de inversión CAPEX) y se ha ampliado de cara a realizar este proyecto docente.

La empresa diferencia en dos tipos de inversión, o CAPEX (capital expeditures), las de mejora, y las de mantenimiento.

Empezando por estas últimas, las inversiones de mantenimiento son aquellas que se realizan con el objeto de poder mantener el nivel de producción, por ejemplo, la sustitución de un elemento de una máquina averiada.

Estas inversiones son difícilmente evaluables en cuanto a retorno, ya que normalmente se realizan en el ámbito del mantenimiento preventivo.

El otro tipo de inversión para la empresa es la denominada inversión de mejora, y siempre se debe justificar su retorno a la dirección.

Es decir, si queremos sustituir una máquina que produce 25 bolsas por minuto, por una que produce 37, hemos de calcular cuánto varía el gasto en personal, material, electricidad, etc. De manera que podamos establecer un periodo de retorno de dicha inversión.

Una vez al año, un comité del grupo Citri&Co se reúne para evaluar si se ha cumplido la previsión de dichas inversiones, tanto en presupuesto firmado, como en retorno de capital.

De este comité, atendiendo a los resultados de la evaluación pueden salir distintas consideraciones.

-Correcto: La evaluación ha sido satisfactoria, tanto en el presupuesto firmado como en la puesta en marcha y previsiones de la misma.

-Todavía no es evaluable: Cuando la inversión todavía no está terminada, o no está funcionando un tiempo suficiente como para extraer una conclusión. En este caso el comité vuelve a evaluarla más adelante, con la libertad de proponer alternativas si lo considera necesario.

-Deficiente: después de un periodo de puesta en marcha, la inversión no está siendo amortizada por la empresa. Se realiza una reunión para tratar posibles mejoras y su aplicación. Los responsables de dicha inversión se hacen responsables del fracaso de la misma.

En el caso de este proyecto, la idea presentada es considerada por la empresa como una mejora, y, por tanto, la empresa considera que hemos de evaluar los siguientes aspectos a la hora de justificarla: mano de obra, material empleado, mantenimiento y uso de las cámaras frigoríficas de almacenamiento.

2.2 EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL (ANTES DE LA AMPLIACIÓN DE LÍNEA).

En este apartado se van a evaluar solo los aspectos de mano de obra, mantenimiento, uso de las cámaras, y del material empleado.

2.2.1 MANO DE OBRA ACTUAL

2.2.1.1 CARGA DE INDUSTRIA.

El proceso de carga para los limones de calidad industria o cítrica involucra a dos operarios. Estos operarios, con sus correspondientes carretillas, manipulan los bins para aproximar, elevar y volcar en los camiones de caja abierta la carga. Se estima que en realizar estas operaciones se consume un tiempo de 4 horas por camión. En este periodo se incluye tanto la carga como la limpieza de la zona.

El proceso es muy sencillo, pero muy largo, ya que un operario tiene que sacar y aproximar los bins a la zona de carga, mientras que otro empleado, uno a uno, tiene que cogerlos con la carretilla volcadora y voltearlos dentro del remolque de caja abierta.



Figura 60. Anterior zona de carga de industria.

La cantidad de kilogramos que se carga durante la semana depende principalmente de la época del año, ya que, en los últimos compases de la campaña, cada variedad tiene un peor aprovechamiento, lo que indica que se genera más cantidad de calidad industria. Durante el periodo desde octubre de 2019 hasta abril de 2020 se cargaron un total de 176 camiones por el método anteriormente descrito, es decir 5,7 camiones por semana.

Si tenemos en cuenta que la campaña de limón comprende desde octubre hasta julio (aunque en los meses restantes la producción continúa en menor medida), obtenemos un total de 42 semanas, es decir, estimamos que podemos necesitar 240 camiones.

El coste de un operario para la empresa, incluyendo la remuneración según el convenio y la seguridad social asciende a 8,89 €/h (en caso de un operario estándar).

Como son dos operarios, tenemos un total de 1920 horas durante la campaña. **El gasto para empresa sería de 17.069€.**

$$\text{€ totales} = \text{horas por camión} \times \text{número de camiones} \times \text{precio hora}$$

$$\text{€ totales} = 4 \text{ horas} \times 240 \text{ camiones} \times 8,89 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 17.069 \text{ €}$$

2.2.1.2 CONFECCIÓN A GRANEL MANUAL

Como se ha indicado en antecedentes en los tipos de salidas de confección, el granelado es una confección muy sencilla, ya que se trata de frutas dispuestas en una caja sin orden estipulado, y que en el caso de Perales & Ferrer, se tiene la posibilidad de realizarlos tanto automática, como manualmente.

La confección manual es la única alternativa para confeccionar cuando el sistema de confección automático está ocupado con otras tareas. Resultará importante analizar que coste tiene dicha confección manual ya que se estima que con las mejoras que se van a plantear haya una mayor capacidad de confección automática.

Para hacer una estimación del coste de la confección manual lo vamos a comparar con el coste de confección de una granelera automática igualando el ritmo de producción. Para que la comparación sea equitativa hay que tener en cuenta que una granelera automática trabaja a más velocidad que un operario, por eso se necesita involucrar un mayor número de trabajadores. Además, son también necesarios un revisor para pesar las cajas y revisar la calidad, y otro operario para paletizar las cajas.

Se estima que un trabajador junto con el revisor y el operario que paletiza, pueden confeccionar a granel manualmente 500 kg/h. Una granelera automática puede confeccionar y paletizar a un ritmo de 1500 kg/h. Para igualar el ritmo de confección de una granelera automática serán necesarios un total de 5 trabajadores, tres para confeccionar a mano, el revisor y el operario que paletiza.

La producción de graneles se realiza durante el 100% del horario de producción, ya que es uno de los productos más recurrentes para los clientes. Actualmente, el tiempo de producción se sustenta en dos turnos de 8 horas de lunes a viernes, es decir, 80 horas semanales (Sin incluir periodos de campaña de navidad o semana santa, dónde también se trabaja sábado).

Durante las 42 semanas de campaña, obtenemos un total de 3360 horas, que aplicando el mismo gasto que anteriormente se ha facilitado multiplicado por 5 operarios, suponen 149.352€. A las 42 semanas de campaña hay que añadirle las 8 semanas que se trabaja fuera de campaña, en un horario reducido de 35 horas semanales. El gasto en personal por hora sería el mismo, por lo que para las 8 semanas obtendríamos para 5 operarios 12.446€.

$$\text{Coste } \text{€} = \text{semanas} \times \text{días laborales} \times \text{horas diarias} \times \text{trabajadores} \times \text{€/h}$$

$$\text{Coste campaña} = 42 \text{ semanas} \times 5 \text{ días} \times 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 5 \text{ trabajadores} \times 8,89 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 149.352\text{€}$$

$$\text{Coste fuera de campaña} = 8 \text{ sem.} \times 5 \text{ días} \times 7 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 5 \text{ traba.} \times 8,89 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 12.446 \text{ €}$$

$$\text{Coste total} = 149.352 \text{ €} + 12.446 \text{ €} = 161.798 \text{ €/año}$$

Al cabo del año el gasto total en personal supondría 161.798 €/año.

2.2.2 MATERIAL ACTUAL EMPLEADO

2.2.2.1 ALQUILER DE BINS.

Para almacenar la fruta de calidad industria en bins de 200kg, la empresa tiene alquilados 208 unidades, añadidas a las unidades que la compañía tiene en propiedad.

Estos envases se alquilan por un periodo de nueve meses (desde octubre hasta junio).

El precio que la empresa pacta por el alquiler de cada bin es de 3,40€ al mes, o lo que es lo mismo, 30,60€ por unidad y campaña.

Este alquiler se suprimirá una vez que la ampliación de línea esté operativa, ya que la planta tendrá capacidad de almacenamiento suficiente de calidad industria en el silo.

$$\text{Coste alquiler bins} = 208 \text{ unidades} \times 3,40\text{€} \frac{\text{unidad}}{\text{mes}} \times 9 \text{ meses} = 6364,80 \text{ €/año}$$

2.2.2.2 REPOSICIÓN DE BINS.

Otro aspecto destacable, es la reposición de bins rotos en el proceso de volcado. Es bastante frecuente que la pinza del volcador termine deteriorando el material y dejándolo inservible.

Para valorar este aspecto solo disponemos del dato de la empresa de los dos últimos años, en el que se facilita el número de bins que se han llevado a reciclar (y se han abonado en caso de ser de alquiler), siendo 67 en la campaña 18/19 y 82 en la campaña 19/20, por lo que podemos deducir que el problema se incrementaría a medida que el material envejece. La empresa dispone de más de 1000 bins en propiedad entre los de alquiler y uso propio. Se estima que se rompen una media de 75 bins al año.

Esto supone un sobre coste de 4.245€ sin incluir transporte.

$$\text{Coste bins rotos} = 75 \frac{\text{bins}}{\text{año}} \times 56,60 \frac{\text{€}}{\text{bin}} = 4245\text{€/año}$$

2.2.3 MANTENIMIENTO ACTUAL.

Es importante conocer el gasto en mantenimiento que supone cargar la calidad industria con carretillas, ya que estas requieren pasar unas revisiones y no están exentas de averías y/o accidentes.

2.2.3.1 CARRETILLAS.

Debido a que la carga tradicional se realiza utilizando varias carretillas eléctricas, es importante valorar el coste que supone el mantenimiento de estas carretillas.

El coste de mantenimiento de una carretilla Linde E16 (Las utilizadas en la empresa) viene dado principalmente por sus revisiones.

En este modelo se realizan cada 500 horas, y su coste es de 450€, y cada 2000 horas, con un coste de 900€.

Anteriormente se ha calculado una suma de 3840 horas anuales por los dos operarios que desempeñan la labor de carga manual de cítrica.

Ya que ambos están dotados de carretillas Linde E16, estimamos un uso de 1920 horas anuales por máquina, lo cual se aproxima a las 2000 horas, y supone un coste total en mantenimiento de 4500€ anuales aproximadamente.

$$\text{Coste carretillas} = N^{\circ} \text{ carretillas} \times (\text{Mant. cada } 500h + \text{Mant. cada } 2000h)$$

$$\text{Coste carretillas} = 2 \times (3 \times 450\text{€} + 1 \times 900\text{€}) = 4500\text{€}$$

A este gasto hay que sumar el coste por averías y accidentes.

Para ello se han extraído las facturas en concepto de repuestos a Carelsa, que es la empresa de compraventa de carretillas Linde y sus recambios.

Durante la campaña 19/20 se emitieron facturas por valor de 9.830€ a Carelsa SL en concepto de repuestos de carretillas elevadoras.

Teniendo en cuenta que la planta dispone de 6 carretillas Linde, se puede hacer una estimación de 1.640€ en averías y accidentes por carretilla, por tanto, para las dos carretillas destinadas a la carga de industria se pueden asignar un total de 3.280€ por campaña.

$$\text{Coste repuestos por carretilla} = \frac{\text{Total de gastos en recambios}}{\text{Número de carretillas}}$$

$$\text{Coste repuestos por carretilla} = \frac{9.830 \text{ €}}{6 \text{ carretillas}} = 1640 \frac{\text{€}}{\text{carretilla}}$$

$$\text{Coste total repuestos dos carretillas} = 1640 \frac{\text{€}}{\text{carretilla}} \times 2 \text{ carretillas} = 3280 \text{ €/año}$$

$$\text{Coste anual total por carretilla} = \text{Coste mantenimiento} + \text{Coste repuestos}$$

$$\text{Coste anual por carretilla} = 4500 \frac{\text{€}}{\text{año}} + 3280 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 7780 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

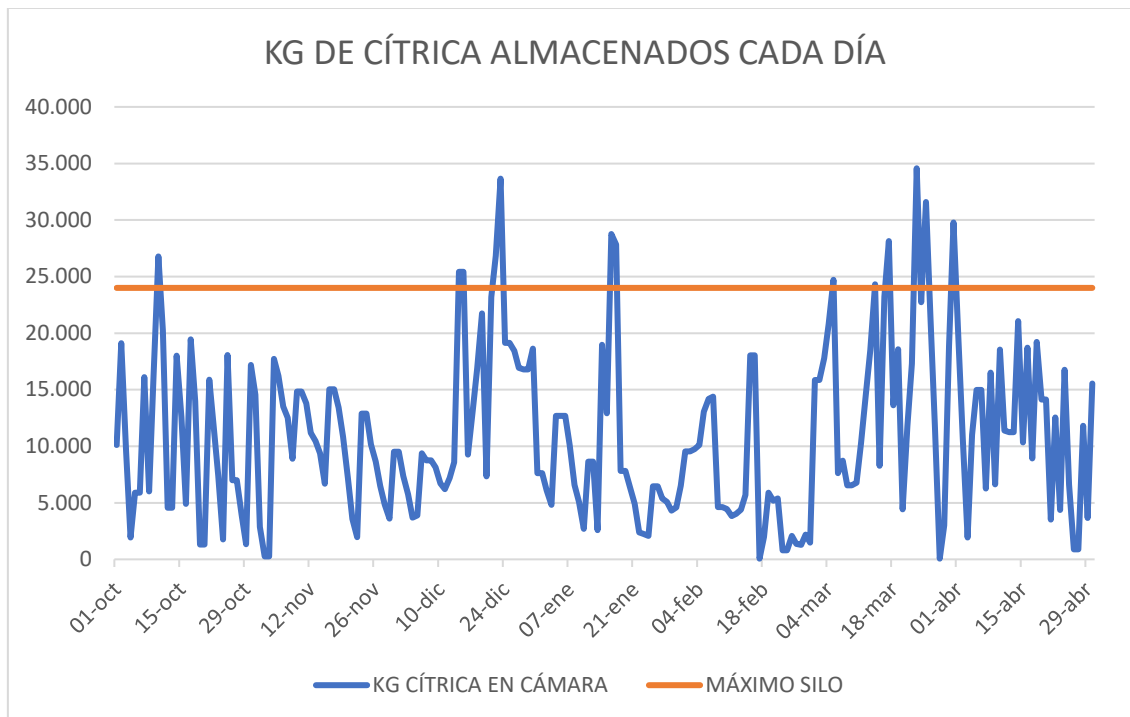
2.2.4 USO ACTUAL DE LAS CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN

La empresa dispone de una serie de cámaras de refrigeración con un espacio disponible de almacenamiento 1.000.000 kg de los que aproximadamente 50000 kg se está destinando solo a la producción de cítrico para la industria. Estas cámaras se pueden usar para mantener el producto refrigerado o para someterlo a un proceso de desverdizado, así como para almacenar el mismo previo a la expedición o a la confección.

Actualmente se utilizan estas cámaras, entre otras cosas, para mantener almacenado el producto previo a la carga de cítrica en los camiones. Si bien no es necesario que este producto

se conserve en frío, la instalación no tiene espacio fuera de cámaras para almacenar tal cantidad de producto.

Actualmente, se ofrece el servicio a otras empresas de la zona solicitan durante la campaña el alquiler de cámaras tanto de frío como de desverdizado, por lo que se dispone de la demanda necesaria para cubrir ese espacio durante la campaña.



Los periodos sin alquiler corresponden respectivamente a la campaña de navidad, la campaña “Pancake”, y la producción extraordinaria que supuso el COVID-19.

Durante la anterior campaña, la empresa facturó en concepto de alquiler a terceros un total de 69.980€.

2.2.5 GASTO ENERGÉTICO ACUTAL

Para evaluar el gasto energético actual de la planta se ha obtenido del departamento de administración el gasto total de la planta en electricidad.

Durante la campaña 2019/2020, el gasto energético total fue de 147.262€. he tomado la libertad de eliminar el mes de agosto, ya que el trabajo en la planta fue mínimo, y puede compensarse con el déficit de trabajo del mes de julio, por tanto, obtengo un total de 13.387€/mes.

2.3 EVALUACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA

En este apartado se pretende hacer una valoración acerca de cómo influirá la ampliación de línea a la futura productividad, para así poder estimar el retorno de la inversión.

Para ello, además del presupuesto de dicha ampliación, desarrollaré una ficha CAPEX en la que se evalúen los apartados en los que se espera una mejora en cuanto a capital y/o productividad.

El principal cambio que supondrá la ampliación de línea será la eliminación del proceso de carga tradicional de camiones para industria

2.3.1 MANO DE OBRA.

Sin duda el aspecto fundamental de este proyecto. La mano de obra supone el 90% de los gastos totales de la empresa (sin incluir compra de materia prima), algo que es común en el sector. La filosofía de la empresa desde hace más de 15 años es invertir en automatización para, en la medida de lo posible, reducir el gasto en personal.

Los cambios significativos en el coste de mano de obra vendrían de lo siguiente:

2.3.1.1 CARGA DE INDUSTRIA.

Debido a la ampliación de la línea y mediante la incorporación del silo de carga automática el gasto en mano de obra para esta tarea sería nulo. Debido a la automatización del proceso, la carga se realiza en escasos minutos, y es el jefe de línea quien se encarga incorporando esta función a las anteriores.

Por tanto, el coste de la mano de obra de carga de cítrica es **0 €**.

2.3.1.2 CONFECCIÓN A GRANEL AUTOMÁTICA.

Como se ha explicado anteriormente en antecedentes, una vez instalado el silo dispondremos de una granelera extra para confeccionar. Estas máquinas tienen una capacidad de confección de 1500 Kg/h, y solo es necesario un operario para manejarla.

El coste que supone un operario durante las 42 semanas de campaña asciende a 29.749€. El coste para 8 semanas que se destinan a trabajar fuera de campaña serían 2.489€.

Esto hace un total de 32.238€/año

$$\text{Coste} = \text{semanas} \times \text{días} \times \text{horas} \times \text{trabajadores} \times \frac{\text{remuneración}}{\text{hora}}$$

$$\text{Coste campaña} = 42 \text{ sem.} \times 5 \text{ días} \times 16 \text{ horas} \times 1 \text{ trab.} \times 8,89 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 29.870 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Coste fuera de campaña} = 8 \text{ sem.} \times 5 \text{ días} \times 7 \text{ horas} \times 1 \text{ trab.} \times 8,89 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 2.489 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Coste total} = 29.870 \frac{\text{€}}{\text{año}} + 2.489 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 32.359 \text{ €/año}$$

2.3.2 MANTENIMIENTO.

En este caso, debidos a los cambios realizados en la ampliación de línea, el coste en mantenimiento destinado al uso de las carretillas se destinará ahora al mantenimiento de la ampliación de la línea en sí.

2.3.2.1 NUEVA LÍNEA.

Como siempre, es necesario evaluar el coste del mantenimiento de cualquier maquinaria que se incorpore a una planta industrial. En este caso, el departamento de mantenimiento estima un presupuesto anual de 3.000€ en concepto de averías y recambios para el mantenimiento de la nueva línea.

Así como un mantenimiento semanal de una hora para limpiar y engrasar el silo una vez se haya vaciado. De esta manera, conociendo que el gasto por hora que supone un operario de mantenimiento asciende a 10,25€/h, el gasto total para la empresa durante las 42 semanas de campaña será de 430,50€.

Sumando los dos gastos mencionados, tendríamos un gasto total de 3.430,50€/año.

$$\text{Gasto mantenimiento} = \text{Gasto estimado fijo} + \text{Gasto limpieza}$$

$$\text{Gasto estimado fijo} = 3000,00 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Gasto limpieza} = \text{semanas} \times \text{horas} \times \text{remuneración}$$

$$\text{Gasto limpieza} = 42 \text{ semanas} \times 1 \text{ hora} \times 10,25 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 430,50 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Gasto mantenimiento} = 3000 \frac{\text{€}}{\text{año}} + 430,50 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 3430,50 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

2.3.3. NUEVO USO DE LAS CÁMARAS DE REFRIFERACIÓN

Dado que disponemos de un espacio extra en las cámaras al no tener que almacenar la calidad industria, podremos explotar más la gran demanda que existe por parte de otras empresas del sector para alquilar espacio de almacenamiento. Por tanto, obtendremos un beneficio que repercutirá en un ingreso extra para la empresa.

Página | 74

El precio del alquiler es de 1,60€ por cada tonelada y día, es decir, que 20 toneladas durante 294 días de campaña supondrían un total de **9.408€ al año**

$$Total\ alquiler = 1,60 \frac{\text{€}}{\text{tn} \times \text{día}} \times 20\ \text{tn} \times 294 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 9.408 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

2.2.4 GASTO ENERGÉTICO

Anteriormente hemos hablado del coste energético de la planta.

Después de la ampliación asumimos que dicho coste va a ser superior, ya que aumenta la cantidad de motores eléctricos que deben estar activos en la planta.

A continuación, vamos a hacer una estimación en base a los datos de la campaña 2019/2020 que hemos expuesto en la evaluación actual anterior, utilizando el coste energético de las últimas facturas disponibles.

La factura del último mes de octubre fueron 14.294 €. Teniendo en cuenta solo los 11 meses que se analiza cada campaña, el costo ascendería a un total de 157.234€ anuales.

$$Coste\ energético\ anual = Factura\ de\ un\ mes\ estándar \times meses\ de\ trabajo$$

$$Coste\ energético\ anual = 14.294\text{€} \times 11\ meses = 157.234\ \text{€}$$

2.4. CUADRO COMPARATIVO ANTES Y DESPUÉS

A continuación, se va a evaluar el ahorro total anual que supone la ampliación de línea comparando los costes e ingresos antes y después de la misma.

MOTIVO	COSTE ANTES (€/AÑO)	COSTE DESPUÉS (€/AÑO)	AHORRO (€/AÑO)
M.O. CARGA INDUSTRIA	17.069	0	17.069€/AÑO
M.O. CONFECCIÓN	161.798	32.359	129.439 €/AÑO
MATERIAL	10.618	0	10.618€/AÑO
ALQUILER CÁMARAS*	-69.989	-79.393€	9.408€/AÑO
MANTENIMIENTO	7.780	3.430	4.350 €/AÑO
GASTO ENERGÉTICO	147.262	157.234	-9.972€/AÑO
TOTAL	268.174,00	111.714,00	160.912 €/AÑO

*El alquiler de cámaras es un ingreso, no un gasto, por tanto, aparece en negativo con respecto a las demás cifras

2.5 PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

2.5.1 PRESUPUESTO

2.5.1.1 AMPLIACIÓN DE LÍNEA

Se ha elaborado una tabla con el presupuesto ofertado por Sienz S.L., de manera que no se muestren documentos que son confidenciales para ambas empresas.

CONJUNTO	DESGLOSE	SUBTOTAL	OBSERVACIONES
SILO DE ALMACENAMIENTO	Estructura metálica con imprimación y esmaltado con una altura libre de 2.40 metros	141.544 €	Incluye transporte y montaje
	Silo de almacenamiento de fruta de 3x3x2 metros construido en acero inoxidable		
	Sistema de canalizaciones para lixiviados		
	Conjunto de escaleras y pasarelas de acceso a compuertas y mantenimiento		
CUADRO DE MANIOBRA Y MATERIALES DE CONEXIÓN	Cuadro general de maniobra y protección de motores	16.583 €	Incluye materiales para la instalación eléctrica
	Pantalla táctil para monitorización de estado y control de alarmas		Incluye transporte y montaje
INSTALACIÓN MECÁNICA Y PUESTA EN MARCHA	Ampliación de una salida del calibrador con acceso a la tolva de almacenamiento	8.440 €	Incluye transporte y montaje
	Cuadro de maniobra y materiales de conexión		
TOTAL		166.567 €	

2.5.1.2 INGENIERÍA Y DERIVADOS DEL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN

Es necesario contemplar en cualquier proyecto el coste proveniente del trabajo en ingeniería.

Puesto que la ampliación de línea fue un proyecto conjunto entre Perales & Ferrer y Sienz SL, debemos entender que el coste en ingeniería de Sienz ya está incluido en su presupuesto.

Sin embargo, debemos estimar un coste para el trabajo realizado por los departamentos de producción, mantenimiento y prevención de Perales & Ferrer.

Se va a estimar un coste laboral para la empresa de 20€/hora para los trabajos derivados de los departamentos anteriormente mencionados, y qué serán repartidos de la siguiente manera.

DEPARTAMENTO	CONCEPTO	HORAS TOTALES	COSTES (€)
Producción	Detección de la necesidad, contacto con proveedores, elaboración de CAPEX, supervisión del proyecto, elaboración de manuales, etc.	240	4.800 €
Mantenimiento	Supervisión del proyecto, elaboración de manuales, elaboración del plan de mantenimiento, etc.	240	4.800 €
Prevención	Homologación junto con la empresa de prevención contratada por la empresa.	20	400 €
		TOTAL	10.000 €

2.5.1.3 TOTAL

Si al presupuesto le añadimos el coste de la ingeniería y derivados de la homologación tenemos una inversión total de:

$$166.567 \text{ €} + 10.000 \text{ €} = 176.657 \text{ €}$$

2.5.2 VIABILIDAD ECONÓMICA Y RETORNO DE LA INVERSIÓN

En una empresa grande, cualquier compra de maquinaria debe hacerse atendiendo a su rentabilidad, por eso, como se ha explicado anteriormente, hay que justificar al consejo de administración que la cantidad que se invierta va a ser retornada, y un periodo de tiempo para ello.

Como se puede observar en el apartado de presupuesto el coste total de la ampliación de línea asciende a 166.567€.

A la hora de valorar la viabilidad de este proyecto, hemos de restarle directamente al presupuesto la cantidad de que nos ahorraríamos directamente al montar la nueva maquinaria.

En este caso, estamos hablando de la no compra de material, cuyo coste sería de 11.320€.

Del mismo modo, es necesario incrementar el presupuesto en 10.000€, que es la cantidad estimada que la empresa destina a ingeniería y homologación para poner en marcha el proyecto

De este modo, la inversión neta sería de 165.246€, que si dividimos entre los 152.755€ de ahorro anuales, obtendríamos un periodo de retorno de la inversión de aproximadamente 1 año.

Este periodo de retorno de inversión es extraordinario, y fue el principal motivo por el que se puso en marcha el proyecto de ampliación de línea.

$$\text{Retorno de inversión (años)} = \frac{\text{inversión total}}{\text{ahorro anual}}$$

$$\frac{176.567\text{€}}{160.912\text{€}} = 1.1 \text{ años}$$

Esto indica que según los datos teóricos, la amortización de esta inversión se realizaría en poco más de un año, lo cual es un periodo de retorno excelente.

2.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL HANGAR DE CARGA

En este apartado se va a comprobar la resistencia y deformación de dicha estructura siguiendo las consideraciones del CTE DB EA. Como la estructura ya está construida partiremos de los datos definitivos de la misma. Para la realización de los cálculos se ha utilizado el módulo de cálculo de estructuras del software Autodesk Inventor.

Página | 79

Como vemos en la imagen siguiente, la estructura del hangar está formada por un entramado de vigas, pilares y travesaños que sustentan en uno de sus laterales el silo de carga.

En los apartados siguientes se puede apreciar el modelo en 3D de dicha estructura y sus medidas principales. Se han obviado elementos como: cruces, racks, escaleras, zapatas...



Figura 61. Estructura

2.6.1 REQUISITOS DEL CTE

El CTE establece dos exigencias básicas a tener en cuenta para que cualquier estructura pueda considerarse segura:

Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad: La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción

y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio: La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

2.6.1.1 SE 1: RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

Con esta exigencia deberemos determinar si la estructura puede resistir las cargas anteriormente mencionadas sin romperse ni deformarse, y qué, además, pueda permanecer en su posición sin colapsar.

Para asegurar esta exigencia básica debemos comparar la tensión máxima soportada por cualquier elemento de la estructura con el límite elástico de su material.

En caso de ser la tensión menor que el límite elástico, podremos calcular el coeficiente de seguridad, qué será la relación entre ambos valores.

2.6.1.2 SE 2: APTITUD AL SERVICIO

Los objetivos de esta exigencia básica son preservar la seguridad de las personas y asegurar un mínimo nivel de confort, mantener las prestaciones de la estructura en el tiempo (durabilidad, funcionalidad, apariencia) y evitar daños en elementos secundarios no estructurales inducidos por el comportamiento de la estructura.

Para cumplir con esta exigencia básica hemos de asegurar que la deformación máxima de los elementos se encuentra dentro de unos límites marcados previamente por el CTE.

Hay que diferenciar entre flecha, qué es la deformación horizontal de la estructura, y desplome, que en es la deformación horizontal de la misma.

En el caso de qué ambas deformaciones estén dentro de los límites estipulados por el CTE, podremos asegurar que la estructura cumple con esta exigencia, y podremos calcular el coeficiente de seguridad.

2.6.1.2.1 FLECHAS

A continuación, se exponen las exigencias del CTE en cuánto a deformación:

- Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas.

A pesar de que existen más condiciones, la anteriormente mencionada es la más restrictiva y la que más se adapta a la estructura que estamos estudiando.

Tenemos por tanto en cuenta, que ningún elemento de la estructura debe superar una deformación igual o superior al 0,2% de su longitud (1/500).

2.6.1.2.2 DESPLOME

- *Cuándo se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome (véase figura 4.1) es menor de:*

a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;

En este caso, en cuánto al desplome, tenemos una restricción también del 0,2%, pero en este caso relativa a la altura total del edificio.

2.6.2 DATOS DE PARTIDA

En este apartado vamos a señalar aquellas características básicas de nuestra estructura que debemos tener en cuenta para posteriormente realizar los cálculos. Estas son: Dimensiones, tipo de perfiles, material de las vigas, y las condiciones de contorno, en especial, las fuerzas que actúan sobre la estructura.

2.6.2.1 DIMENSIONES

Se ha procedido a realizar una representación mediante Inventor de manera que se puedan apreciar claramente sus dimensiones básicas.

La disposición de la estructura consta de 6 pilares y tres vigas conectadas o arriostradas con 5 travesaños, todas soldadas. Los pilares y las vigas forman 3 pórticos separados 1,8 m aproximadamente.

Las medidas generales de la estructura son un ancho 4,18 m, una altura 4,5 metros y la longitud casi 12 m. El ancho y el alto libres asegurar el paso de dos camiones en paralelo.



Figura 62. Modelo en Inventor de la estructura del silo.

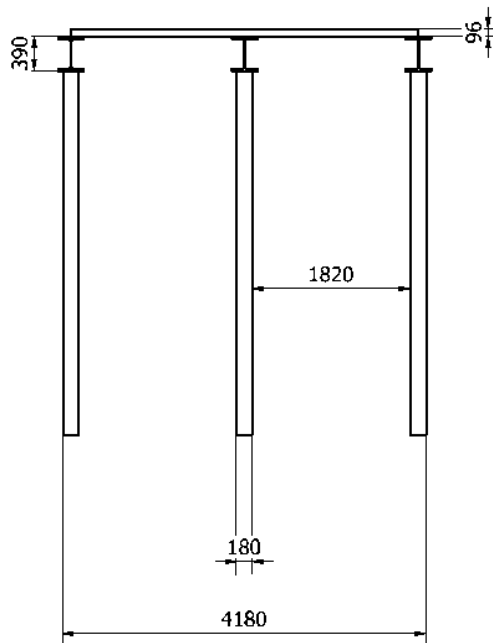


Figura 63. Plano en perfil de la estructura.

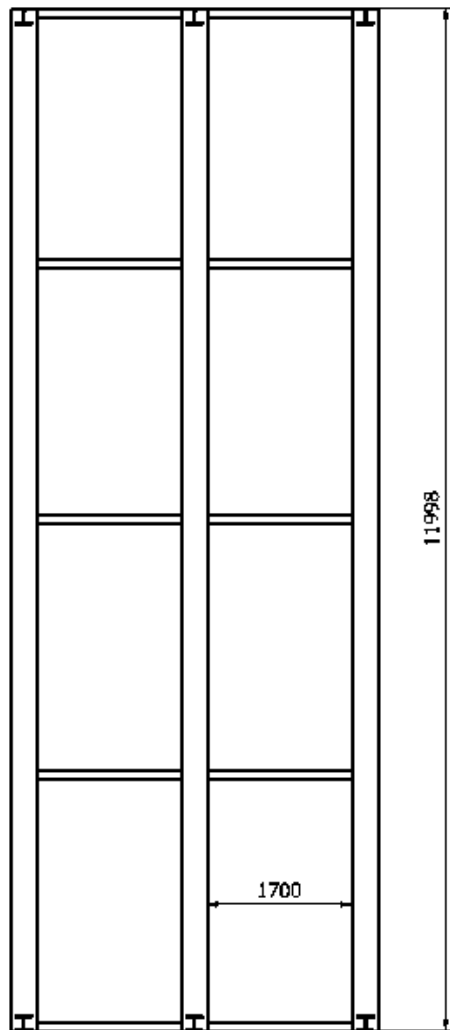


Figura 64. Plano en planta de la estructura.

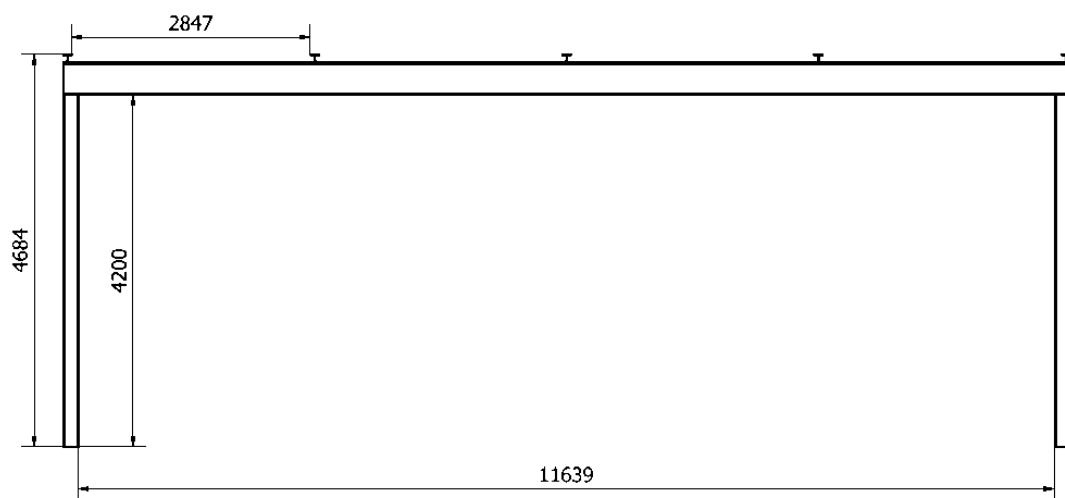
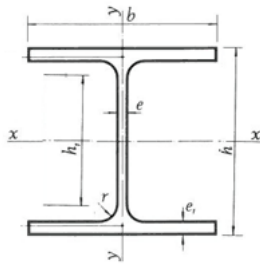


Figura 65. Plano en alzado de la estructura.

2.6.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES

La estructura consta de seis perfiles HEB 180 para los pilares, tres HEB 400 para las vigas, y cinco HEB 100 para los travesaños.

HEB (Sección bruta)



- A = Área de la sección
- I = Momento de Inercia
- W = Módulo resistente
- $i = \sqrt{I/A}$ = Radio de giro
- u = Superficie lateral por metro lineal

HEB	Dimensiones (mm)						Sección A(cm ²)	Peso P(Kg/m)	Referido eje x-x			Referido eje y-y			u m ² /m	HEB
	h	b	e	e1	r	h1			Ix(cm ⁴)	Wx(cm ³)	Ix(cm)	Iy(cm ⁴)	Wy(cm ³)	Iy(cm)		
100	100	100	6,0	10,0	12	56	26,0	20,40	450	89,9	4,16	167	33,5	2,53	0,567	100
120	120	120	6,5	11,0	12	74	34,0	26,70	864	144	5,04	318	52,9	3,06	0,686	120
140	140	140	7,0	12,0	12	92	43,0	33,7	1510	216	5,93	550	78,5	3,58	0,805	140
160	160	160	8,0	13,0	15	104	54,3	42,6	2490	311	6,78	889	111	4,05	0,918	160
180	180	180	8,5	14,0	15	122	65,3	51,2	3830	426	7,66	1360	151	4,57	1,04	180
200	200	200	9,0	15,0	18	134	78,1	61,3	5700	570	8,54	2000	200	5,07	1,15	200
220	220	220	9,5	16,0	18	152	91	71,5	8090	736	9,43	2840	258	5,59	1,27	220
240	240	240	10,0	17,0	21	164	106	83,2	11260	938	10,3	3920	327	6,08	1,38	240
260	260	260	10,0	17,5	24	177	118	93	14920	1150	11,2	5130	395	6,58	1,50	260
280	280	280	10,5	18,0	24	196	131	103	19270	1380	12,1	6590	471	7,09	1,62	280
300	300	300	11,0	19,0	27	208	149	117	25170	1680	13,0	8560	571	7,58	1,73	300
320	320	300	11,5	20,5	27	225	161	127	30820	1930	13,8	9240	616	7,57	1,77	320
340	340	300	12,0	21,5	27	243	171	134	36660	2160	14,6	9690	646	7,53	1,81	340
360	360	300	12,5	22,5	27	261	181	142	43190	2400	15,5	10140	676	7,49	1,85	360
400	400	300	13,5	24,0	27	298	198	155	57680	2880	17,1	10820	721	7,40	1,93	400
450	450	300	14,0	26,0	27	344	218	171	79890	3550	19,1	11720	781	7,33	2,03	450
500	500	300	14,5	28,0	27	390	239	187	107200	4290	21,2	12620	842	7,27	2,12	500
550	550	300	15,0	29,0	27	438	254	199	136700	4970	23,2	13080	872	7,17	2,22	550
600	600	300	15,5	30,0	27	486	270	212	171000	5700	25,2	13530	902	7,08	2,32	600

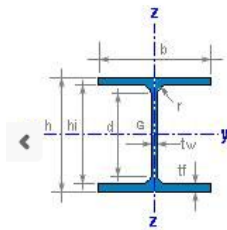
Figura 66. Características del perfil HEB

2.6.2.2.1 TRAVESAÑOS

En la parte superior de la estructura disponemos de cinco travesaños de perfil HEB 100.

Su función es unir los tres pórticos que conforman la base de la estructura, además, dos de estos travesaños sirven de apoyo al silo. Éste va soldado a ellos a lo largo de su longitud.

HEB 100



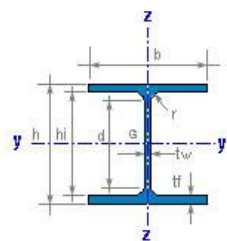
$h = 100 \text{ mm}$	$r = 12 \text{ mm}$
$b = 100 \text{ mm}$	$d = 56.0 \text{ mm}$
$t_w = 6.0 \text{ mm}$	$h_i = 80.0 \text{ mm}$
$t_f = 10.0 \text{ mm}$	
$A = 26.0 \text{ cm}^2$	$M = 20.4 \text{ kg/m}$
$I_y = 450 \text{ cm}^4$	$I_z = 167 \text{ cm}^4$
$W_y = 89.9 \text{ cm}^3$	$W_z = 33.5 \text{ cm}^3$
$W_{ply} = 104.2 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 51.4 \text{ cm}^3$
$i_y = 4.16 \text{ cm}$	$i_z = 2.53 \text{ cm}$
$I_t = 9.3 \text{ cm}^4$	$I_w = 3387 \text{ cm}^6$
$S_y = 52.1 \text{ cm}^3$	$Av_z = 9.04 \text{ cm}^2$
$s_y = 8.6 \text{ cm}$	
$AL = 0.567 \text{ m}^2/\text{m}$	$AG = 27.76 \text{ m}^2/\text{t}$

Figura 67. Características del perfil HEB 100

2.6.2.2.2 PILARES

Los elementos verticales de los pórticos están formados por seis pilares de perfil HEB 180. Como el silo de almacenamiento está desplazado hacia un lateral, en concreto, tres de estos pórticos deben acometer una función estructural básica.

HEB 180



$h = 180 \text{ mm}$	$r = 15 \text{ mm}$
$b = 180 \text{ mm}$	$d = 122.0 \text{ mm}$
$t_w = 8.5 \text{ mm}$	$h_i = 152.0 \text{ mm}$
$t_f = 14.0 \text{ mm}$	
$A = 65.3 \text{ cm}^2$	$M = 51.2 \text{ kg/m}$
$I_y = 3831 \text{ cm}^4$	$I_z = 1363 \text{ cm}^4$
$W_y = 425.7 \text{ cm}^3$	$W_z = 151.4 \text{ cm}^3$
$W_{ply} = 481.5 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 231.0 \text{ cm}^3$
$i_y = 7.66 \text{ cm}$	$i_z = 4.57 \text{ cm}$
$I_t = 42.2 \text{ cm}^4$	$I_w = 93887 \text{ cm}^6$
$S_y = 240.7 \text{ cm}^3$	$Av_z = 20.24 \text{ cm}^2$
$s_y = 15.9 \text{ cm}$	
$AL = 1.037 \text{ m}^2/\text{m}$	$AG = 20.25 \text{ m}^2/\text{t}$

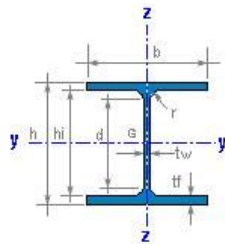
Figura 68. Características del perfil HEB 180

2.6.2.2.3 VIGAS HORIZONTALES

El último elemento estructural del silo son las vigas horizontales.

Hay tres, y tienen una longitud de 12 metros, por lo que se ha seleccionado un perfil HEB 400, ya que estarán sometidos a una gran flexión.

HEB 400



h = 400 mm r = 27 mm
 b = 300 mm d = 298.0 mm
 tw = 13.5 mm hi = 352.0 mm
 tf = 24.0 mm

A = 197.8 cm² M = 155.3 kg/m

I_y = 57684 cm⁴ I_z = 10819 cm⁴
 W_y = 2884.2 cm³ W_z = 721.3 cm³
 W_{ply} = 3231.9 cm³ W_{plz} = 1104.0 cm³
 i_y = 17.08 cm i_z = 7.40 cm
 I_t = 361.0 cm⁴ I_w = 3823884 cm⁶

S_y = 1616.0 cm³ Av_z = 69.99 cm²
 s_y = 35.7 cm

AL = 1.927 m²/m AG = 12.41 m²/t

Figura 69. Características del perfil HEB 400

2.6.2.3 MATERIALES

El material para estos perfiles es acero, al que se le ha dado una capa de imprimación para evitar la corrosión a largo plazo, ya que la estructura estará a la intemperie.

Todas las barras de la estructura tienen una calidad S275JR, lo cual le confiere un límite elástico de 275 N/mm².

Módulo de Elasticidad	Módulo de Rigidez	Coefficiente de Poisson	Coefficiente de dilatación térmica	Densidad
E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	α (°C) ⁻¹	ρ (Kg/m ³)
210.000	81.000	0,3	1,2·10 ⁻⁵	7.850

Figura 70. Características del acero S275JR.

Espesor nominal, mm	Límite elástico mínimo, MPa	Límite de resistencia, MPa
≤ 3	275	430-580
≥ 3 ≤ 16	275	410-560
> 16 ≤ 40	265	410-560
> 40 ≤ 63	255	410-560
> 63 ≤ 80	245	410-560
> 80 ≤ 100	235	410-560
> 100 ≤ 150	225	400-540
> 150 ≤ 200	215	380-540
> 200 ≤ 250	205	380-540
> 250 ≤ 400	195	380-540

Figura 71. Límite elástico en función del espesor nominal.

Véase que utilizamos un valor de límite elástico de 275 N/mm², ya que aplicamos un espesor nominal de entre 3 y 16 milímetros en todas las vigas.

2.6.2.4. ZAPATAS

Para unir los pilares al pavimento se han utilizado zapatas de hormigón, que, aunque no serán objeto de estudio, forman parte de la construcción.

En este caso, la estructura que estamos estudiando está unida al suelo mediante zapatas de 0.5x0.5x0.3 metros, y estas, además, están unidas entre sí mediante un cordón de hormigón.

Esto se hizo con la finalidad de aumentar el grosor del pavimento en la sección, ya que se trata de un paso muy concurrido de camiones, que además tienen que maniobrar sobre la zona.

La unión de los pilares al suelo se supondrá rígida a efectos de cálculos y simulación.

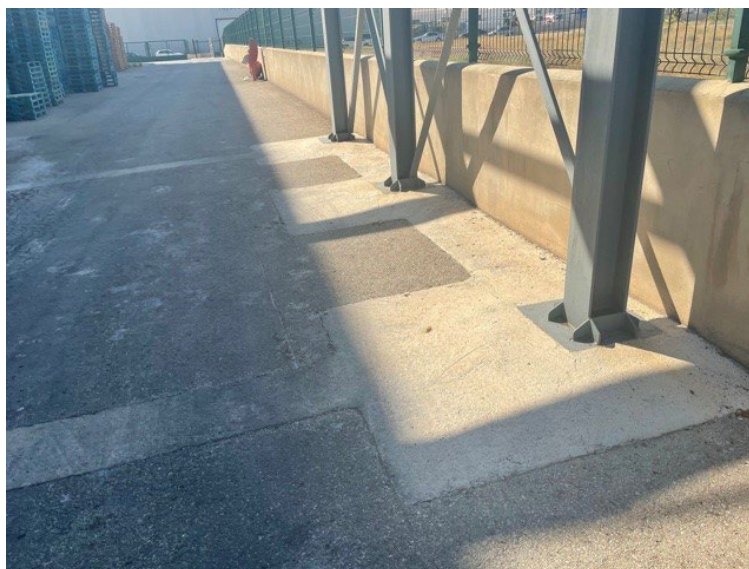


Figura 72. Zapatas

2.6.2.5 CONDICIONES DE CONTORNO

Una vez que conocemos las características de la estructura será necesario evaluar a qué condiciones va a estar sometida. En este caso, tendremos en cuenta el peso del silo cargado, el viento y el peso propio de la estructura.

2.6.2.5.1 CARGA POR PESO PROPIO Y PESO DEL SILO CARGADO

Las cargas que tendremos en cuenta principalmente serán las generadas por el peso del silo y el material de la estructura.

Para aproximar el peso del silo se estima un peso de la estructura de 20 toneladas y una capacidad de carga de limones de otras 20 toneladas. Esto hace un total de 40 toneladas. Esta

carga se situará en un lateral de la estructura, y está distribuida en ocho puntos. Seis de los cuales se sitúan directamente sobre los dos primeros travesaños, en sus extremos y centro.

Los dos puntos restantes sobre los que recae el peso del silo cargado se encuentran directamente sobre la viga HEB 400, concretamente en el punto equidistante a los dos primeros travesaños.

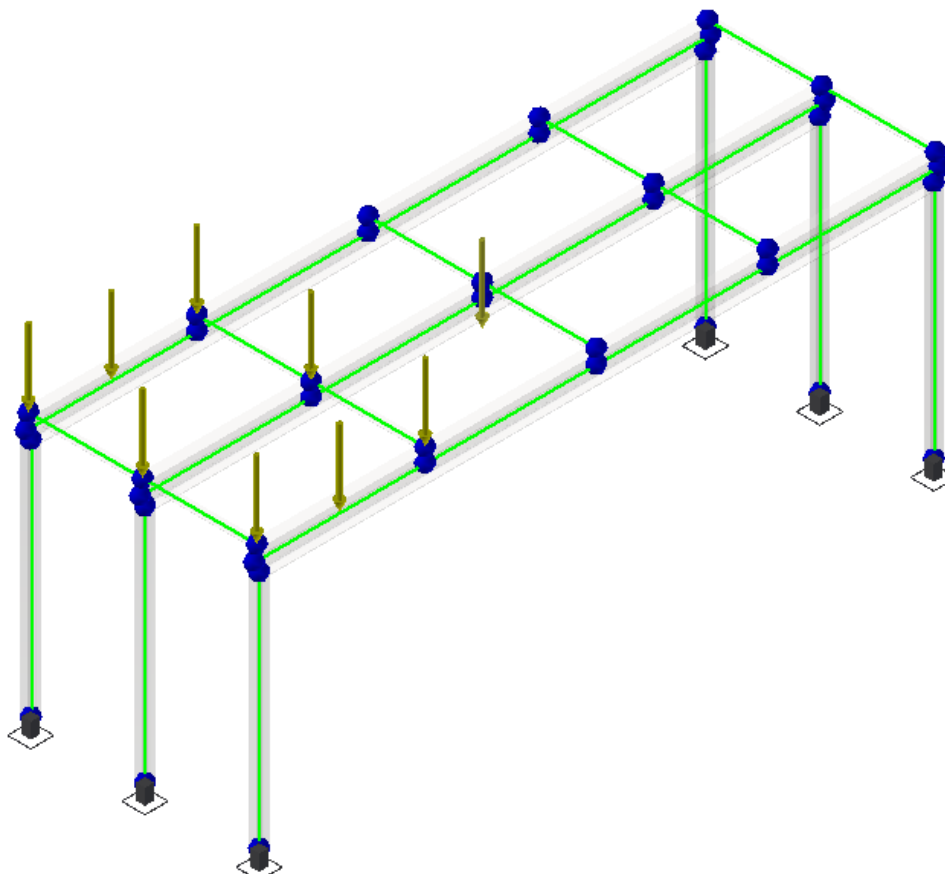


Figura 73. Peso que actúa sobre la estructura proveniente del silo.

2.6.2.5.2 SOBRECARGA DE USO

Como carga de uso se podría tener en cuenta el trasiego de operarios en la pasarela, pero no lo incluiremos en los cálculos, ya que debido a su bajo peso la he considerado despreciable.

2.6.2.5.3 CARGA POR VIENTO

Pese a que pueda parecer un aspecto despreciable, ya que, a simple vista, la estructura no ofrece una gran resistencia aerodinámica (y menos al estar junto a una pared), vamos a calcular la posible destabilización que puede sufrir el silo en condiciones de viento extremo.

Para introducir este factor, tenemos en cuenta el CTE, que nos facilitará un valor aproximado de la presión dinámica del viento dependiendo de la localización geográfica de la construcción.

Otro dato que tendremos en cuenta será la superficie sobre la que actúa el viento y la altura de la misma.

Según el CTE, la acción del viento, por lo general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

q_b la presión dinámica del viento. La obtendremos a partir del anexo del CTE que nos identifica este valor con la zona geográfica dónde está ubicada la estructura.

- El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Figura 74. Viento en España.

Al estar ubicados dentro de una zona denominada como B, podemos concluir que la presión dinámica será de **0,45 kN/m²**.

C_e el coeficiente de exposición. Variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno dónde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 75. Valores del coeficiente de exposición.

Finalmente, como coeficiente de exposición utilizamos la línea IV (zona industrial) cruzada con la columna 9, obteniendo un coeficiente de **1,7**.

C_p es el coeficiente eólico de presión. al no tratarse de un edificio cerrado tomaremos este valor como **1**.

De este modo, podemos suponer que el viento ejerce una carga de **0.765 kN/m²**.

$$Q = Q_b \times C_e = \frac{0,45 \text{ kN}}{\text{m}^2} \times 1,7 = 0,765 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Para calcular la acción puntual del viento en la estructura será necesario estimar la superficie sobre la que el viento ejerce un empuje.

En este caso, vamos a desprestigiar vigas y pilares y tener solo en cuenta la superficie lateral del silo y la superficie frontal, que son la que ofrecen una superficie sobre la que el viento puede actuar.

2.6.2.5.3.1 UBICACIÓN DENTRO DEL RECINTO

En este apartado se pretende ofrecer al lector una visión simplificada acerca de la ubicación de la estructura y el silo de carga.

Como se puede observar en la imagen inferior, nuestra estructura se encuentra en un lateral de la nave, junto a una zona de almacenamiento de envases y palets en el lateral suereste, y resguardado por una ampliación de la planta al noroeste.

Dada esta ubicación, cobra si cabe más relevancia la decisión de desprestigiar el viento como fuerza de carga (apartado 4.1.4.1.3).



Figura 76. Ubicación de la estructura dentro del recinto.

2.6.2.5.3.2 VIENTO SOBRE EL LATERAL

En este apartado calcularemos el empuje que ejerce el viento en la estructura cuándo actúa desde el lateral, es decir, en dirección perpendicular a los pórticos.

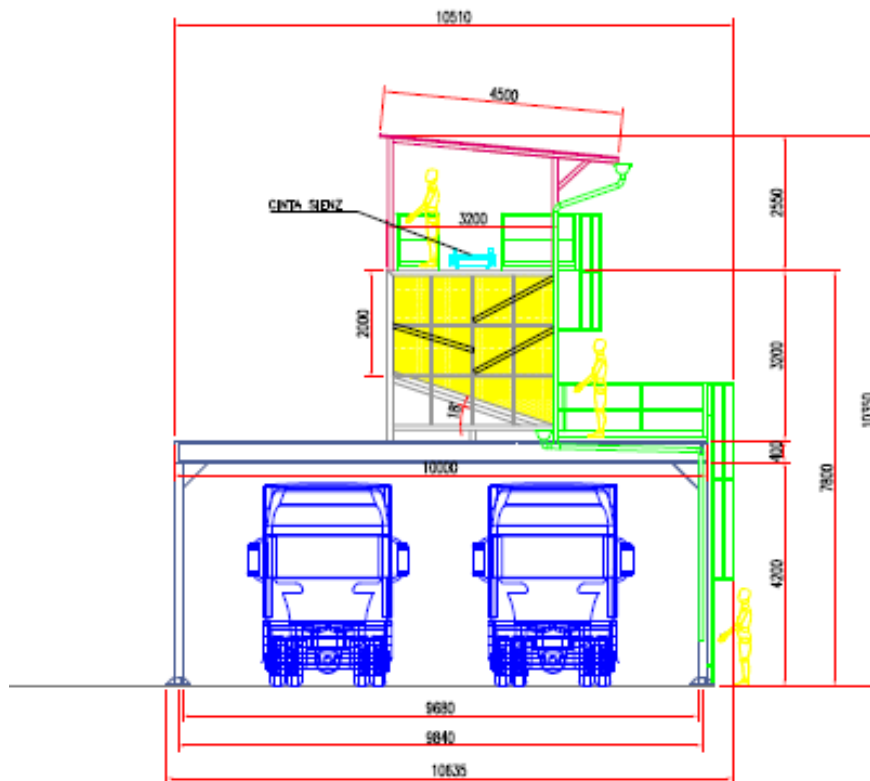


Figura 77. Estructura desde el lateral.

Tengamos en cuenta que la superficie que tomamos es la que está señalada en amarillo. Esta área se corresponde a un trapecioide, que separaremos en un rectángulo de 2000x3000 y un triángulo rectángulo de 3000x1000.

$$\text{Área total} = 2 \times 3.2 + \frac{3.2 \times 1.2}{2} = 6.4 + 1.92 = 8.32 \text{ m}^2$$

Por tanto, la fuerza ejercida por el viento en el lateral será:

$$Q = 0,765 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 8.32 \text{ m}^2 = 6.37 \text{ kN}$$

2.6.2.5.3.3 VIENTO SOBRE EL FRONTAL

Ahora vamos a calcular el empuje que provocaría el viento si este actuase en dirección paralela a los pórticos.

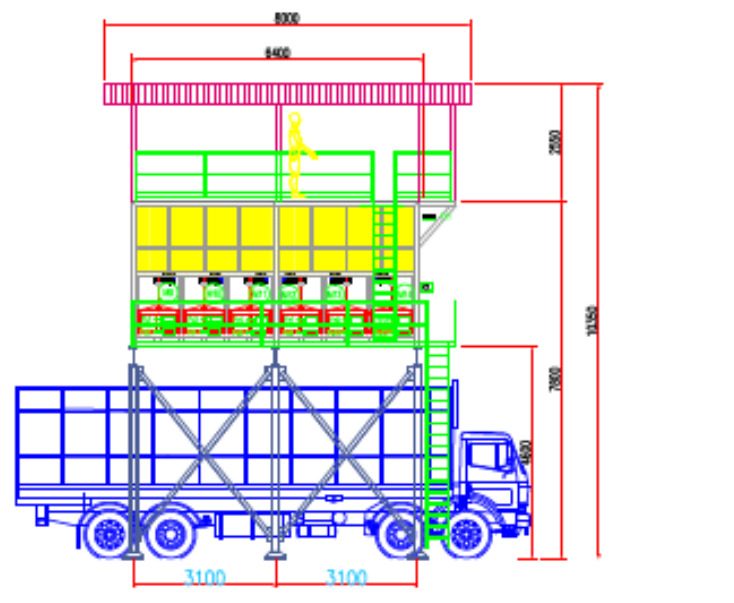


Figura 78. Estructura vista desde el frontal.

Nuevamente es necesario calcular la superficie sobre la que actúa el viento.

En este caso, tomaremos la superficie rectangular que ofrece el silo, sin contar barandillas y techado.

$$A = 6.2m \times 3,2m = 19,84 m^2$$

Por tanto, el empuje en esta dirección sería de:

$$Q = 0,765 \frac{kN}{m^2} \times 19,84m^2 = 15,18 kN$$

2.6.3 COMPOSICIÓN DE FUERZAS

La principal componente a la hora de valorar si la estructura es apta o no será el peso del silo cargado de limones, aunque también debemos tener en cuenta la fuerza del viento y el peso propio de la estructura.

El trasiego de operarios para mantenimiento lo consideraremos despreciable, ya que no supondría una gran desviación respecto al peso total.

Tampoco consideraremos las posibles cargas por nieve, ya que la zona es poco propensa a este fenómeno, y en caso de que ocurriera, se puede optar por no utilizar la completa capacidad del silo de almacenamiento.

Como hemos valorado en el apartado 2.2.1.5.1, tendremos un peso del silo de aproximadamente 40 toneladas.

En el caso del viento, tomaremos la componente más desfavorable para la estructura. En este caso hemos tomado la componente lateral, ya que, aunque su magnitud total es menor, su ángulo de actuación genera una deformación mayor en la estructura, tal como puede observarse en las siguientes imágenes.

Tipo: Desplazamiento
Unidades: mm
21/02/2022, 17:34:23

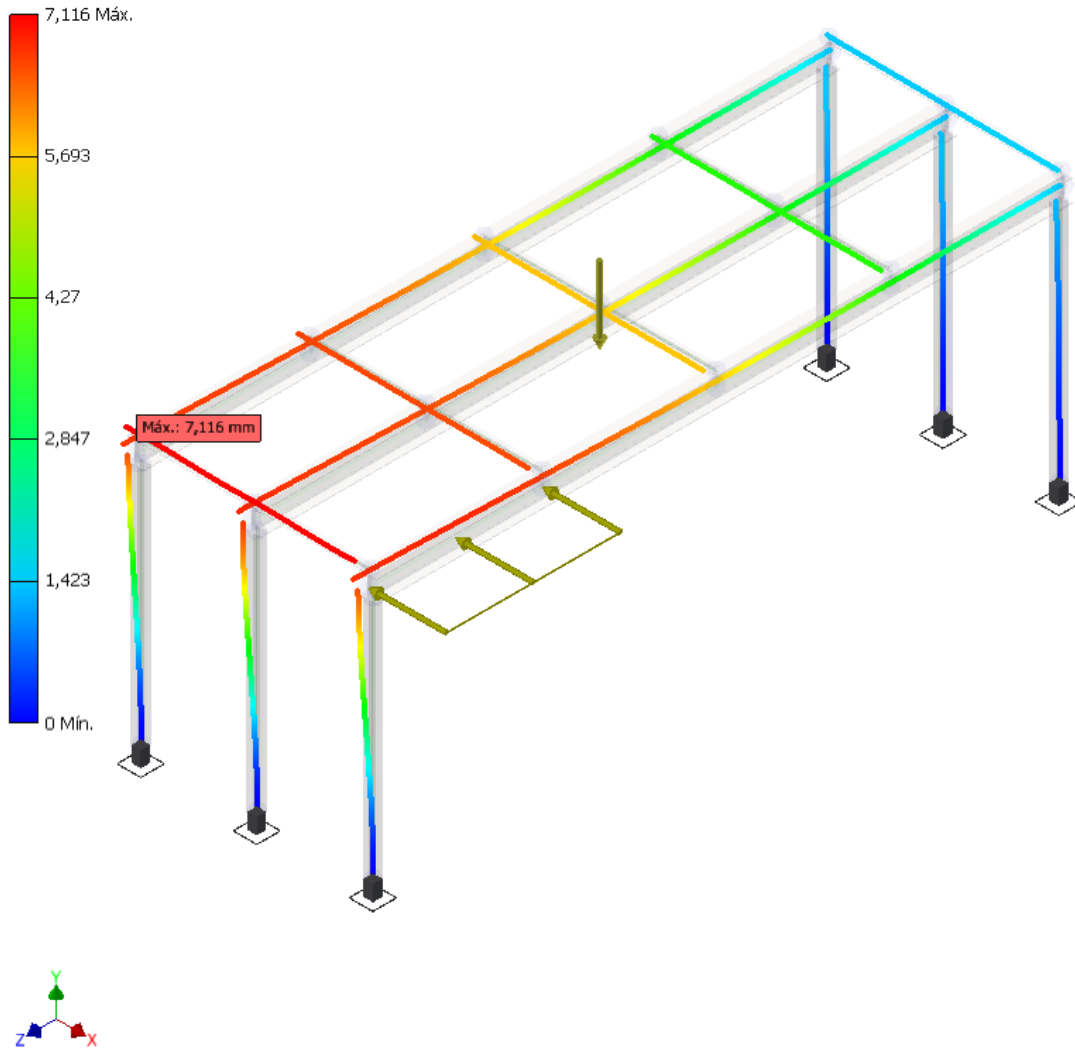


Figura 79. Desplazamiento en la estructura provocado únicamente por el viento lateral.

Tipo: Desplazamiento
Unidades: mm
21/02/2022, 17:36:31

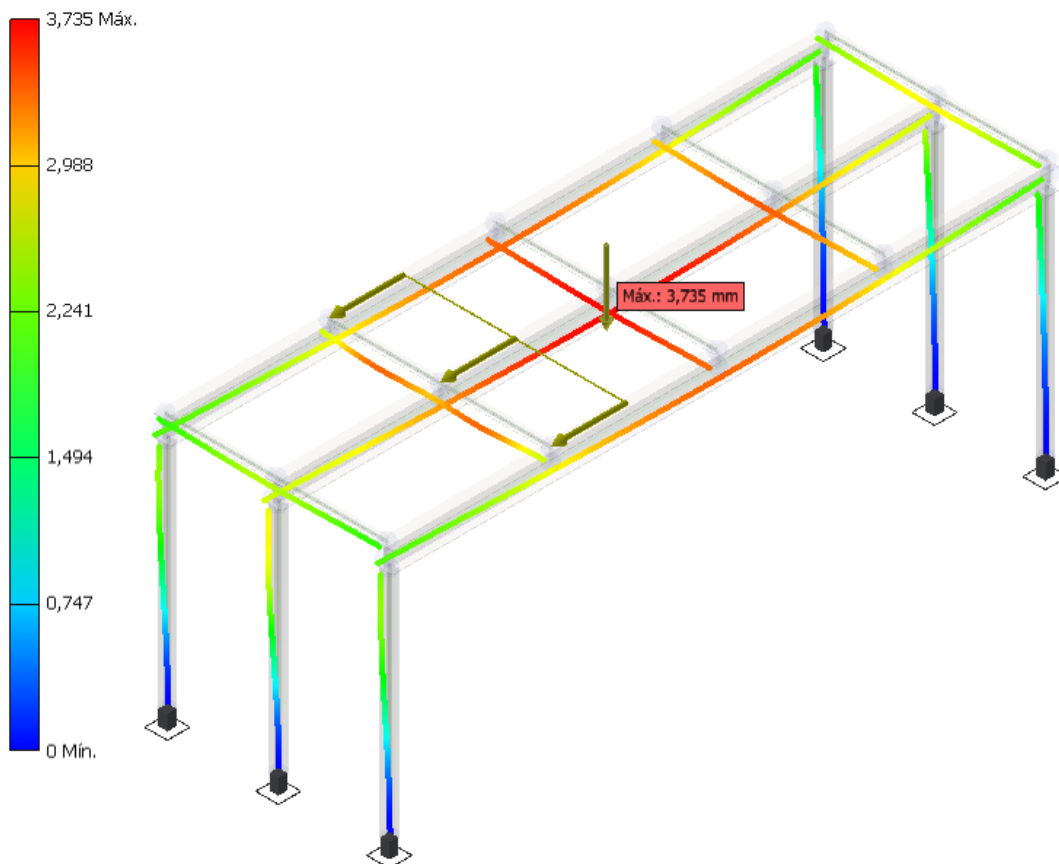


Figura 80. Desplazamiento en la estructura provocado únicamente por el viento frontal.

Observamos entonces como disponemos de una serie de cargas puntuales situados sobre los dos primeros travesaños (3 en cada uno) y en las vigas exteriores (uno en cada una). Estas cargas están situadas verticalmente sobre los ocho soportes soldados que sustentan el silo de almacenamiento de limones.

La carga repartida sobre el lateral es la correspondiente al viento, y en este caso actúa sobre la viga exterior, en una longitud que dista desde el primer hasta el segundo travesaño.

Por último, hemos considerado el peso total de la estructura, que es la carga vertical situada en el centro de gravedad de esta.

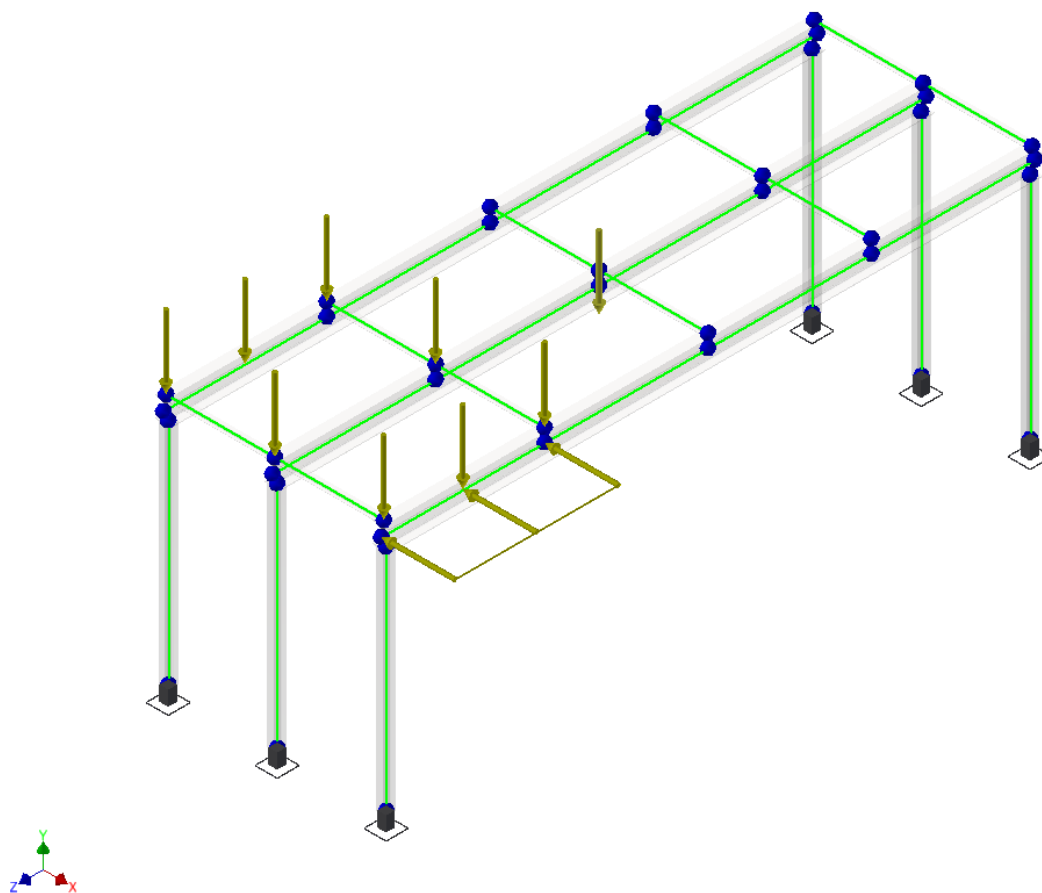


Figura 81. Cargas de peso y viento combinadas

2.6.4 COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA ACTUAL SEGÚN CTE

2.6.4.1 RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

Como se puede observar en la simulación realizada, la tensión máxima en cualquier punto de la estructura es de 69,74 MPa.

Conociendo a su vez el límite elástico del material de construcción (275 MPa), podemos comprobar que la estructura está dentro del límite máximo, y a su vez, podemos calcular el coeficiente de seguridad.

$$CS = \frac{LE}{\sigma_{max}} = \frac{275 \text{ MPa}}{69,74 \text{ MPa}} = 3,94$$

Por lo tanto, podemos concluir que la estructura es resistente a la carga solicitada.

Tipo: Tensión normal Smax
Unidades: MPa
19/01/2022, 13:08:54

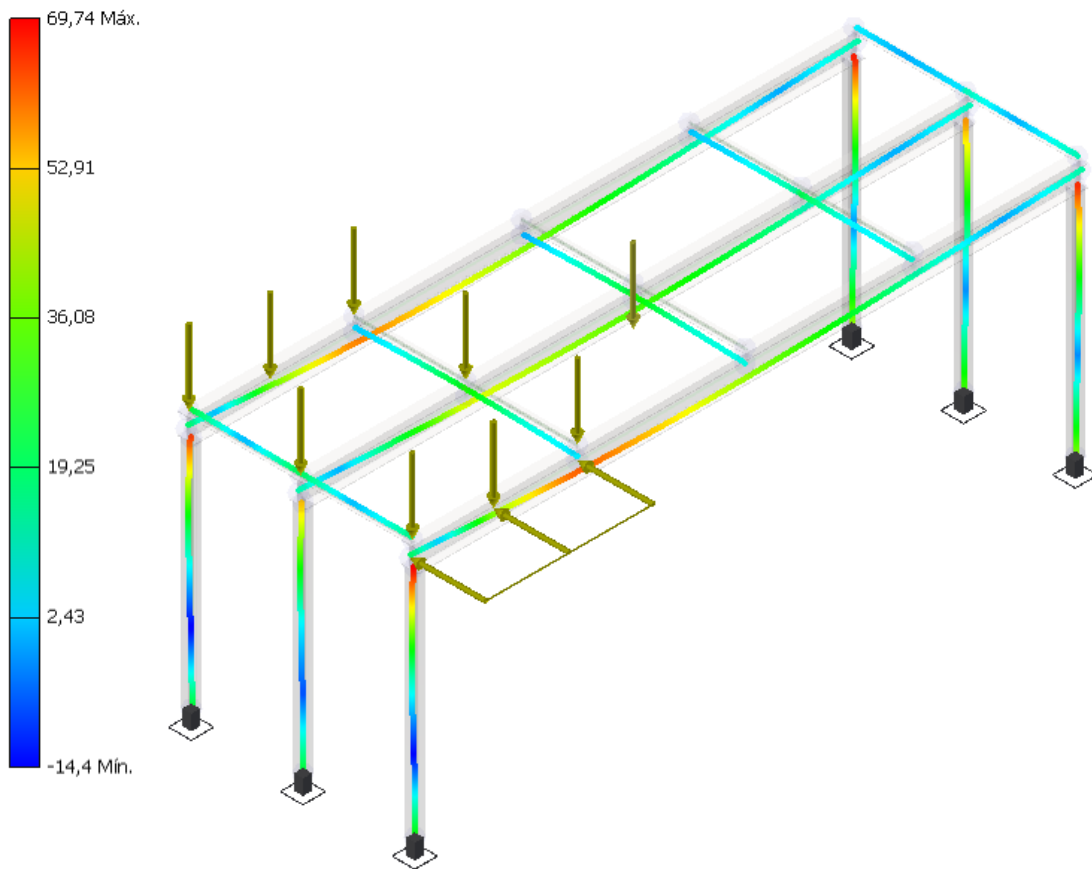


Figura 82. Tensión en la estructura.

2.6.4.2 APTITUD AL SERVICIO

2.6.4.2.1 FLECHAS

A continuación, hemos simulado la deformación de la estructura mediante el software Autodesk Inventor.

A la hora de buscar la deformación máxima, podemos simplemente ubicar las zonas marcadas en rojo de la siguiente figura.

Tipo: Desplazamiento
Unidades: mm
19/01/2022, 13:09:21

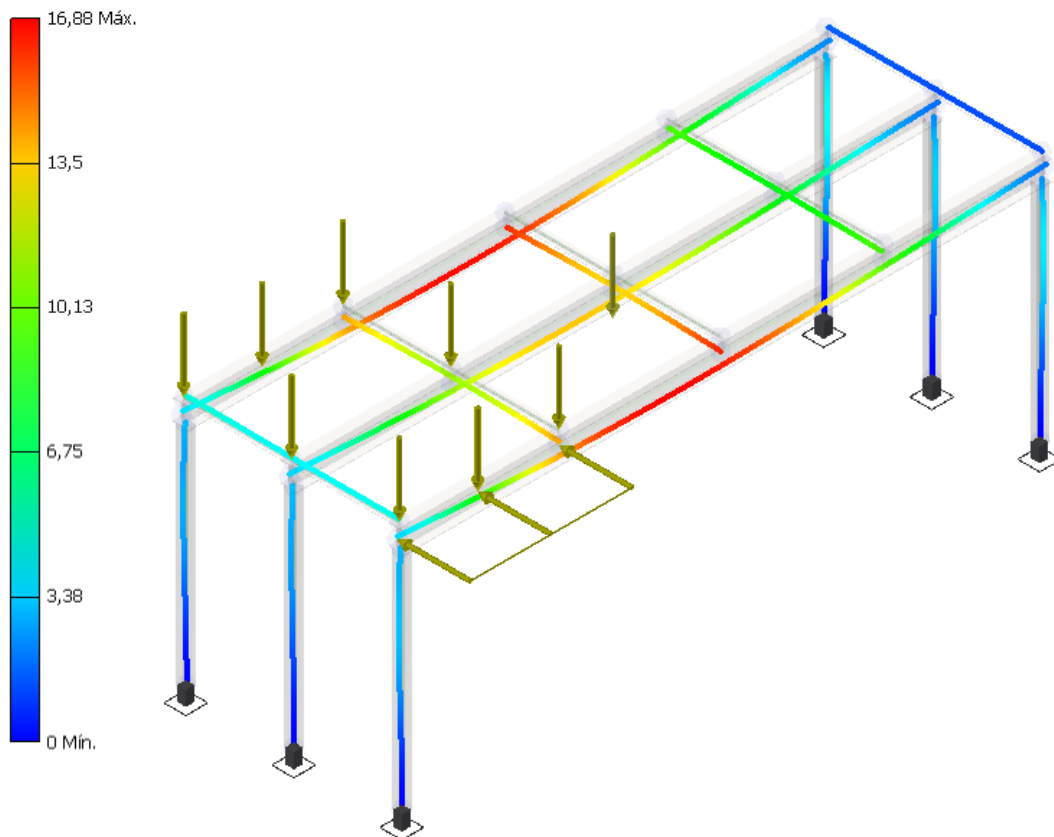


Figura 83. Deformación en la estructura.

En este caso encontramos las deformaciones más altas tanto en las vigas laterales (HEB 400), como en el travesaño central (HEB 100), sin embargo, en este último, debemos considerar que su deformación relativa es inferior, ya que la zona central de la misma ya está desplazada de su lugar de origen (observamos el centro del travesaño en color naranja).

Si observamos la siguiente imagen, la deformación en el travesaño oscila entre 13,3 mm y 16,34 mm lo cual nos da una deformación relativa de 3,04 mm.

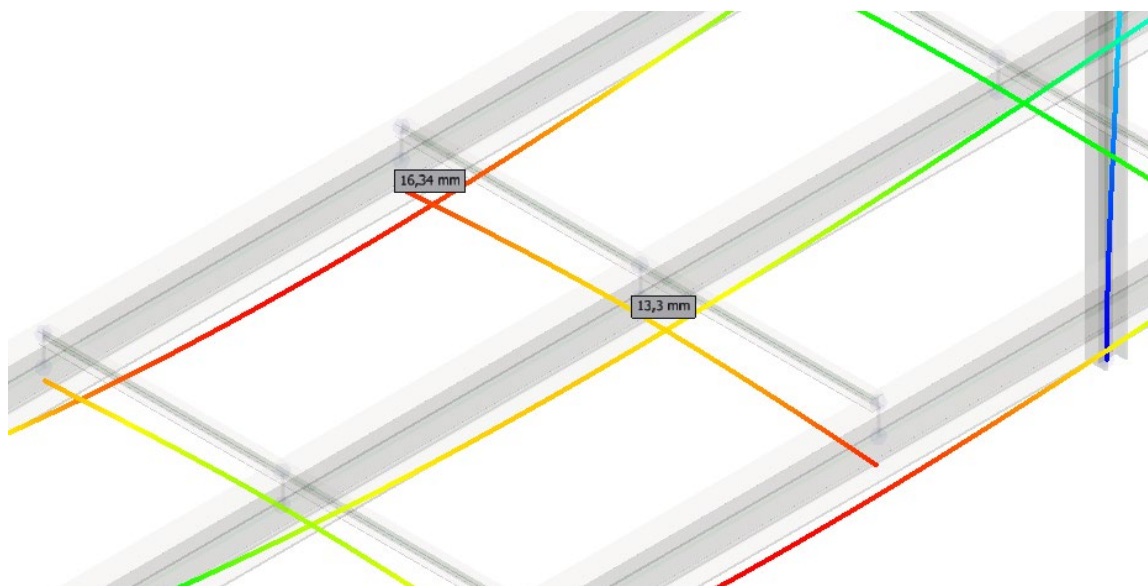


Figura 84. Desplazamiento en el travesaño central

En el caso de las vigas verticales, su máxima deformación es de 16,88 mm, y su mínima de 3,73 mm, lo cual arroja un relativo de 13,15 mm.

ito
:52

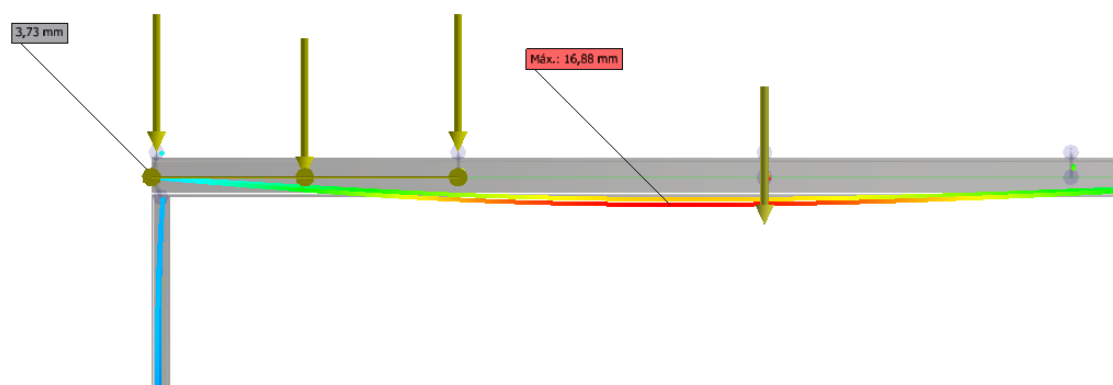


Figura 85. Desplazamiento en las vigas exteriores.

Para este tipo de montajes, el CTE admite una deformación máxima del 0,2% (1/500) con respecto a la longitud total del elemento en cuestión.

Para las vigas HEB 400 de 12 metros, el 0,2% de su longitud son 24 mm.

Si analizamos también los travesaños HEB 100 de 4 metros, el 0,2% de su longitud serían 6 mm.

Para verificar que la estructura es apta, tenemos que calcular el coeficiente de seguridad. En este caso, hemos de asegurarnos de que la deformación máxima en cualquier elemento de la estructura no supera la deformación máxima estipulada por el CTE.

$$CS \text{ FLECHA (VIGAS)} = \frac{24 \text{ mm}}{13,15 \text{ mm}} = 1,82$$

$$CS \text{ FLECHA (TRAVESAÑO)} = \frac{8 \text{ mm}}{3,04 \text{ mm}} = 2,63$$

Conocidos estos resultados, podemos afirmar que la estructura es segura en cuanto a deformación.

2.6.4.2.2 DESPLOME

En cuanto al desplome, observamos el valor máximo en la parte superior de los pilares derechos, llegando este valor a un máximo de 3,38 mm.

$$CS \text{ DESPLOME} = \frac{9,2 \text{ mm}}{3,38 \text{ mm}} = 2,72$$

Conocidos estos resultados, podemos afirmar que la estructura es segura en cuanto a desplome.

2.6.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA POSIBLE INCORPORACIÓN DE UN SEGUNDO SILO.

Los cálculos realizados en los apartados anteriores han servido para comprobar que la estructura construida es segura.

En este apartado vamos a calcular si dicha estructura seguirá siendo segura en caso de incorporar un segundo silo que duplique la capacidad de almacenamiento.

Llegados a este punto hemos de comprobar si la estructura es válida para sustentar otro silo, y en caso de no serlo, cuáles serían las modificaciones a considerar para que el conjunto fuera seguro.

Buscando un comportamiento simétrico de los esfuerzos, se ha optado por simular el segundo silo en el extremo opuesto al original.

A continuación, analizaremos la resistencia y estabilidad de la estructura, así como su aptitud de servicio.

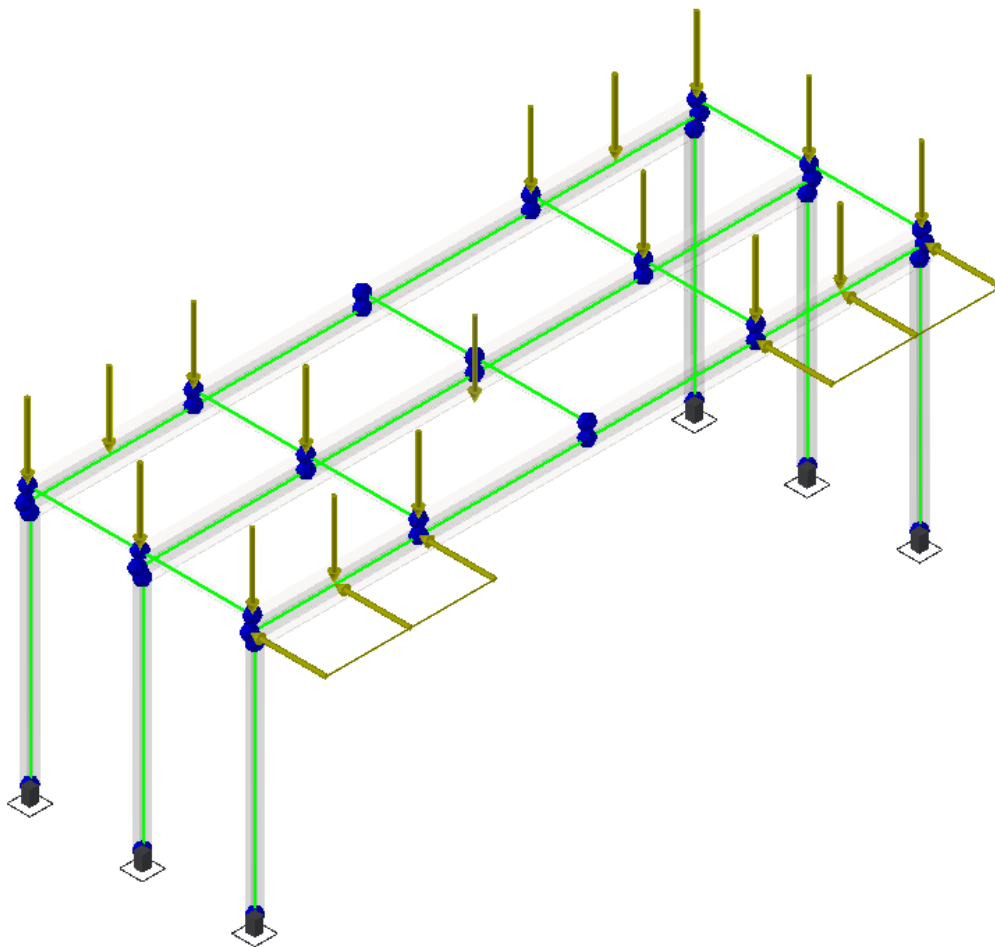


Figura 86. Simulación con un segundo silo en el extremo opuesto.

2.6.5.1 RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

Al incorporar un segundo silo en el extremo opuesto al silo original, también aumenta la presión en algunos elementos de la estructura.

Sin embargo, la tensión máxima que arroja la simulación sigue siendo aceptable, ya que no supera el límite elástico del material.

Tipo: Tensión normal Smax
Unidades: MPa
19/01/2022, 13:07:37

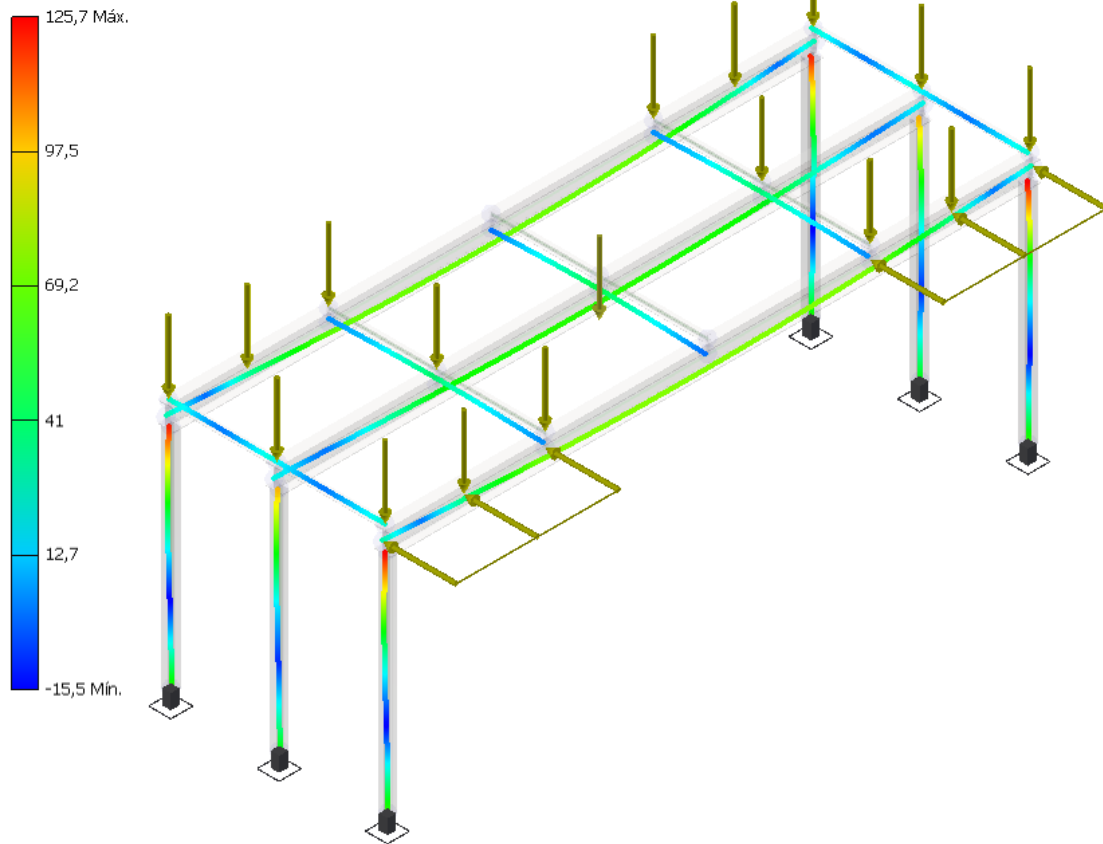


Figura 87. Tensión en la estructura con dos silos.

El coeficiente de seguridad para una tensión máxima de 125,7 MPa es el siguiente:

$$CS = \frac{LE}{\sigma_{max}} = \frac{275 \text{ MPa}}{125,7 \text{ MPa}} = 2,18$$

La estructura original, por tanto, sigue siendo válida en cuanto a resistencia.

2.6.5.2 APTITUD AL SERVICIO

2.6.5.2.1 FLECHAS

Analizando la flecha de la estructura con dos silos observamos que ha aumentado especialmente el desplazamiento en las vigas laterales de la estructura.

Tipo: Desplazamiento
Unidades: mm
19/01/2022, 13:06:44

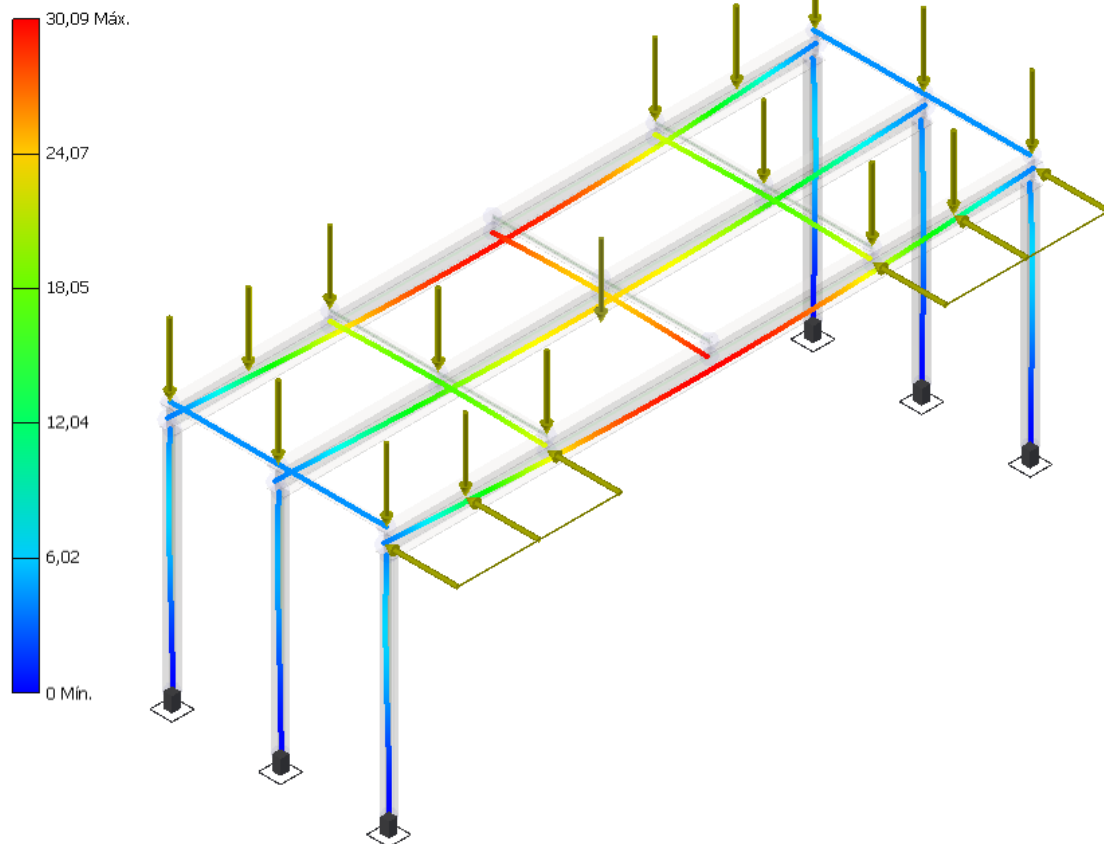


Figura 88. Deformación en la estructura con dos silos.

El valor máximo alcanzado ahora es de 29,69 mm en las vigas HEB 400 laterales, mientras que el mínimo es 0,68 mm. Tenemos entonces un relativo de 29,01 mm.

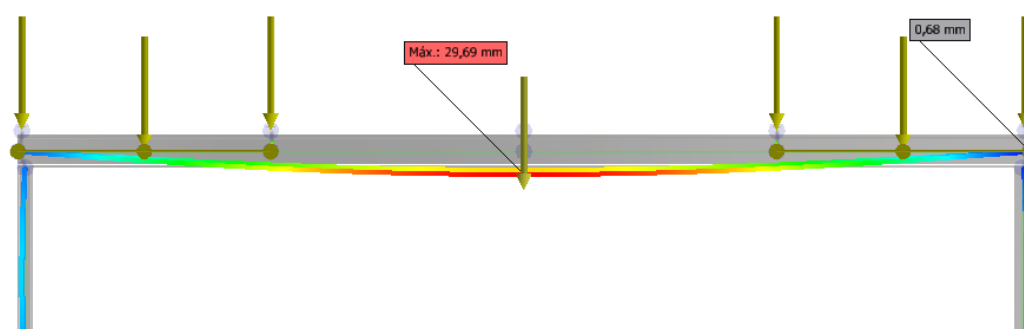


Figura 89. Deformación en las vigas exteriores.

En el travesaño central, observamos un desplazamiento absoluto de 21,98 mm en los extremos y aproximadamente 21,55 mm en el centro, lo que supone un desplazamiento relativo de 0,43 mm.

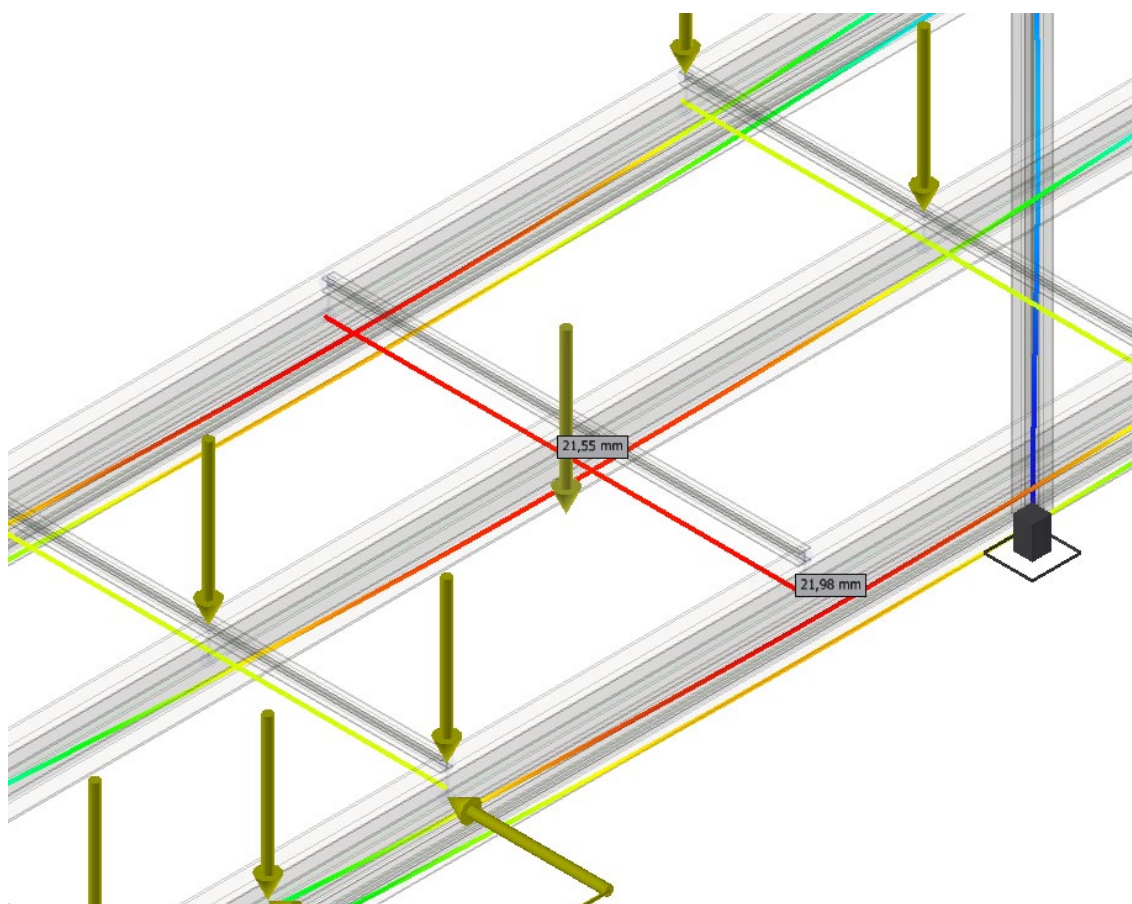


Figura 90. Deformación en el travesaño central.

Para asegurar que la estructura es válida atendiendo a los criterios de deformación debemos calcular los coeficientes de seguridad en flecha y desplome utilizando como base los límites extraídos del CTE en el apartado anterior.

En ese caso obtenemos:

$$CS \text{ FLECHA (VIGAS)} = \frac{24 \text{ mm}}{29,01 \text{ mm}} = 0,82$$

$$CS \text{ FLECHA (TRAVESAÑO)} = \frac{8 \text{ mm}}{0,43 \text{ mm}} = 18,6$$

El coeficiente de seguridad en flecha es insuficiente, por lo que podemos concluir que necesitaremos modificar la estructura para poder incorporar un segundo silo de almacenamiento.

La deficiencia la hemos encontrado en las vigas laterales, por lo que en el siguiente apartado optaremos por reforzar ese elemento.

2.6.5.2.1 DESPLOME

Aproximando los valores de la figura 88 hemos obtenido un desplazamiento de 6,02 mm en dirección horizontal de la estructura.

Por tanto, el coeficiente de seguridad en cuánto a desplome sería:

$$CS \text{ DESPLOME} = \frac{9,2 \text{ mm}}{6,02 \text{ mm}} = 1,52$$

Como podemos comprobar, la estructura sí sería válida en cuánto a desplome, pero sería insuficiente para las exigencias en cuánto a flecha.

2.6.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL SOBRE ESTRUCTURA MODIFICADA CON SEGUNDO SILO

Como hemos podido observar en el apartado anterior, a la hora de incorporar un segundo silo, sería necesario reforzar la estructura para asegurar una flecha dentro de los límites impuestos por el CTE.

Esta no es la única manera que existe para aumentar la rigidez en la estructura, ya que podemos incorporar pilares, vigas paralelas e infinidad de elementos de refuerzo, sin embargo, la modificación elegida es la más sencilla, y la que menos dificultaría el tráfico en la zona, ya que seguimos manteniendo los 4 metros de altura libre.

La solución planteada y calculada será la de reforzar la estructura mediante la incorporación de unas vigas HEB 200 soldadas superpuestas por debajo las HEB 400 laterales, como podemos ver en las figuras 91 y 92.

En principio, esta solución aportará rigidez a estos elementos, que son los que arrojaban unas cifras de desplazamiento por encima del límite establecido por el CTE.



Figura 91. Estructura con vigas de refuerzo.

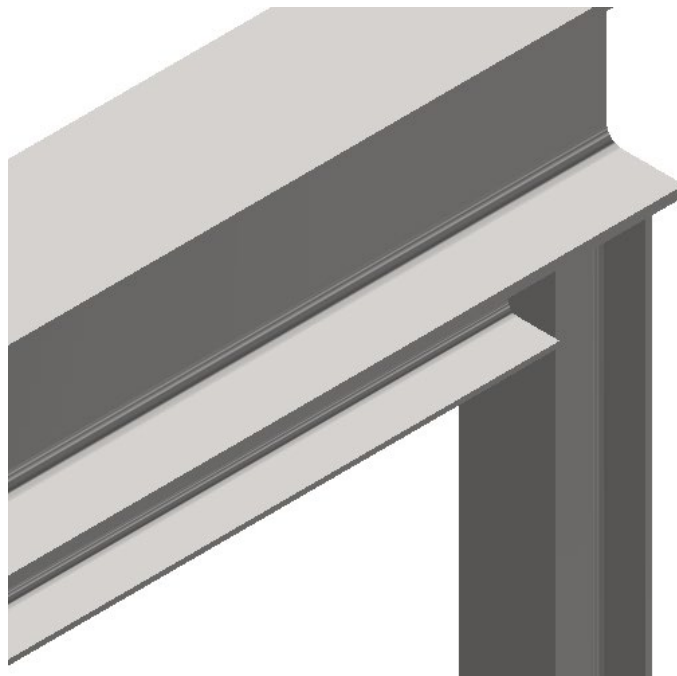


Figura 92. Detalle del refuerzo.

2.6.6.1 RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

Si analizamos la tensión normal, observamos una tensión máxima de 121,6 MPa, lo cual está lejos de alcanzar los 275 MPa del límite elástico del material.

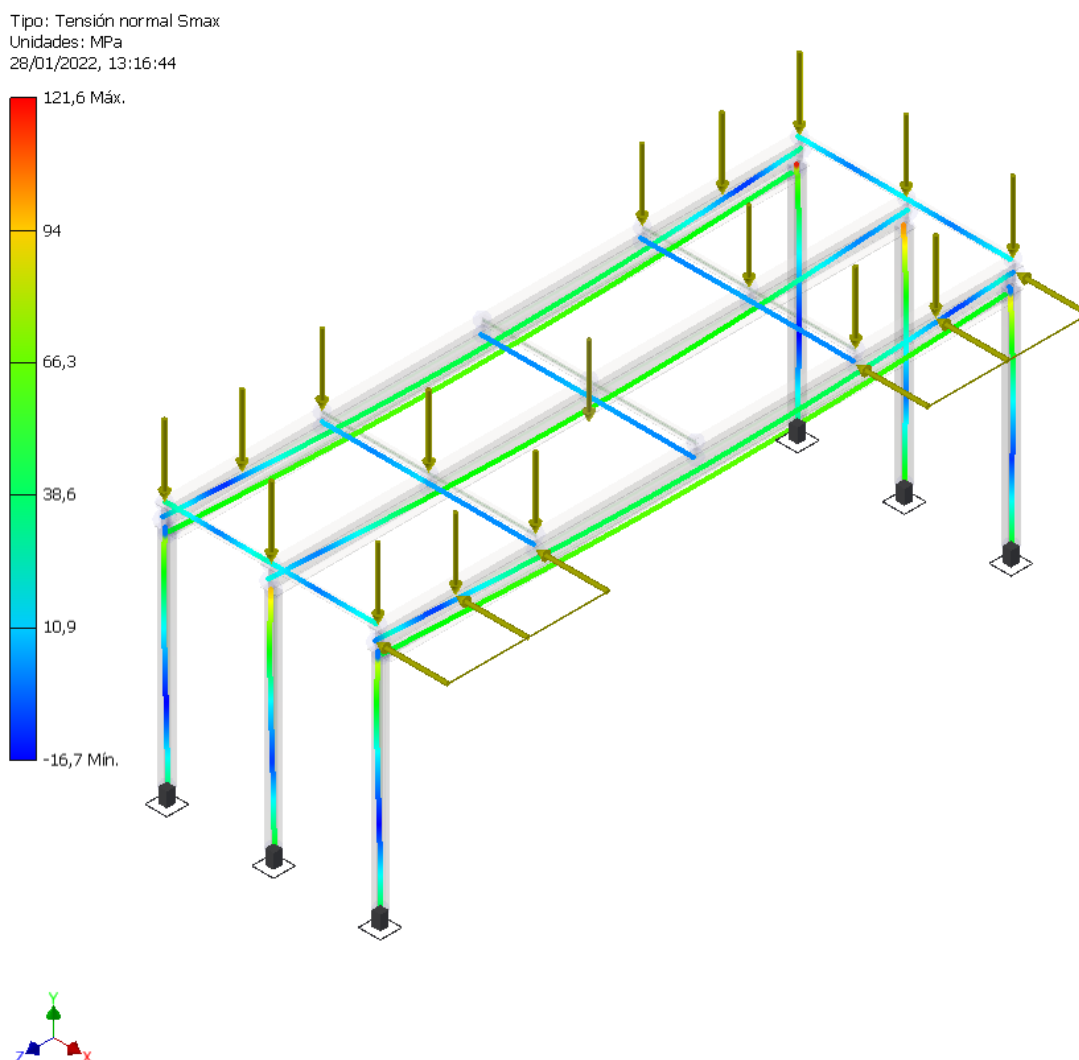


Figura 93. Tensión en la estructura reforzada con dos silos.

$$CS \text{ RESISTENCIA} = \frac{275}{121,6} = 2,26$$

En apartado anterior ya habíamos obtenido unos resultados satisfactorios en cuanto a resistencia, sin embargo, se ha decidido volver a calcular el coeficiente de seguridad, de manera que aseguremos que no existe una desviación de los valores originados por un posible concentrador de tensiones originado al reforzar la estructura.

2.6.6.2 APTITUD AL SERVICIO

La principal duda que surge en este aspecto reside en el desplazamiento, ya que es el punto en el que se han obtenido resultados insuficientes en el apartado anterior.

Tipo: Desplazamiento
Unidades: mm
28/01/2022, 13:15:47

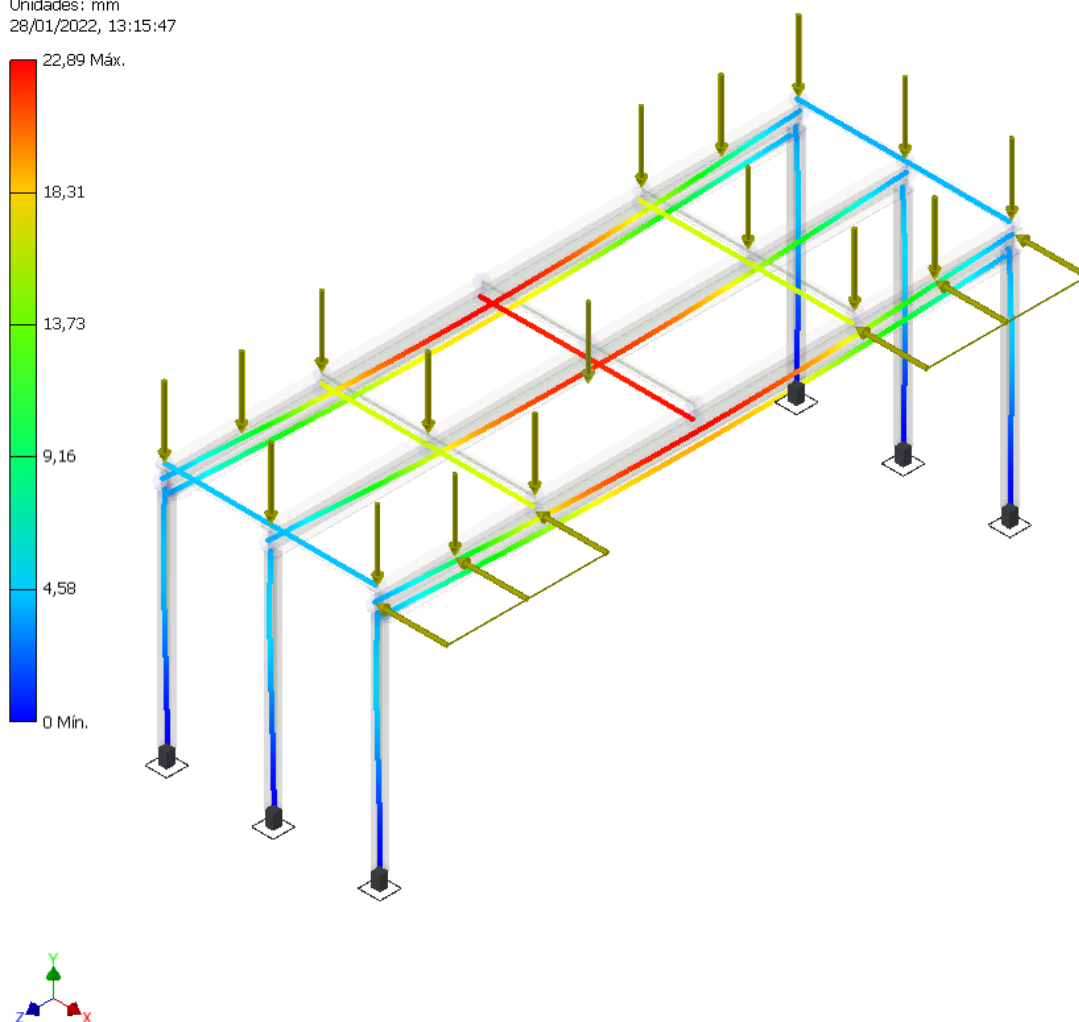


Figura 94. Deformación de la estructura reforzada con dos silos.

2.6.6.2.1 FLECHAS

Debemos ahora comprobar si el refuerzo de las vigas laterales ofrece la resistencia al desplazamiento necesaria para cumplir con el máximo desplazamiento en este elemento.

No será relevante calcular el desplazamiento en el travesaño central, ya que en el apartado anterior su coeficiente de seguridad ha resultado apto.

Como podemos observar, el desplazamiento máximo en las vigas reforzadas alcanza los 22,06 mm, mientras que, en los extremos, este elemento se desplaza 0,91 mm, lo cual ofrece un valor relativo de 21,15 mm.

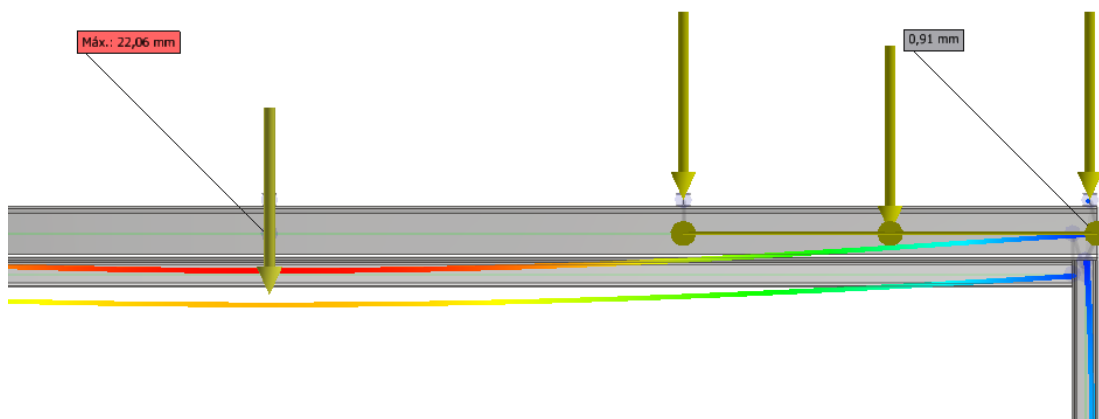


Figura 95. Deformación en las vigas exteriores.

$$CS \text{ FLECHA (VIGAS)} = \frac{24 \text{ mm}}{21,15 \text{ mm}} = 1,13$$

2.6.6.2.1 DESPLOME

A partir de la figura 94, hemos podido aproximar el desplazamiento horizontal en 4,58 mm, por lo que, en cuanto al desplome, no nos debería generar preocupación, ya que la estructura sin reforzar era apta en este aspecto. Al estar reforzada, como podemos comprobar, el coeficiente de seguridad es más alto.

$$CS \text{ DESPLOME} = \frac{9,2 \text{ mm}}{4,58 \text{ mm}} = 2.01$$

Por tanto, la estructura reforzada resulta apta para sustentar dos silos cargados de limones.

3. PLANOS

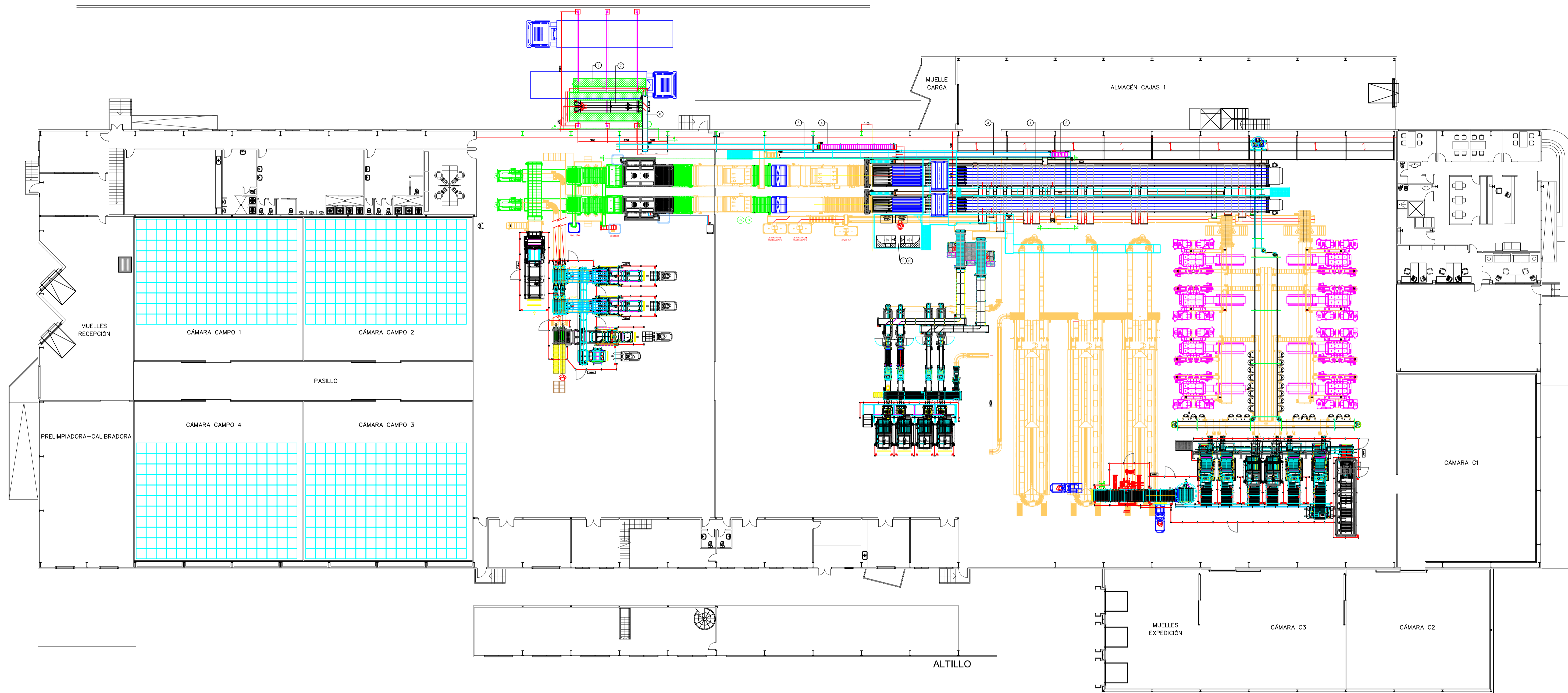
En las siguientes páginas podremos ver los siguientes planos:

Página | 110

3.1 PLANO DE PLANTA GENERAL

3.2 PLANO DE PLANTA AMPLIACIÓN DE LÍNEA

3.3 PLANO SILO DE CARGA Y ESTRUCTURA



La información contenida aquí es propiedad de Sienz S.L. y no podrá ser reproducida o divulgada en su totalidad ni parcialmente para cualquier diseño o fabricación, a menos que el usuario tenga autorización directa y escrita de Sienz S.L.



Propuesta para:

PERALES Y FERRER S.L.

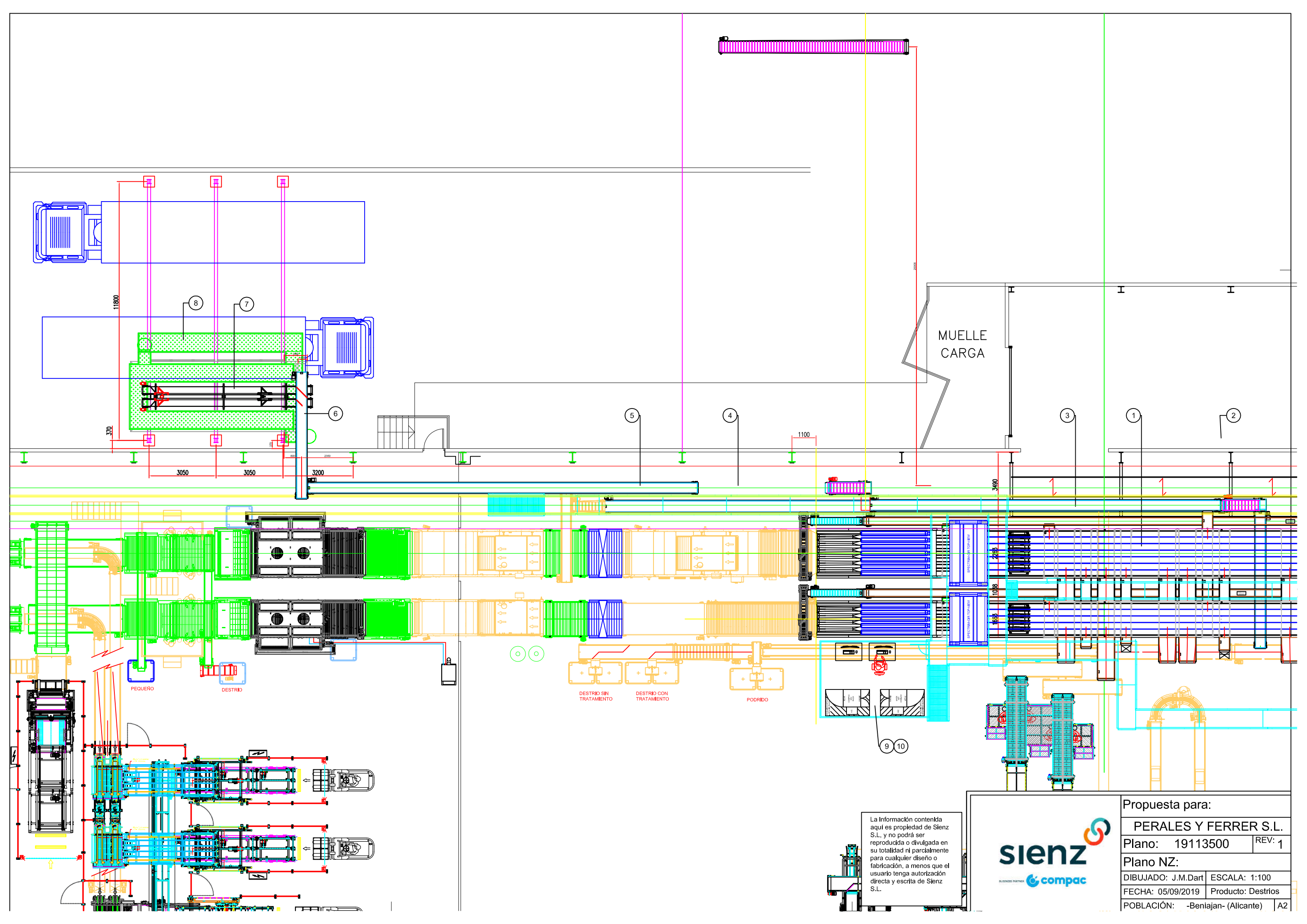
Plano: 19113500 REV: 1

Plano NZ:

DIBUJADO: J.M.Dart ESCALA: 1:100

FECHA: 05/09/2019 Producto: Destrios

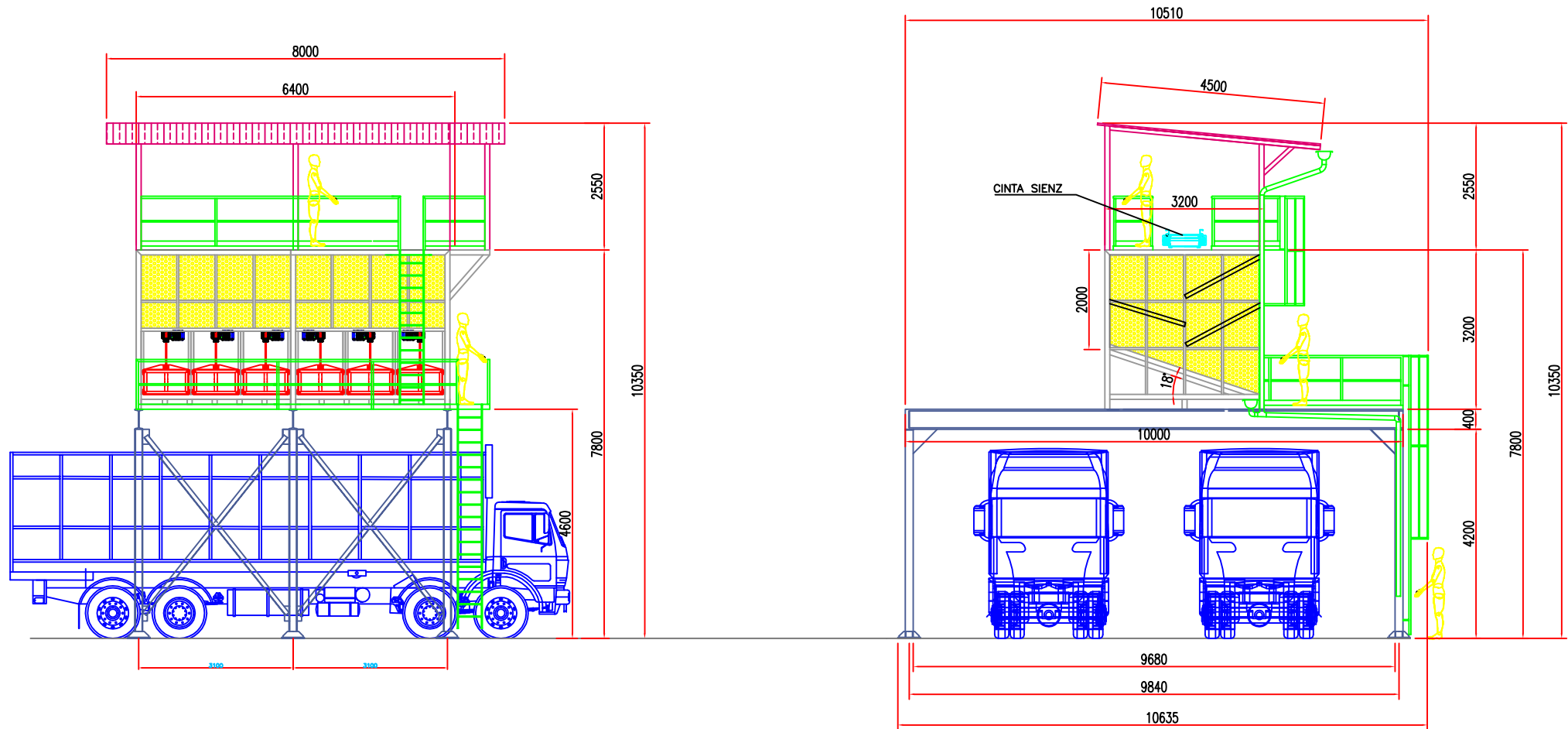
POBLACIÓN: -Benijan- (Alicante) A2




La Información contenida aquí es propiedad de Sienz S.L. y no podrá ser reproducida o divulgada en su totalidad ni parcialmente para cualquier diseño o fabricación, a menos que el usuario tenga autorización directa y escrita de Sienz S.L.



Propuesta para:	
PERALES Y FERRER S.L.	
Plano: 19113500	REV: 1
Plano NZ:	
DIBUJADO: J.M.Dart	ESCALA: 1:100
FECHA: 05/09/2019	Producto: Destrios
POBLACIÓN: -Benijan- (Alicante)	A2



	FECHA	NOMBRE	SUSTITUYE A:	TOLVA INOX 20 Tm. ALZADO Y PERFIL
DIBUJADO	05/09/19	D.F.T	XXXXXXX	
COMPROB.	XXXXXXX	XXXXXXX	SUSTITUIDO POR:	
CONSTRUIDO	XXXXXXX	XXXXX	XXXXXXX	
ESCALA:	 INVIVAL S.L. POLIG. INDUSTRIAL "LA LOMA" S/N VILLAR DEL ARZOBISPO - VALENCIA TLF. (96)272.04.29 FAX (96)272.04.26			CLIENTE:
S/E				SIENZ S.L.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 MANUAL

En este apartado pretendemos establecer un manual de usuario en consonancia con las condiciones técnicas facilitadas por Sienz SL y nuestro equipo de mantenimiento y prevención.

4.1.1 INICIO.

En esta sección se ofrece información de introducción y de importancia respecto a la seguridad y la eliminación de piezas.

4.1.1.1 ACERCA DE ESTE MANUAL

Debido a que este proyecto ha sido desarrollado conjuntamente entre Sienz S.L. y Perales & Ferrer S.L., y puesto que es un proyecto a medida realizado para una planta en concreto, se ha redactado este manual de instrucciones de manera conjunta entre ambas empresas.

Sienz S.L. ofrece máquinas y tecnología diseñada y creada para proporcionar calibración de frutas y verduras, así como su tratamiento y almacenaje, de una manera confiable y de última generación.

Perales & Ferrer S.L. comercializa, confecciona y exporta cítricos frescos de manera global, siendo especialistas en grandes cadenas de supermercados y/o grandes distribuidores.

Es importante seguir los procedimientos correctos para optimizar el desempeño y la seguridad.

Este manual entrega información actualizada que permite a los operarios utilizar, limpiar, y realizar un mantenimiento básico de la maquinaria que comprende la ampliación de línea descrita en este proyecto.

Es importante asegurarse de que el operario que manipule dicha maquinaria esté familiarizado con este manual.

4.1.1.2 PAUTAS GENERALES DE SEGURIDAD

Lea este manual antes de usar la maquinaria. Específicamente:

No realice ningún procedimiento de mantenimiento en la maquinaria a menos que esté **CAPACITADO** y **AUTORIZADO** para hacerlo.

Nunca coloque elementos extraños, herramientas ni ninguna parte de su cuerpo en una máquina en funcionamiento.

Nunca sobrepase dispositivos de seguridad.

Nunca haga funcionar una máquina si faltan o se han desactivado los dispositivos de seguridad.

Todos los operarios deben familiarizarse con los controles de la maquinaria y con el software relacionado.

Deben acatarse todos los reglamentos locales al hacer funcionar este tipo de maquinarias en el entorno de la instalación.

Tenga precaución en áreas peligrosas. Éstas están marcadas con etiquetas de advertencia.

Dedique tiempo a comprender el peligro sobre el que le alerte la etiqueta.

Conozca y comprenda el procedimiento correcto de arranque y apagado para línea.

Todos los operarios deben familiarizarse con la ubicación de los accionadores de detención de emergencia y con el funcionamiento correcto del sistema de detención de emergencia.

Antes de comenzar a utilizar la maquinaria o de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento o limpieza, debe llevarse puesto todo el Equipo de protección personal (EPI's) según las indicaciones

Al limpiar o mantener componentes, cierre el acceso a los interruptores de aislamiento con candados y coloque letreros de advertencia, en todo momento para evitar el riesgo de electrocución. Antes de realizar cualquier mantenimiento, aisle el área de la máquina en la que esté trabajando. Mantenga un cuaderno de registro del uso de la máquina y anote todos los problemas que se produzcan.

Deben acatarse todas las reglas, los reglamentos, las instrucciones y los procedimientos de seguridad correspondientes, tal como los que se indican en el manual y cualquier otra instrucción y recomendación del equipo técnico de Perales & Ferrer S.L. y/o de Sienz S.L. Familiarícese con todos los controles y el software relacionado.

No seguir alguna de las recomendaciones mencionadas puede traer como resultado serias lesiones.

4.1.1.3 VIDA ÚTIL DE LA MÁQUINA

Mientras se acate el programa que se especifica para mantenimiento programado y, cuando sea necesario, se reemplacen todas las piezas por componentes genuinos de Sienz, no existe una vida útil fija para la máquina, la que puede funcionar "bajo condiciones".

4.1.1.4 PIEZAS QUE SE DETALLAN EN ESTE MANUAL

Todas las piezas que aparecen en este manual son detalladas sólo en la medida necesaria para el mantenimiento del usuario.

Para un desglose de conjuntos y números de piezas específicas, la "Lista de repuestos" de este equipo sirve como lista maestra de piezas. Los técnicos de servicio de Sienz tienen acceso a esta lista de piezas para todo el mantenimiento relacionado con servicio.

4.1.1.5 ELIMINACIÓN SEGURA DE COMPONENTES.

NO INCINERE NI ELIMINE COMPONENTES USADOS DE MANERA INSEGURA.

Todos los componentes e insumos de la maquinaria deben eliminarse de forma debida para minimizar los efectos ambientales.

Ordenadores, componentes de plástico, de acero, cables, conectores, tubos fluorescentes, baterías, aceite, sustancias químicas y todos los demás componentes de la máquina no deben eliminarse con la basura común.

Para una eliminación segura, envíe todos los componentes de deshecho a un sitio de reciclado local autorizado o a un especialista en reciclado eléctrico o electrónico.

4.1.1.6 FINAL DE LA VIDA ÚTIL DE LA MÁQUINA.

Si la máquina debe desmantelarse y venderse, es el equipo técnico de Perales & Ferrer quien debe ocuparse del proceso.

4.1.1.7 PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

En esta placa nos viene indicado el nombre y modelo de la máquina, el número de fabricación o matrícula y el año de fabricación, así como datos generales de la empresa.



Figura 96. Placa de identificación de maquinaria SIENZ

4.1.1.8 SEGURIDAD

Lea cuidadosamente este manual previamente a la puesta en funcionamiento de la máquina. Mantenga el manual a mano, en un lugar cerca de la máquina. Su información le puede ayudar a mantener la máquina en condiciones de trabajo seguras.

4.1.1.9 LOS 5 PASOS DE LOTO

- 1. Identificar y notificar sobre las máquinas que deban ser aisladas.** Incluya todas las fuentes de energía y los puntos de aislamiento. Notifique a los supervisores y a otras personas que trabajen en el área (es decir, a los empleados afectados) que la máquina debe aislarse. Esto incluye a los supervisores de Sienz y al personal de Perales & Ferrer que trabaja en toda la línea o sección.
- 2. Apagar la máquina y el equipo.** Detenga la máquina a través de los medios de control normales (pulsando botones de STOP, etc.). Esto es necesario para garantizar que no se ponga en marcha de manera accidental cuando se saquen los candados.
- 3. Aislar todas las fuentes de energía.** Libere toda la energía almacenada (por ej., líquidos, gases o polvos en bombas, tuberías, presión hidráulica/neumática, vapor, etc.). Ponga los interruptores de aislamiento en la posición de OFF (apagado) y coloque un cerrojo sobre la manecilla del interruptor para evitar que gire. Si no se cuenta con interruptores de aislamiento, debe completarse una evaluación de riesgo o puede simplemente desenchufarse el equipo siempre y cuando el enchufe esté bajo control directo de la persona que realiza el trabajo o el enchufe cuenta con una cubierta de bloqueo.
- 4. Seccionar y etiquetar todos los puntos de aislamiento.** Todos los empleados autorizados

deben colocar un candado personal por el cerrojo para evitar que se abra. Etiquete los controles de la maquinaria, las fuentes de energía y otros peligros. Coloque la etiqueta PELIGRO en el candado. Esta etiqueta de PELIGRO debe incluir la información de contacto del propietario del candado, lo que incluye el nombre, la empresa y el número de teléfono.

5. **Realice una prueba intentando reactivar la línea/instalación.** Sin exponer a riesgos al evaluador ni a terceros (pulse el botón START). Si la máquina no comienza a funcionar y se ha seccionado toda la maquinaria móvil del área siguiendo todos estos pasos, puede comenzar el trabajo en el área afectada.

4.1.1.10 ADHESIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA

Sienz proporciona adhesivos de seguridad en lengua inglesa para puntos de atrapamiento y peligros eléctricos. A continuación, se presentan ejemplos de los adhesivos de seguridad de Sienz.

Todo el personal debe familiarizarse con los adhesivos de seguridad que se encuentran en las máquinas Sienz. Nunca retire ni dañe los adhesivos de seguridad, placas de identificación ni otras advertencias, símbolos o componentes relacionados con la seguridad. Reemplácelos según sea necesario con equipos OEM.

No pinte sobre los adhesivos de seguridad, placas de identificación ni advertencias.

	<p>Advertencia sobre puntos de atrapamiento y peligros para las manos</p>
	<p>Advertencia sobre puntos eléctricos por riesgo de descarga eléctrica</p>
	<p>Advertencia sobre áreas que exigen aislamiento antes de realizar mantenimiento a la máquina</p>

Figura 97. Adhesivos de seguridad.

4.1.1.11 NORMAS GENERALES

Lea cuidadosamente este manual previamente a la puesta en funcionamiento de la máquina. Mantenga el manual a mano, en un lugar cerca de la máquina. Su información le puede ayudar a mantener la máquina en condiciones de trabajo seguras.

Las máquinas cuentan con resguardos fijos, que cubren el acceso a las partes internas en movimiento. Esto evita el riesgo de contacto con elementos móviles, tales como cadenas, ejes etc.

Atención: Debe evitarse la introducción de objetos o partes del cuerpo a través de las vallas de seguridad. Existe peligro de atrapamiento.

Atención: No trabaje nunca con los resguardos desmontados. Las protecciones no deben ser manipuladas estando la máquina en funcionamiento.

La máquina, junto con el resto de la instalación, está provista de un dispositivo de parada de emergencia enclavable (seta de emergencia), con dispositivo de rearme, en el armario de control.

Cuando se acciona dicho mando, la máquina se para en cualquier punto de su ciclo de trabajo.

Dependiendo de las dimensiones de la instalación, pueden colocarse otros dispositivos de parada de emergencia en puntos accesibles de la misma.

También se debe incorporar un dispositivo de parada diferencial en el panel de control general, que provoque la desconexión eléctrica de la máquina y del resto de elementos de la instalación, haciendo saltar el interruptor general.

Atención: Sitúe el interruptor principal en posición de desconexión antes de cualquier operación de desmontaje, montaje, mantenimiento o limpieza.

La máquina debe ser manipulada solamente por las siguientes personas:

Operador: manejo de la máquina a través de los controles del panel principal, arranque, parada y cambio en las condiciones de funcionamiento.

Técnico de mantenimiento: además de las funciones del operador, puede trabajar con los dispositivos de seguridad desconectados, comprobar y ajustar órganos mecánicos y llevar a cabo trabajos de mantenimiento y reparación.

Electricista: además de las funciones del técnico de mantenimiento, puede llevar a cabo trabajos de mantenimiento y reparación de los órganos eléctricos de la máquina.

Técnico del fabricante: puede llevar a cabo reparaciones complejas o modificaciones, con el consentimiento del propietario de la máquina. No realice modificaciones en la máquina o en cualquier componente de la misma.

4.1.1.12 PUNTOS DE ATRAPAMIENTO Y PIEZAS EN MOVIMIENTO

Peligro:

Si bien la maquinaria está diseñada con muchas características de seguridad, resulta imposible prevenir todos los peligros. Hay peligros potenciales que deben reconocerse y evitarse. Los puntos de atrapamiento son peligrosos porque colocar protectores resulta a menudo poco práctico o imposible. El personal que trabaje cerca de estos puntos de atrapamiento debe ser alertado sobre todos estos puntos en el área en que trabajen y deben recibir capacitación para evitar los peligros.

Advertencia:

Toda pieza en movimiento en la máquina puede engancharse en ropa o pelo suelto. Muchas piezas de la máquina pueden causar serias lesiones si una persona se enreda con ellas.

Importante:

La máquina puede sufrir serios daños si en ésta se enganchan trapos, telas, láminas de plástico, bolsas o prendas de ropa. Retire todos los trapos de limpieza de la máquina tras limpiarla. No

coloque ropa desechada cerca de la máquina. Mantenga bajo control los materiales de empaquetado para que no caigan sobre la máquina.

Medidas de seguridad:

- Toda persona que entre al área de la máquina debe recibir información sobre seguridad y sobre las piezas en movimiento y el peligro que representan.
- No debe permitirse que personas con ropa suelta y accesorios se acerquen a la máquina.
- El personal que trabaje con la máquina debe llevar puesta ropa adecuada. Debe prohibirse la ropa suelta y los accesorios.
- El personal que trabaje con la máquina y que tenga el pelo largo debe llevarlo recogido.
- El personal que trabaje en los diversos transportadores o cerca de éstos debe estar capacitado en aspectos de seguridad de la máquina y conocer los peligros del área en que trabaje. Las áreas de peligro deben demarcarse con letreros o adhesivos. Los adhesivos proporcionados por Sienz están en lengua inglesa.

Iconos de peligro en este manual:

Estos iconos indican una pieza en movimiento y un peligro de atrapamiento:



Figura 98. Iconos de peligro

4.1.1.13. SEGURIDAD ELÉCTRICA EN PRESENCIA DE AGUA

Medidas de seguridad:

- **Nunca permita** que ningún equipo eléctrico entre en contacto con el agua.
- **Nunca trabaje** en circuitos eléctricos activados. Desconecte siempre la fuente de alimentación antes de realizar servicio o reparaciones a equipos eléctricos.
- **Distintas áreas de las máquinas** Sienz pueden tener distintas fuentes de alimentación. Al encender la máquina, asegúrese de que no haya nadie cerca de ésta. Manténgase alejado de las piezas en movimiento
- Si se derrama agua sobre algún equipo eléctrico, desactive la alimentación en el interruptor o cortacircuitos principal y desenchufe el equipo.



Figura 99. Peligros eléctricos.

4.1.1.14 EQUIPOS DE SEGURIDAD

Los siguientes equipos de seguridad están presentes en esta máquina. Todo el personal que opere mantenga o trabaje cerca de la máquina debe recibir capacitación sobre el uso de los equipos de seguridad.

4.1.1.15 SISTEMA DE DETENCIÓN DE EMERGENCIA

Las máquinas están dotadas de un sistema de detención de emergencia. Este consiste en una serie de interruptores de detención de emergencia (botones rojos o negros). La ubicación de los interruptores de detención de emergencia puede variar según la máquina, por lo que debe verificarse la ubicación de estos interruptores y los sistemas que controlan.

Para que sea efectivo, el sistema debe inspeccionarse, limpiarse y verificarse de forma periódica.

Siempre suministrará los accionadores para Detención de emergencia (botones rojos o negros) y el Circuito eléctrico seguro (aisla la alimentación de los motores eléctricos), o solamente los accionadores de detención de emergencia.

Importante:

Activar una detención de emergencia para todas las piezas en movimiento en la máquina, pero **NO DESCONECTAR TODA LA ALIMENTACIÓN** a ésta. Si la emergencia se debe a electrocución, **el interruptor maestro de alimentación debe colocarse también en la posición de apagado.**

4.1.1.16. ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD

Un enclavamiento de seguridad es un dispositivo que interrumpe el suministro de electricidad a un accionador o motor. Puede ser necesario detener rápidamente una máquina ya en funcionamiento por un error de operario, por infracciones de seguridad o por un acontecimiento inesperado de la máquina. Por ejemplo, puede enclavarse una puerta de seguridad para detener una máquina si la puerta se abre mientras la máquina está funcionando. También pueden usarse los enclavamientos para impedir el movimiento inesperado de una máquina o componente. Por lo tanto, resulta críticamente importante que no se supriman ni sorteen las disposiciones de enclavamiento y que se ajusten debidamente. Los interruptores de límites y otros sensores deben mantenerse en buen estado de funcionamiento.

Motores eléctricos:

Los motores y accionamientos eléctricos pueden controlarse para detener o reducir velocidades según lo determinen los enclavamientos de seguridad en un punto específico.

Puertas de seguridad:

Algunas puertas de seguridad están diseñadas de forma que abrirlas o cerrarlas impide o detiene la función de una máquina específica en dicha área. Los interruptores de enclavamiento eléctrico pueden interrumpir la alimentación al accionamiento o al accionador o iniciar un modo de detención de emergencia. Las puertas de seguridad pueden abrirse también para fines de mantenimiento cuando se detiene la máquina. En estas circunstancias, debe seguirse el procedimiento convencional de seccionamiento.

En lo posible, todas las piezas móviles y las áreas peligrosas deben contar con protecciones de seguridad. Algunas protecciones o cubiertas no cuentan con enclavamientos de seguridad, ya que esto resulta poco práctico o imposible. Se cuenta con estas protecciones para proteger a todo el personal que trabaja en la máquina o cerca de ella. La máquina **no debe** hacerse funcionar si se han sacado las protecciones o cubiertas de seguridad.

4.1.1.17 ADHESIVOS DE SEGURIDAD

Sienz proporciona adhesivos de seguridad en lengua inglesa para puntos de atrapamiento y peligros eléctricos. A continuación, se presentan ejemplos de los adhesivos de seguridad de Sienz.

Todo el personal debe familiarizarse con los adhesivos de seguridad que se encuentran en las máquinas Sienz. Nunca retire ni dañe los adhesivos de seguridad, placas de identificación ni otras advertencias, símbolos o componentes relacionados con la seguridad. Reemplácelos según sea necesario con equipos OEM.

No pinte sobre los adhesivos de seguridad, placas de identificación ni advertencias.

	<p>Advertencia sobre puntos de atrapamiento y peligros para las manos</p>
	<p>Advertencia sobre puntos eléctricos por riesgo de descarga eléctrica</p>
	<p>Advertencia sobre áreas que exigen aislamiento antes de realizar mantenimiento a la máquina</p>

Figura 100. Adhesivos de seguridad.

4.1.1.18 EQUIPOS DE SEGURIDAD (EPIs)

En áreas designadas deben llevarse puestos equipos de protección individual (EPIs) y ropa, como pueden ser una gorra casco, protección para los oídos, manos, pies según la máquina y la normativa de la instalación. Todos los equipos deben mantenerse de acuerdo con las normas

correspondientes. El propietario y el operario son responsables de cerciorarse de que toda protección se ajuste a las normas correspondientes.

Importante:

Es responsabilidad del propietario y del operario determinar la necesidad y la idoneidad de los equipos de protección individual (EPIs), proporcionarlos y asegurarse de que se utilicen de la manera que corresponda.

4.1.1.19 LIMPIEZA Y USO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA

Antes de utilizar cualquier sustancia (limpiadores, desinfectantes, agentes humectantes, etc.) en componentes de las máquinas Sienz, realice una prueba para cerciorarse de que la sustancia no dañe el componente.

Aplique la sustancia a un área muy pequeña del componente 2 o 3 veces. Si no se daña ni se corroe el componente, la sustancia puede usarse sin riesgos. Si se daña o corree el componente, **no use** la sustancia.

Después de usar cualquier sustancia química, siempre realice una limpieza final del componente con agua a fin de eliminar todo residuo.

4.1.1.19.1 DESINFECCIÓN

Una vez que se hayan limpiado todas las áreas de contacto con alimentos, deben desinfectarse todas las superficies, con un desinfectante adecuado y seguro para alimentos.

La dilución de sustancias químicas y las medidas de seguridad correspondientes, si fueran necesarias, deben estar en línea con las recomendaciones del fabricante.

4.1.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

En esta sección se describen y detallan las partes de las máquinas, así como su mantenimiento y limpieza.

Advertencias:

Aísle y seccione siempre el accionamiento principal y/las áreas de trabajo específicas al limpiar o mantener los componentes de la máquina.

Tenga extremo cuidado al trabajar en áreas húmedas en que haya electricidad presente.

Para mantener el área general de la máquina:

Retire todo producto suelto o basura desde el área de la máquina.

Verifique que el piso debajo y alrededor de la máquina se haya barrido y esté limpio.

Asegúrese de que el área alrededor de la máquina esté limpia y ordenada.

Cerciórese de que no haya filtraciones de agua en las válvulas y en las conexiones de tuberías.

Notifique al ingeniero de mantenimiento sobre cualquier filtración que encuentre.

Se recomienda realizar verificaciones de:

Tareas diarias al inicio de cada jornada laboral.

Tareas semanales al inicio de cada semana de trabajo.

Tareas estacionales al comienzo de cada temporada de trabajo, o cada 3 meses.

4.1.2.1 TRANSPORTADORES DE LONA

Peligros:



Figura 101. Peligros de los transportadores de lona.

El transportador de lona es el elemento básico de transporte de una instalación hortofrutícola.

Básicamente, consiste en una banda transportadora que avanza entre dos tambores, uno motriz y el otro tensor, y sobre la que se sitúa el género a transportar. Los tambores se montan sobre soportes que permiten el tensado de la cinta.

La banda se conduce entre los laterales de la máquina, y se desliza sobre una superficie construida con perfiles metálicos que facilitan el centrado de la misma. Para la conducción de la banda por la parte inferior de la máquina, se instalan rodillos de retorno.

Existen diferentes alternativas en cuanto a la forma y dimensiones de los perfiles que conforman los laterales de la máquina, dependiendo de la aplicación para la que se utilice el transportador. Todo el conjunto está montado sobre un bastidor metálico, que normalmente se ancla al suelo por medio de patas regulables en altura.

Existen múltiples tipos de transportador de lona, en función de la aplicación y del género a manipular. Se puede transportar fruta a granel, cajas, bolsas, bins, tray-packs, etc. También se pueden instalar múltiples accesorios, tales como:

- Tope de fruta y caída de entrada, frontal o lateral.
- Caída de salida: frontal, lateral, lateral abatible, lateral final, escalonada, para buzón, triangular, para llenado a granel, con portilla, regulable para tray-pack, para llenado de sacos, de lona, etc.
- Bocas laterales y desvíos de fruta: manual, regulable, neumático, desvío final, etc.
- Barandilla intermedia con puentes.
- Cortinas de retención con puentes.
- Tope de giro de cajas, tope lateral y desplazador de cajas, de accionamiento neumático.
- Patas de apoyo: motriz, tensora, intermedia, inclinable, doble, apoyo pared, etc.
- Ruedas.

4.1.2.1.1. PARTES DE LOS TRANSPORTADORES DE LONA

4.1.2.1.1.1 RODILLOS

Los rodillos en esta máquina dan tensión a la lona y ejercen de guía en el movimiento que realiza.

Son rodillos locos.

Mantenimiento y limpieza: Su limpieza será diariamente mediante aire comprimido o en su defecto un cepillo. Lubricar la parte de los rodamientos (mensualmente) y comprobar que giren correctamente.

Página | 124

4.1.2.1.1.2 TAMBORES Y EJES

El eje necesitará engrasarse cada tres meses.

Limpieza:

Nota: Limpiar los tambores sólo si es realmente necesario. El área que ocupa la cinta o correa por lo general no tiene el suficiente espacio como para aflojarla e introducir debajo de ella alguna herramienta de limpieza.

Limpiar éste área después de limpiar las correas.

Frecuencia: Limpiar si hay suciedad o restos visibles. Observar que los restos que quedan debajo de la cinta atrapados en los tambores provocan problemas, interfiriendo con el ajuste de la cinta y pueden estirla.

Instrucciones:

1. Para limpiar los tambores se debe aflojar la tensión de la cinta así se podrá pasar un raspador o un cepillo de acero. Quitar todos los restos del tambor, procurando ser muy cuidadoso en no dejar ningún residuo en la parte interna de la cinta.
2. Tal vez se necesite quitar el tambor de cola limpiarla. Asegurarse de que los tornillos de ajuste estén tensionados lo más parejo posible. Revisar las cintas nuevamente luego que se haya limpiado el eje tambor y el tambor de ajuste.
3. Observar que todos los ejes y tambores de ajuste estén encimados, mantenerlos así para que se pueda realizar el ajuste

4.1.2.1.1.3. LONA

Chequear semanalmente el centrado de la lona y si necesita tensado, por medio del sistema tensor, tensaremos o destensaremos la lona. El sistema es sencillo se debe desenroscar el vástago roscado que lleva el tensor con una llave adecuada para ello. Debemos de mantenerla limpia y libre de objetos que puedan perjudicar su funcionamiento. Se deben pulverizar regularmente las partes de la máquina en contacto con la fruta con un desinfectante, seguido de un enjuague con paño húmedo y secado, no utilizar agua a presión. El exceso de agua en la lona puede hacer que se contraiga/extienda y provocar daños a otros elementos como ejes y soportes. Es conveniente que semanalmente se desmonte la lona y se limpie en profundidad, al igual que es resto de partes de la máquina.

4.1.2.1.1.4 ESTRUCTURA

Es un entramado de chapas y protecciones que protege y sujeta a las partes de la máquina. El bastidor incluye unas patas regulables en altura y con un sistema de enclavado al suelo.

4.1.2.1.1.5 BARANDILLAS, ENTRADAS, SALIDAS Y CAÍDAS

En un transportador pueden ir colocados infinidad de accesorios como barandillas, entradas, salidas, caídas etc. Estas pueden ir forradas o no, pueden ser dobles, con refuerzo, ajustables etc.

Las barandillas sirven para guiar al producto en su desplazamiento, pueden estar forradas de Foam para que protejan el producto de los golpes, se suelen forrar aquellas en las que el producto puede chocar con ellas. Pueden haber instaladas dobles barandillas y que se desmonten por completo, la gama en cuestión de barandillas y separadores es infinita y puede ser distinta en cada transportador.

Con el resto de los accesorios ocurre lo mismo ya que hay que comprobar sus uniones con el bastidor y que el forrado esté en buenas condiciones.

Limpieza y mantenimiento: Comprobar diariamente que el forrado está en buenas condiciones y no se tiene que cambiar, es conveniente cambiarlo cada inicio de temporada, en cualquier caso, se le puede pasar un paño húmedo con un producto específico desinfectante para este tipo de máquinas. Las que no van forradas se le puede pasar un paño seco o en su defecto aire comprimido para quitar la suciedad más importante. Comprobar también que las uniones al bastidor son sólidas pues con el tiempo y por culpa de los continuos golpes del producto se pueden mover.

4.1.2.1.1.6 BASTIDOR

En el bastidor están incluidas las patas y los módulos de unión laterales, las patas son totalmente ajustables en altura e inclinación y los módulos tiene un diseño especial para evitar que la suciedad se acumule en la lona, mediante una retícula.

Limpieza y mantenimiento: Es importante comprobar que los anclajes al suelo son seguros y que el bastidor sigue estando estable y no haya tenido ningún golpe o algún desperfecto por culpa de un operario o de las máquinas que se utilizan cerca de este. El bastidor en general se limpiará mediante un paño un poco húmedo y aire comprimido, pero la parte de los módulos se debe de limpiar bien cuando se quita la lona semanalmente pues se acumulan muchos desperdicios, utilizar un paño húmedo con producto especial para este tipo de máquina y también aire comprimido.

4.1.2.1.1.7 PROTECCIONES

Se suelen utilizar protecciones de este tipo cuando el operario o alguna maquinaria puede estar demasiado cerca de la máquina, cuando no es así se utilizan barreras de seguridad.

Limpieza y mantenimiento: Su mantenimiento es sencillo simplemente comprobar que sus uniones atornilladas están en buenas condiciones y limpiar con un paño seco o aire comprimido.

Leer siempre las señales y letreros de advertencia que Compac incluye en sus máquinas para una mejor información sobre la seguridad y el uso de estas.

4.1.2.1.2. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA ESPECÍFICO PARA TRANSPORTADORES DE LONA

4.1.2.1.2.1. MANTENIMIENTO GENERAL

Verificar diariamente el estado general de la máquina.

Se ha de comprobar regularmente el tensado de cadenas de accionamiento, en caso de existir, y de las bandas transportadoras. La máquina va provista de dispositivos que permiten el tensado de las cadenas y cintas en los siguientes puntos:

Cadena del motorreductor al eje motriz (cuando exista): soporte del motorreductor sobre guías lineales.

Bandas transportadoras: soportes tensores de los tambores motriz y tensor, o tornillos de tensado.

Para realizar el tensado, se actúa directamente sobre las tuercas de los soportes tensores o sobre los tornillos, según el caso, hasta conseguir el tensado adecuado.

Para el mantenimiento en condiciones óptimas de los sistemas neumáticos, en el caso de algunos accesorios, periódicamente se deben comprobar y, en su caso, corregir los siguientes puntos:

- Apriete de latiguillos y racores.
- Presión del aire en el regulador.
- Estado del filtro de aire y purgado.
- Posibles pérdidas de aire.

Se ha de comprobar periódicamente el estado de engrase y, en su caso, engrasar los siguientes puntos de la máquina:

Soportes rodamientos tambores motriz y tensor.

Se recomienda utilizar grasa de base lítica, con consistencia NLGI grado 2.

4.1.2.1.2.2. LIMPIEZA GENERAL

Los intervalos de limpieza de la máquina son muy variables, dependiendo de la producción y del tipo y estado de la fruta.

Se deben pulverizar regularmente las partes de la máquina en contacto con la fruta con un desinfectante, seguido de un enjuague con agua y secado.

El resto de la máquina se puede limpiar con un detergente suave, agua caliente y paños de material no abrasivo, y después secar.

Perales & Ferrer estipula unos periodos de limpieza semanales, que se harán también extensibles a la ampliación de línea.

El personal de limpieza no tendrá acceso a las partes altas (Tolva y cintas elevadoras). La limpieza de estas zonas serán responsabilidad del equipo de mantenimiento.

4.1.2.1.3. ELECTRICIDAD Y SENSORES

En todos los transportadores hay colocados uno o varios sensores/fotocélulas para la detección de lo que esta misma está transportando. Si se necesita más datos se puede ver en el libro de los esquemas eléctricos. Hay que revisar diariamente la colocación de los sensores y limpiarlos si se encuentran sucios, pues pueden provocar que el sistema no funcione al no detectar. Se pueden limpiar con un paño seco o un producto adecuado para cristales aplicado con un paño.

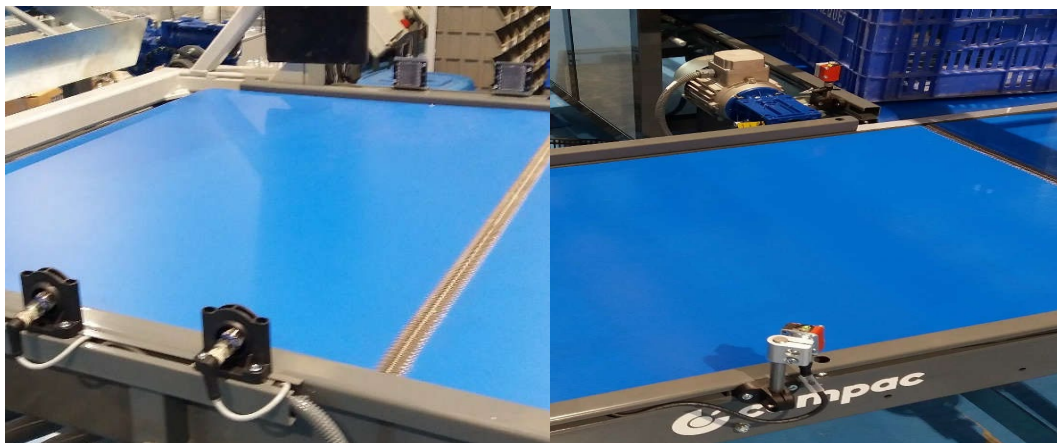


Figura 102. Fococélulas de espejo.

4.1.2.2 ELEVADORES DE CANGILONES

4.1.2.2.1 PELIGROS



Figura 103. Adhesivos de peligro.

4.1.2.1.2 MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

4.1.2.2.1.1 CAMBIO DE CORREA

Para desmontar la banda transportadora, se han de seguir los siguientes pasos:

- Desmontar las protecciones de los soportes de los tambores.
- Destensar la banda, actuando sobre los soportes tensores.
- Extraer la banda por una lateral.

Para montar una banda nueva, se introduce por el lateral, hasta situarla en su posición, sobre los tambores motriz y tensor. El resto del proceso de montaje se hace a la inversa que el desmontaje.

4.1.2.2.1.2 MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN

Verificar diariamente el estado general de la máquina.

Se ha de comprobar regularmente el tensado de las bandas transportadoras. La máquina va provista de dispositivos que permiten el tensado de las cintas en los siguientes puntos:

- Bandas transportadoras: soportes tensores de los tambores motriz y tensor.

Para realizar el tensado, se actúa directamente sobre las tuercas de los soportes tensores, hasta conseguir la tensión adecuada.

Se ha de comprobar periódicamente el estado de engrase y, en su caso, engrasar los siguientes puntos de la máquina:

- Soportes rodamientos tambores motriz y tensor.

Se recomienda utilizar grasa de base lítica, con consistencia NLGI grado 2.

4.1.2.2.1.3 LIMPIEZA

Los intervalos de limpieza de la máquina son muy variables, dependiendo de la producción y del tipo y estado de la fruta.

Se deben pulverizar regularmente las partes de la máquina en contacto con la fruta con un desinfectante apto para alimentos, seguido de un enjuague con agua y secado.

El resto de la máquina se puede limpiar con un detergente suave, agua caliente y paños de material no abrasivo, y después secar bien con cuidado de los elementos que se pueden oxidar.

Importante: No utilizar agua a presión ni mangueras ni ningún elemento que aplique agua en exceso a la máquina, puede producir contracciones en la lona y oxidación de algunos elementos.

Al igual que los transportadores de lona, los elevadores de cangilones estarán incorporados en la limpieza semanal de Perales & Ferrer.

Al no haber elevadores de cangilones elevados, la limpieza será totalmente tarea del equipo de limpieza.

4.1.2.1.3. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

La producción máxima de un elevador de correa con cangilones es función de la velocidad y del ancho de la cinta. A continuación, se ofrecen datos (proporcionados por SIENZ) de producción máxima en **kilogramos por hora**, para diferentes anchos de cinta:

VELOCIDAD\ANCHO	200mm	300mm	400mm	500mm	600mm	700mm	800mm	900mm	1000mm
5 m/min	540	810	1080	1350	1620	1890	2160	2430	2700
10 m/min	1080	1620	2160	2700	3240	3780	4860	4860	5400
15 m/min	1620	2430	3240	4050	4860	5670	7290	7290	8100
20 m/min	2160	3240	4320	5400	6480	7560	9720	9720	10800
25 m/min	2700	4050	5400	6750	8100	9450	12150	12150	13500
30 m/min	3240	4860	6480	8100	9720	11340	12960	14580	16200
35 m/min	3780	5670	7560	9450	11340	13230	15120	17010	18900

4.1.2.1.4. PUESTOS DE OPERACIÓN

La máquina puede ser controlada por un solo operario, que debe situarse de modo que pueda observar el conjunto de la misma, junto al panel de control. Normalmente, el panel de control se encontrará instalado en una caseta, siendo común para otros componentes de la instalación.

Es imprescindible que el operario lea cuidadosamente el presente manual, previamente a la puesta en funcionamiento de la máquina.

4.1.2.1.5. MANDOS

resto de componentes de la instalación. El accionamiento de estos órganos provoca resultados simultáneos en dichos componentes:

- Interruptor general.
- Mando de maniobra general.
- Mando de enclavamiento para la puesta en marcha.
- Mando de parada de emergencia, con botón de rearme.

Existe un interruptor específico para el accionamiento de cada elevador de correa con cangilones en el panel de control principal.

4.1.2.1.6. PUESTA EN SERVICIO Y UTILIZACIÓN

Previamente a la puesta en marcha, se debe hacer una comprobación visual de la máquina, para detectar posibles anomalías. Se debe comprobar especialmente que no haya objetos extraños encima del elevador. También se debe comprobar que las protecciones estén colocadas y correctamente sujetas en su sitio.

A continuación, se acciona el interruptor general y el mando de maniobra general de la instalación. La instalación debe arrancarse de forma ordenada, desde el final de línea hasta el principio de línea. Existe un mando de enclavamiento para la puesta en marcha que, cuando está conectado, imposibilita un arranque que no sea en la secuencia mencionada. Si queremos arrancar únicamente el elevador de correa con cangilones, debemos situar el mando de enclavamiento en posición de desconexión.

La parada normal de la instalación debe hacerse en orden inverso a la arrancada, es decir, desde el principio hasta el final de línea. Si tenemos el mando de enclavamiento en posición de conexión, cualquier parada en una máquina desconectará también todas las máquinas situadas antes de la misma, para evitar amontonamientos de fruta. Accionando uno de los mandos de parada de emergencia, se detendrá inmediatamente toda la línea. Es necesario accionar el botón de rearme para poner en marcha de nuevo la instalación después de una parada de emergencia. Otra forma de realizar la parada es situando el interruptor general o el mando de maniobra en posición de desconexión. Esto hará saltar los interruptores de todas las máquinas de la línea, de manera que será necesario realizar de nuevo todo el proceso de arranque. Finalmente, la línea puede pararse debido al dispositivo de protección del diferencial, que haga saltar el interruptor general y, con él, el resto de los interruptores de la instalación. Durante las primeras horas de funcionamiento, debe comprobarse regularmente el tensado de la correa, ya que tiende a estirarse ligeramente durante la fase de adaptación a los tambores.

4.1.2.2. MANTENIMIENTO DE COMPONENTES COMUNES

4.1.2.2.1. CILINDROS NEUMÁTICOS

- Evite introducir los dedos de la mano, etc. en el espacio entre el cuerpo del cilindro.
- No raye o haga muescas en las partes deslizantes del vástago del émbolo y de los vástagos con guía.
- Las juntas se pueden dañar y originar fugas de aire o un mal funcionamiento.
- Evite que se atasquen las piezas de rotación (ejes, etc.), lubricándolas adecuadamente.
- No utilice el equipo hasta que no compruebe que funciona adecuadamente.

- Después de montar, reparar o hacer alguna modificación conecte la alimentación de aire y la potencia eléctrica y confirme que se ha montado correctamente mediante una adecuada supervisión de funcionamiento y de fugas.
- Utilice aire limpio. La presencia de productos químicos, aceites sintéticos con disolventes orgánicos, sal o gases corrosivos en el aire comprimido, puede producir daños o un funcionamiento defectuoso.
- Lubricación de cilindros no lubricados: Instale un lubricador en el circuito y utilice aceite para turbinas de la categoría 1 (sin aditivos) tipo ISO VG32. No utilice aceite para máquinas ni aceite para husos.
- Lubricación de cilindros lubricados: El cilindro se ha lubricado en la fábrica y se puede utilizar sin añadir ningún lubricante. Sin embargo, en el caso de aplicar un lubricante, procure usar aceite para turbinas de la categoría 1 (sin aditivos) ISO VG32. Comenzar a lubricar conlleva la pérdida de lubricación original. Por ello, conviene continuar con la lubricación una vez se ha empezado.
- Revisar el estado de los cilindros semanalmente, comprobar sus uniones (tornillos) y que el vástago se desliza suavemente.
- Limpiar semanalmente las pinzas con aire comprimido para evitar que se acumule suciedad.

4.1.2.2.2. MOTORREDUCTORES

Los reductores utilizados en esta maquinaria están engrasados de por vida, y no tienen orificio de llenado, por lo que no precisan de mantenimiento por esta parte, aun así, es conveniente seguir unas instrucciones de mantenimiento que se detallan a continuación:

- Control periódico de la limpieza externa de los grupos, principalmente en las zonas más afectadas por la refrigeración.
- Control periódico de las eventuales pérdidas de lubricante, sobre todo en las zonas de los retenes
- Control o limpieza de los orificios presentes en el tapón de ventilación. Cambiar las piezas desgastadas exclusivamente por repuestos originales. El uso de piezas no originales puede comprometer el buen funcionamiento del grupo, además de anular la validez de la garantía.
- Mantener el equipo en buen estado de eficiencia controlando periódicamente la presencia de ruido, vibraciones, pérdidas de lubricante, la absorción y tensión, así como las condiciones de desgaste, deformación o corrosión de las superficies de fricción, juntas y uniones empernadas, restableciendo su buen estado; mantener el grupo en buen estado de limpieza eliminando el polvo y los eventuales residuos de funcionamiento (para estas operaciones evitar el uso de disolventes u otros productos incompatibles con los materiales del grupo y la aplicación directa de agua a alta presión).
- Para los grupos usados en AMBIENTES AGRESIVOS E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS: En caso de daño accidental de la pintura, reparar lo antes posible mediante el uso del kit de reparación. Respetar dichas normas asegura la funcionalidad del equipo y el nivel de seguridad previsto.
- Observación de los tornillos de amarre para que sean apretados en caso de que se aflojen.

4.1.2.2.3. CADENAS, PIÑONES Y EJES

Revisar el estado de estas piezas diariamente y lubricar si hiciera falta.

LUBRICACIÓN

El eje debe engrasarse cada tres meses. Se aconseja lubricar las cadenas/piñones diariamente mediante aceiteras y mensualmente mediante inmersión en grasa. De todos modos, si la cadena aparenta estar seca o tiene signos de oxidación, entonces deberá ser engrasada donde lo necesite.

LIMPIEZA

Frecuencia: Tanto como sea necesario, ya que al limpiar las cadenas/piñones se reduce la carga en el eje principal. Se debe revisar las cadenas/piñones diariamente para eliminar la acumulación de restos, lubricantes o fruta aplastada.

4.1.2.2.4. RODAMIENTOS

Para que un rodamiento funcione de un modo fiable, es indispensable que este adecuadamente lubricado al objeto de evitar el contacto metálico directo entre los elementos rodantes, los caminos de rodadura y las jaulas, evitando también el desgaste y protegiendo las superficies del rodamiento contra la corrosión, por tanto, la elección del lubricante y el método de lubricación adecuados, así como un correcto mantenimiento, son cuestiones de gran importancia.

INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE RODAMIENTOS:

Como todas las piezas importantes de una máquina, los rodamientos de bolas y de rodillos deben limpiarse y examinarse frecuentemente. Los intervalos entre tales exámenes dependen por completo de las condiciones de funcionamiento. Si se puede vigilar el estado del rodamiento durante el servicio, por ejemplo, escuchando el rumor del mismo en funcionamiento y midiendo la temperatura o examinado el lubricante, normalmente es suficiente con limpiarlo e inspeccionarlo a fondo una vez al año (aros, jaula, elementos rodantes) junto con las demás piezas anexas al rodamiento.

Después de haber limpiado los componentes del rodamiento con un disolvente adecuado (petróleo refinado, parafina, etc.) deberán aceitarse o engrasarse inmediatamente para evitar su oxidación.

Esto es de particular importancia para los rodamientos de máquinas con largos periodos de inactividad.

La mayoría de los rodamientos utilizados en nuestras máquinas son de un tamaño pequeño y no necesitan lubricación, aunque se recomienda que mensualmente se revise si es necesaria y que anualmente se engrasen.

4.1.2.2.5. LONAS

Chequear semanalmente el centrado de la lona y si necesita tensado, por medio del sistema tensor, tensaremos o destensaremos la lona. El sistema es sencillo se debe de desenroscar el vástago roscado que lleva el tensor con una llave adecuada para ello. Debemos de mantenerla limpia y libre de objetos que puedan perjudicar su funcionamiento. Se deben pulverizar regularmente las partes de la máquina en contacto con la fruta con un desinfectante apto para alimentos, seguido de un enjuague con paño húmedo y seco, no utilizar agua a presión. El exceso de agua en la lona puede hacer que se contraiga/extienda y provocar daños a otros elementos como ejes y soportes. Es conveniente que semanalmente se desmonte la lona y se limpie en profundidad, al igual que el resto de las partes de la máquina.

4.1.2.2.6. ELECTRICIDAD Y SENSORES

Por toda la máquina hay colocados uno o varios sensores/fotocélulas para la detección del producto y de las cajas. Si se necesita más datos se puede ver en el libro de los esquemas eléctricos.

Los sensores deben de ser chequeados semanalmente, mirar que detecten correctamente y que no han sufrido ningún golpe. Limpiar los espejos con alcohol especial de pantallas y un paño seco.

4.1.2.2.7. BASTIDOR DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS

En el bastidor están incluidas las patas y los módulos de unión laterales, las patas son totalmente ajustables en altura e inclinación y los módulos tiene un diseño especial para evitar que la suciedad se acumule en la lona, mediante una retícula.

Página | 132

Limpieza y mantenimiento: Es importante comprobar que los anclajes al suelo son seguros y que el bastidor sigue estando estable y no haya tenido ningún golpe o algún desperfecto por culpa de un operario o de las máquinas que se utilizan cerca de este. El bastidor en general se limpiará mediante un paño un poco seco y aire comprimido, pero la parte de los módulos se debe de limpiar bien cuando se quita la lona semanalmente pues se acumulan muchos desperdicios, utilizar un paño húmedo con producto desinfectante especial para este tipo de máquina y también aire comprimido.

4.1.2.2.8. PROTECCIONES

Se suelen utilizar protecciones de este tipo cuando el operario o alguna maquinaria puede estar demasiado cerca de la máquina, cuando no es así se utilizan barreras de seguridad. **Limpieza y mantenimiento:** Su mantenimiento es sencillo simplemente comprobar que sus uniones atornilladas están en buenas condiciones y limpiar con un paño seco o aire comprimido. Leer siempre las señales y letreros de advertencia que Compac incluye en sus máquinas para una mejor información sobre la seguridad y el uso de estas.

4.1.2.3 OTROS MANTENIMIENTOS GENERALES

4.1.2.3.1 TENSADO DE LONAS

El sistema habitual de tensado es el siguiente:

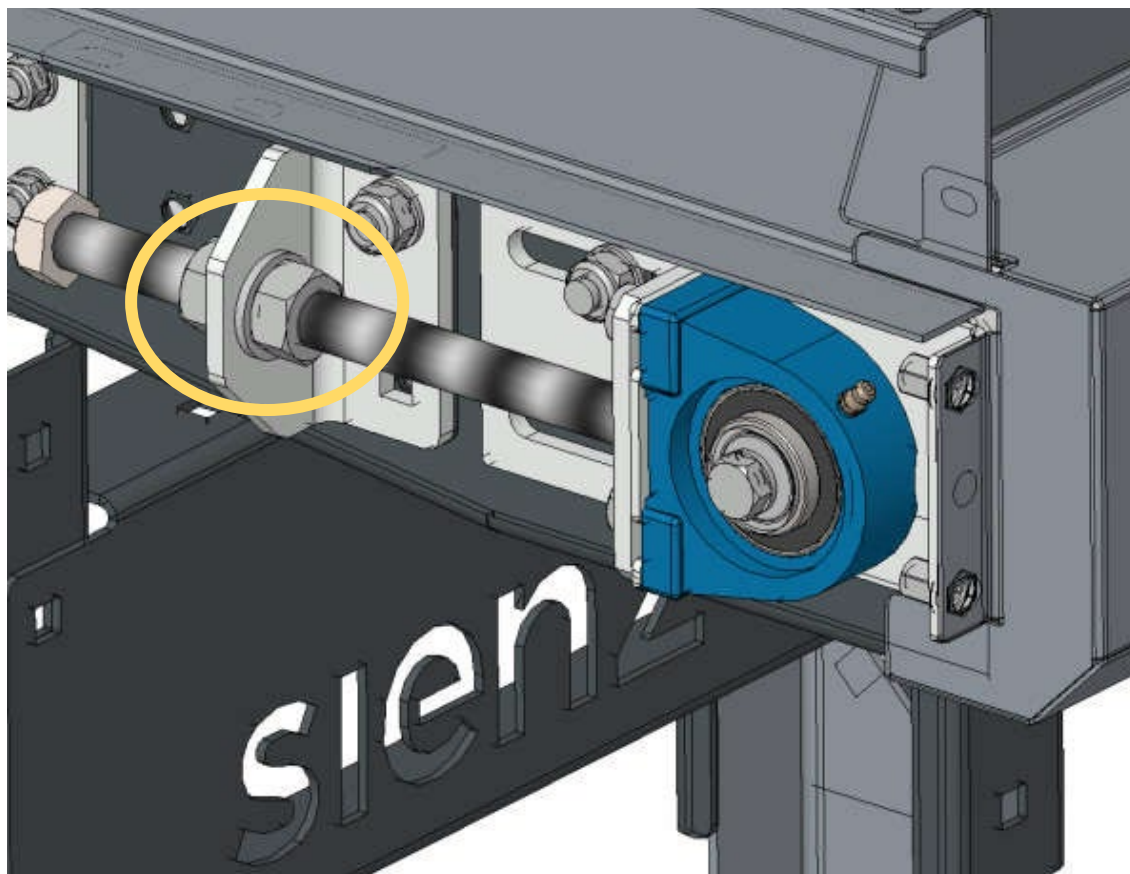


Figura 104. Sistema de tensado de lonas Sienz.

Mediante las tuercas arriba remarcadas se puede tensar o destensar cualquier lona de la instalación.

4.1.2.3.2. CENTRADO DE CINTAS

Con las cintas funcionando, el centrado se ajusta alterando la tensión de los bordes de la cinta con los pernos de centrado del rodillo de recepción. La tensión general debe ser suficiente para accionar la cinta en condiciones operativas, pero también debe su deslizamiento si hay un problema.

1. Antes de hacer cualquier ajuste, asegúrese de que la cinta esté funcionando.
2. En el extremo de recepción de la cinta, ajuste los pernos de centrado para aumentar o disminuir la tensión. La tensión debe ser la misma en ambos pernos, de lo contrario las cintas quedarán descentradas.
3. Ajuste los pernos de centrado en incrementos de $\frac{1}{2}$ giro hasta que la cinta funcione por el centro del rodillo de recepción coronado.
4. Dé unos pasos hacia atrás y observe el centrado entre ajustes. Esto permite que pase un momento para que la cinta se asiente en su nueva posición de ajuste, y se evita así un ajuste excesivo. Nota: En el caso de cintas largas, es necesario esperar un poco para ver el efecto del centrado sobre toda la extensión de la cinta.
5. Verifique que haya a ambos lados de la cinta un espacio de separación respecto de otros componentes.
6. Haga más ajustes si fuera necesario.
7. Inspeccione la centralización de la cinta en el extremo del tambor de accionamiento de la cinta.

8. Si en este extremo se necesita más centrado, debe considerar la tensión de la cadena de accionamiento desde el piñón del eje pasante hasta el piñón del tambor de accionamiento. Nota: Esto no rige si la cinta transversal tiene un motor de accionamiento dedicado.

9. Afloje los pernos de los cojinetes del tambor de accionamiento.

10. Ajuste los pernos de centrado en el costado opuesto de la cadena de accionamiento para aumentar o disminuir la tensión en incrementos pequeños de $\frac{1}{4}$ de giro hasta que la cinta transversal avance centrada por el tambor de accionamiento coronado.

11. Observe el centrado entre ajustes. Esto permite que pase un momento para que la cinta se asiente en su nueva posición de ajuste

12. Cuando la cinta transversal se desplace centrada por el tambor de accionamiento, ajuste los pernos de los cojinetes.

13. Es una buena práctica regresar y verificar estos ajustes tras 30 minutos de producción, a fin de garantizar que se haya logrado el centrado correcto.

4.1.2.3.3. DESMONTAR Y REEMPLAZAR CINTAS

1. Apague y seccione el aislador del accionamiento de la cinta transversal.

2. Desmunte la cinta. Tenga en cuenta que con las cintas sin fin se deben sacar tras desmontar la mitad del conjunto de cinta. (La mitad que se desmunte variará según las configuraciones específicas de la máquina, la posición del motor de accionamiento, los ejes pasantes y la accesibilidad).

3. Antes de volver a colocar la cinta, verifique que todos los tambores y rodillos se muevan de manera óptima sobre sus cojinetes.

4. Para reemplazar una cinta sin fin, desmunte la mitad del conjunto de la cinta transversal (si es que aún no ha hecho esto para sacar la cinta).

5. Retire todas las piezas que obstruyan para permitir que la cinta transversal sin fin se instale en los rodillos y el conjunto.

6. Retire por completo el conjunto de extensión de la cinta transversal. Esto permite que la nueva cinta transversal pase por arriba y por debajo de los soportes de suspensión del conjunto de la cinta transversal.

Nota: Con frecuencia, los soportes de suspensión pueden dejarse conectados al conjunto de la cinta transversal y suspendidos de la extrusión lateral de la máquina mientras se instala la cinta transversal alrededor de éstos.

7. Pase el bucle de la cinta transversal alrededor de los soportes de suspensión y deslícelo hasta que llegue a su posición en los rodillos y el tambor de accionamiento.

8. Reemplace todas las piezas que retire.

9. Reemplace el conjunto de extensión por la nueva cinta transversal sobre el rodillo de recepción.

10. Ajuste la tensión de la cinta y el centrado según sea necesario.

5. ANEXOS

5.1 ESTUDIO DE SEGURIDAD

En cualquier planta de producción es especialmente importante prestar la debida atención a la seguridad e integridad de los trabajadores.

Página | 135

En perales & Ferrer S.L. trabajan más de 200 personas con una concentración bastante elevada, y en una superficie que dispone de carretillas, máquinas neumáticas, varias alturas en la planta, materia prima apilada a más de 6 metros, etc, este aspecto cobra mucha más importancia.

Si nos enfocamos en la ampliación de línea que se ha presentado en este proyecto, podemos destacar, haciendo uso de los reglamentos disponibles que nos proporcionan los servicios de prevención, los siguientes aspectos a tener en cuenta:

5.1.1 INTERIOR DEL ALMACÉN

En el interior del almacén el principal punto conflictivo en cuanto a seguridad es la cinta elevadora de la salida del calibrador hacia el silo.

Esta cinta deposita la fruta en otra cinta situada a 15 metros de altura.

Esto indica que una caída de un limón desde esa altura impactaría sobre la cabeza de una persona de estatura media a 60 km/h, lo cual podría ocasionar graves lesiones.

Para evitar accidentes de este tipo se van a instalar unas redes de protección que se situarán sobre el paso frecuentado por trabajadores de la empresa.

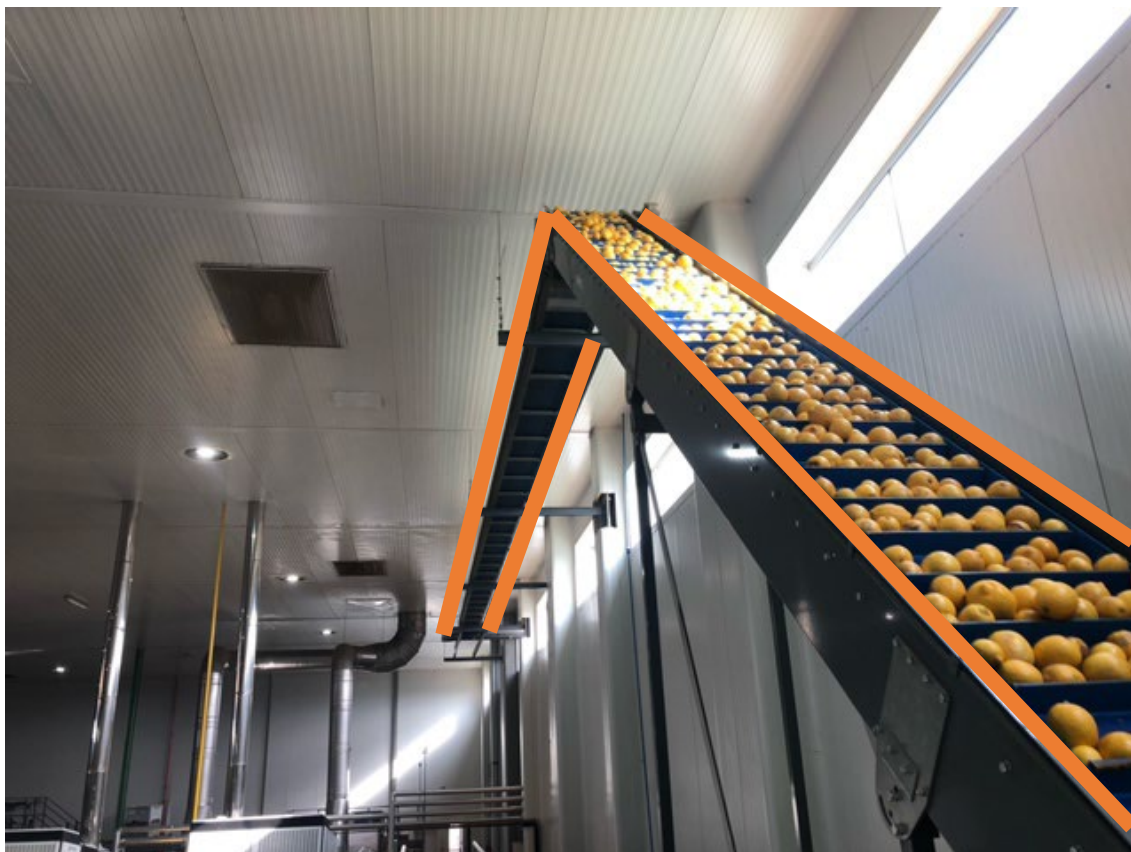


Figura 105. Elevador y cinta pendientes de proteger

En la imagen se ha indicado en color naranja el lugar dónde se pretende anclar la red de protección.

5.1.2 ZONA EXTERIOR

Dado que la mayor parte del silo, o al menos la más trascendente se encuentra en el exterior es necesario tener también muy en cuenta la seguridad, ya que la estructura se encuentra cerca de un paso de vehículos y personal de la planta.

En este caso, es necesario garantizar que la fruta, al vaciarse el silo sobre el remolque del camión no salga propulsada hacia el paso de vehículos y personas.

Para ello, tras las primeras pruebas, se ha propuesto equipar unos faldones de goma de fácil recambio para amortiguar la energía de la fruta que se aproxima con más velocidad y qué por tanto, puede rebotar y caer fuera del remolque.



Figura 106. Zona prevista para mejora

En La imagen puede observarse el lugar dónde se desea anclar la lona reductora de energía

Asimismo, se han equipado unas paradas de emergencia en la parte superior del silo, de manera que se puedan accionar durante un mantenimiento o reparación.

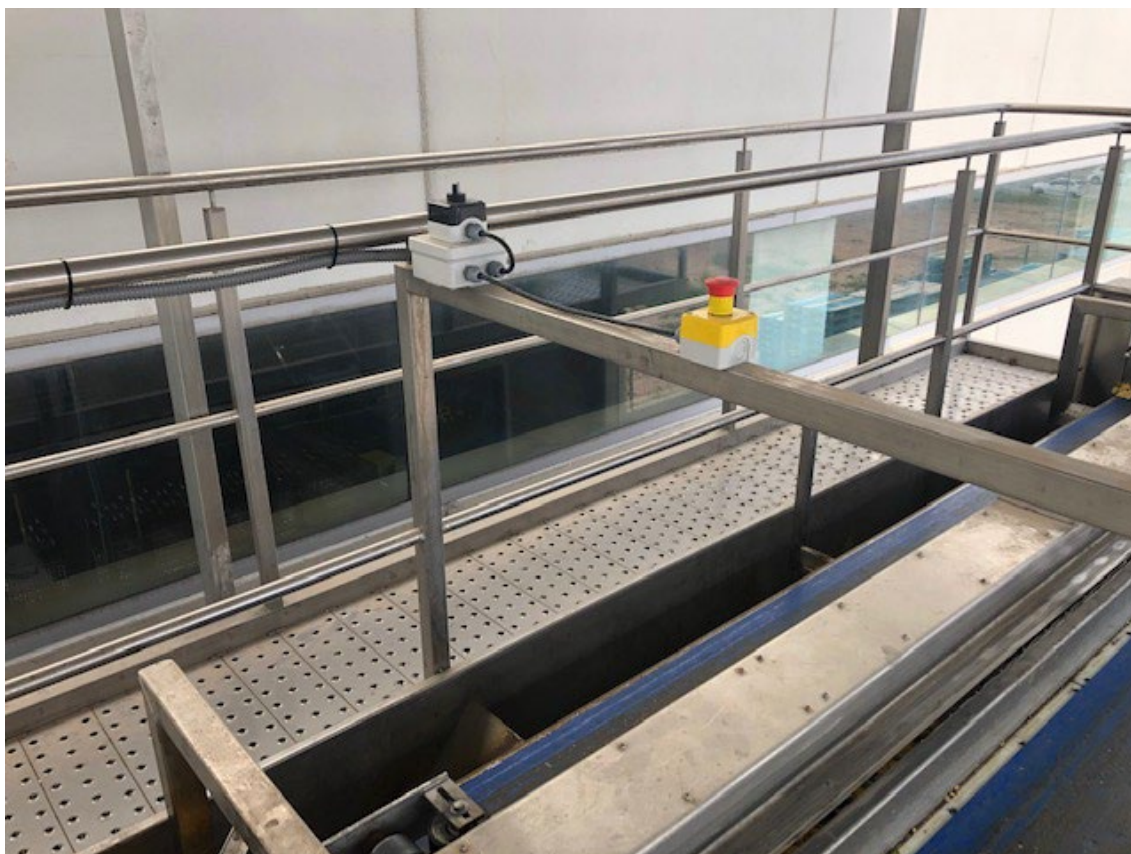


Figura 107. Pulsador de emergencia instalado

5.1.3 SEGURIDAD DURANTE LAS CARGAS

Cómo se ha explicado en el apartado anterior, es muy probable que durante una carga, la fruta no termine en el lugar deseado. Por tanto, es necesario crear una serie de protocolos para garantizar la integridad física tanto del transportista como del operario que acciona las puertas del silo.

Además, ha de existir una limitación del tráfico de coches y camiones en la zona durante la carga.

5.1.3.1 PROTOCOLO PARA EL TRANSPORTISTA

Es de obligado cumplimiento situar el remolque de caja abierta en las marcas pintadas en el suelo. No se empezará la carga si el operario de Perales & Ferrer no da el visto bueno al emplazamiento del vehículo.

Mientras se esté cargando, el transportista deberá permanecer dentro de la cabina del camión, y solo deberá desplazarlo si se lo indica el operario de carga.

Una vez terminado el llenado, deberá verificar que la carga es segura antes de salir.

Si esto no fuera así, debe comunicarlo al jefe de planta para que manualmente se adecúe la fruta.

5.1.3.2 PROTOCOLO PARA EL OPERARIO

En primer lugar, el operario de Perales & Ferrer debe cerciorarse de que el remolque del camión que se va a cargar está situado correctamente dentro de la zona delimitada.

Si esto no fuera así, no debe comenzar el proceso de carga.

La carga siempre se debe realizar desde la parte superior del silo, utilizando el mando a distancia que abre y cierra las compuertas.

Este proceso nunca debe hacerse con el camión en movimiento.

El operario de Perales & Ferrer es la única persona que puede solicitar al transportista que desplace hacia adelante o atrás el vehículo, si fuera necesario terminar de cargar algún extremo del remolque, pero este proceso siempre debe realizarse con las compuertas del silo completamente cerradas.

Una vez la carga esté completa, el operario deberá bajar de la estructura y solicitar al transportista que compruebe la carga.

Durante el proceso de carga, el operario de Perales & Ferrer tiene la potestad de dar paso a los transportes que circulen en paralelo al camión que está cargando, siempre y cuando se garantice la seguridad de los mismos.

5.1.3.3 PROTOCOLO PARA TERCEROS TRANSPORTES DURANTE UNA CARGA

Mediante el uso de carteles se informará tanto a otros transportes (Ya sean vehículos particulares o profesionales) de las siguientes normas a tener en cuenta mientras se carga un camión de industria:

Si un camión está cargando fruta desde el silo la circulación está completamente restringida en ese punto salvo autorización expresa del operario de Perales & Ferrer destinado a la carga.

En caso de que el operario autorice el paso, este deberá hacerse de manera continuada. No está permitido detenerse en la zona cubierta por la estructura del silo.