

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL**



**Reestructuración de un almacén de envasado de cítricos  
destinados a supermercados ingleses**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Alumno: GEMA RAMON SANFELIX

Tutor: MARIA CORAL ORTIZ SANCHEZ

Cotutor: ANTONIO TORREGROSA MIRA

Curso escolar: 2016 / 2017

Fecha: 12/06/2017



**Título:** Reestructuración de un almacén de envasado de cítricos destinados a supermercados ingleses.

### **Resumen**

Éste Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la reestructuración de un almacén de envasado de cítricos situado en Inglaterra, que se encarga de la importación y suministro a supermercados ingleses. Dicha reestructuración aparece como resultado del traslado de las líneas de producción de uva a otro almacén por lo que toda la superficie queda destinada solo para las líneas de cítricos. Para ello se partirá de un estudio comercial con el que se han obtenido unos objetivos de venta semanales para cada una de las líneas y cada uno de los clientes, concretamente se partirá de un volumen anual de ventas totales de 41.366.337 kg. Básicamente se pretende duplicar las ventas de uno de los clientes y convertirse en uno de los proveedores de un cliente nuevo.

Teniendo como base estos datos se llevarán a cabo los cálculos necesarios para comprobar si el almacén posee la capacidad de almacenamiento y procesado necesaria para los nuevos volúmenes. También se calculará la maquinaria requerida para cada una de las líneas de producción según el tipo de empaquetado que se lleva a cabo y las necesidades energéticas de todas éstas. Además se realizará una re-estructuración en planta de las líneas de producción para así llevar a cabo un mejor aprovechamiento del espacio.

**Palabras clave:** cítricos, confección, empaquetado.

### **Abstract**

The aim of this dissertation is to restructure the citrus pack-house. It deals with imports and the supply to English supermarkets. Grapes production lines have been moved to a new location, which has resulted in the reshaping of the pack-house in order to use all the space just for citrus lines. A commercial study has been done to obtain the sales target in each line of the products and each customer. These volumes are the starting point for the work, the total annual volume sales is 41.366.337 kilos. Specifically, the purpose is to duplicate the sales of one customer and be the supplier of a new client.

The calculations are going to be based on the sales volumes target in order to prove if the pack-house has the required storage and production capacity. Furthermore the needs of machinery are going to be estimated for each of the lines depending on the packaging types, and also the energy requirements of them. In addition, redistribution is going to take place in order to exploit the available space.

**Key words:** citrus, packing-line, packaging.

**Autor:** Gema Ramón Sanfélix

**Fecha:** 12 de junio del 2017

**Tutora:** Maria Coral Ortiz Sánchez

**Cotutor:** Antonio Torregrosa Mira



## AGRADECIMIENTOS

La oportunidad de realizar el Trabajo Fin de Grado apareció a raíz de mi contratación en una empresa encargada de la importación de cítricos a supermercados ingleses. Mi incorporación en la empresa fue en octubre del 2016. Me informaron de que se iba a llevar a cabo una reestructuración en el almacén debido al traslado de las líneas de uva por lo que vi una buena oportunidad para realizar el TFG y así dar por finalizados mis estudios.

Durante todo este tiempo he estado ubicada en Inglaterra por lo que la dificultad de comunicación y contacto con la universidad ha sido más complicada. Por ello quería agradecer a mi tutora, Coral Ortiz, el apoyo que me ha dado durante estos meses a pesar de la distancia. Gracias a ella el contacto ha sido más fácil y ha resuelto todas las dudas que tenía.

Por otro lado, quería agradecer la ayuda que me ha dado Pablo Carpintero, ingeniero industrial de la empresa. Ha sido el encargado de llevar a cabo el traslado y la remodelación de las líneas de envasado de cítricos. Me ha involucrado en cada paso y me ha proporcionado toda la información necesaria. Además tengo que agradecer la paciencia que ha tenido con todas mis dudas en cuanto a cada una de las máquinas de las líneas.

Por último decir que sin ellos no hubiese sido posible, ya que debido a la distancia he hecho uso del material que poseía, y mayoritariamente de páginas web y de la observación del trabajo que se realiza en el almacén.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.INTRODUCCIÓN.....	8
2.ANTECEDENTES.....	9
2.1. PRODUCTO.....	9
2.1.1 Descripción .....	9
2.1.2. Orígenes .....	9
2.2. INTRODUCCIÓN AL MERCADO INGLÉS.....	11
2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	13
2.3.1. Recolección y Transporte.....	14
2.3.2. Recepción .....	14
2.3.3. Pre-Limpieza .....	14
2.3.4. Almacenaje .....	15
2.3.4.1. Desverdizado .....	15
2.3.5. Volcado .....	15
2.3.6. Pre-tría .....	16
2.3.7. Limpieza.....	16
2.3.8. Pre-secado.....	17
2.3.9. Encerado.....	17
2.3.10. Secado.....	17
2.3.11. Tría.....	17
2.3.12. Calibrado.....	18
2.3.13. Envasado y encajado .....	19
2.3.14. Marcado y etiquetado.....	19
2.3.15. Paletizado y expedición.....	20
3.OJETO DEL PROYECTO.....	21
4.DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN DE ESTUDIO .....	22
4.1.SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	22
4.2. ACTIVIDAD DE LA CENTRAL.....	22
4.3. CALENDARIO DE LA CENTRAL.....	23
4.4. PROCESO EN ALMACÉN.....	25
4.4.1. Etapas del proceso.....	25
4.4.1.1. Recepción .....	25
4.4.1.2. Frigo-conservación .....	26
4.4.1.3. Volcado .....	26



4.4.1.4. Tría.....	26
4.4.1.5. Envasado .....	27
4.4.1.6. Encajado .....	27
4.4.1.7. Paletizado .....	27
4.4.1.8. Flejado .....	28
4.4.1.9. Identificación del palé .....	28
4.4.1.10. Expedición.....	28
4.4.2. Destino de los Destríos .....	29
4.5. MAQUINARIA .....	30
4.5.1. Enmallado .....	30
4.5.1.1. Pesadora PDG-4 marca GIRO .....	30
4.5.1.2. Envasadora automática UB65 de bolsas termosoldadas.....	31
4.5.1.3. Envasadora automática CA10 .....	32
4.5.2. Empaquetado.....	33
4.5.2.1. Pesadora ISHIDA RV-Series .....	33
4.5.2.2. Empaquetadora automática MB-801 .....	33
4.5.3. Envasado tipo bol .....	34
4.5.4. Granel .....	35
4.5.5. Maquinaria Adicionall .....	36
5.CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO.....	37
5.1.VOLÚMENES DE TRABAJO .....	37
5.2.COMPROBACIÓN NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO .....	38
6.CÁLCULO NECESIDADES DE MAQUINARIA .....	40
6.1.ENMALLADO .....	40
6.1.1.Enmallado bolsas termo soldadas - UB65.....	40
6.1.2.Enmallado tipo clip - CA10 .....	41
6.2.EMPAQUETADO .....	42
6.3.ENVASADO TIPO BOL.....	42
6.4.GRANEL .....	43
6.5. MAQUINARIA ADICIONAL .....	44
7.REESTRUCTURACIÓN EN PLANTA.....	45
7.1.PROPOSTA DE MEJORA .....	46
8.CONCLUSIONES.....	48
9.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50



## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de empaquetado de cítricos desde origen .....	13
Figura 2: Drencher .....	14
Figura 3: Volcador de contenedor .....	15
Figura 4: Vaciador de cajas .....	16
Figura 5: Lavado.....	16
Figura 6: Lavado por inmersión.....	16
Figura 7: Tría .....	18
Figura 8: Calibrado.....	19
Figura 9: Localización .....	22
Figura 10: Emplazamiento .....	22
Figura 11: Diagrama etapas realizadas en el almacén de Inglaterra .....	28
Figura 12: Diseño y medidas pesadora PDG-4C.....	30
Figura 13: Diseño y medidas UB65 .....	31
Figura 14: Diseño y medidas MB-801 .....	34
Figura 15: Diseño y medidas GTR .....	35
Figura 16: Gráfica entradas y ventas anuales .....	38
Figura 17: Gráfica capacidad de almacenamiento vs entradas .....	39
Figura 18: Necesidades maquinaria enmallado.....	41
Figura 19: Necesidades maquinaria empaquetado MB-801 .....	42
Figura 20: Necesidades maquinaria envasado en bol .....	43
Figura 21: Necesidades maquinaria granel PCG-2 .....	44
Figura 22: Croquis distribución inicial .....	46
Figura 23: Croquis distribución final .....	46
Figura 24: Croquis distribución propuesta mejora .....	47
Figura 25: Gráfica capacidad de almacenamiento mejorada.....	48



## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Volúmenes importados a Inglaterra (miles de toneladas) .....	11
Tabla 2: Valor de las importaciones a Inglaterra (millones de libras) .....	12
Tabla 3: Datos técnicos pesadora PDG-4C.....	30
Tabla 4: Datos técnicos UB65 .....	31
Tabla 5: Datos técnicos CA10 .....	32
Tabla 6: Datos técnicos ISHIDA RV-Series .....	33
Tabla 7: Datos técnicos MB-801 .....	33
Tabla 8: Datos técnicos GTR .....	34
Tabla 9: Datos técnicos PGC-2 .....	35
Tabla 10: Cámaras frigoríficas destinadas a almacenar entradas .....	38
Tabla 11: Cámaras frigoríficas destinadas a almacenar producto terminado.....	38
Tabla 12: Necesidades maquinaria adicional .....	49



## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los cítricos constituyen uno de los frutos más consumidos en todo el mundo según Agustí, (2003). Además, en la gran mayoría de países los mercados abastecen dichos frutos durante todo el año, por lo que el mercado, exportación e importación, representa un significativo ingreso y fuente de trabajo tanto para productores, exportadores e importadores, transportistas y supermercados. Así los cítricos ocupan un lugar importante en la economía agrícola mundial.

La evolución de la exportación y la ampliación del mercado han tenido unas repercusiones directas sobre las labores de trabajo para el cultivo y procesado de los cítricos. Actualmente la mayoría de las etapas del procesado de los cítricos para consumo en fresco están automatizadas, como el lavado, calibrado o envasado. A pesar de todos estos avances tecnológicos, la recolección sigue llevándose a cabo de manera manual ya que hay que tener un especial cuidado para no provocar heridas en el fruto. La expansión del comercio también ha sido posible gracias a la evolución de la infraestructura de carreteras y medios de transporte, que actualmente son capaces de distribuir frutos en cualquier mercado europeo en cortos periodos de tiempo.

El consumo de cítricos es elevado en los países más desarrollados, y concretamente Europa es el mayor comprador de cítricos, siendo prácticamente quién determina el crecimiento del mercado y los requerimientos de calidad. Como en cualquier otro cultivo los precios dependen del ciclo y el suministro de éste, siendo los precios más bajos cuando la disponibilidad de frutos es mayor. La producción ha crecido durante los últimos años, aumentando la competencia de precios y haciéndola más agresiva. Por esta razón actualmente uno de los principales objetivos de la citricultura es la mejora de técnicas de cultivo y procesado, para así reducir los costes de producción y procesado y aumentar la rentabilidad. También se centra en la búsqueda de nuevas variedades que atraigan al consumidor, variedades que sean precoces para poder entrar en el mercado más pronto o que su recolección sea más tardía para poder suministrar cuando otros proveedores han terminado sus campañas, manteniendo siempre la calidad de los frutos y así poder conseguir un precio de venta elevado debido a la poca disponibilidad.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, el objetivo principal de los distribuidores para conseguir el éxito en este mercado es tener la variedad correcta para poderla suministrar en el lugar y momento adecuados y con el precio apropiado. Para ello la citricultura está en un continuo proceso de estudio y desarrollo para poder conseguirlo, siempre tratando de reducir los costes de las etapas para que sea rentable.





## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 PRODUCTO

#### 2.1.1 Descripción

Los cítricos pertenecen al género Citrus de la familia Rutaceae. Son frutos esféricos, ovalados o globosos, con alto contenido en zumo, piel fina y muchos de ellos no contienen semillas, lo que le da un valor añadido para su comercialización. Son valorados por su sabor refrescante y por ser una fuente de vitamina C, entre otros muchos aspectos. Los principales grupos de cítricos comercializados en el mundo son las naranjas, mandarinas, pomelos, limones y limas.

- Naranjas: frutos esféricos de tamaño grande pero más pequeño que el pomelo. Su corteza es más o menos gruesa y pulpa anaranjada, de sabor dulce y alto contenido en zumo
- Mandarinas: es el grupo más importante comercialmente ya que gracias a su atractiva apariencia, su sabor agradable, ausencia de semillas y facilidad en el pelado, su precio es más elevado. Dentro de éstas se encuentran las satsumas y clementinas como las más relevantes.
- Pomelos: frutos grandes con sabor ligeramente amargo, también los hay sin semillas. Las variedades de mayor interés son la Marsh, con corteza amarilla y pulpa amarillenta y jugosa; y el pomelo Star Ruby, que también contiene la corteza amarillenta pero a diferencia del anterior su pulpa es rojiza. El color rojizo de la pulpa es debido al licopeno, que le da un mayor interés comercial gracias a sus propiedades anticancerígenas.
- Limones: frutos de sabor ácido con forma más variada que en los grupos anteriores, desde redondos a alargados y la mayoría presentan un mamelón estilar. Los limones con mejor calidad son los cultivados en zonas semiáridas y costeras.
- Lima: es el cultivo de este género más sensible a heladas y bajas temperaturas, por esta razón el cultivo queda limitado a zonas tropicales y subtropicales. Hay dos grupos las limas ácidas y las dulces, pero solo las primeras tienen interés comercial. Los frutos son pequeños y redondeados.

#### 2.1.2. Orígenes

Los cítricos son cultivados en las regiones tropicales y subtropicales del hemisferio norte y sur. Los mayores productores del mundo son los países de la costa Mediterránea, China, India, Sud África, Norte América (especialmente Estados Unidos y Méjico) y América latina (concretamente Brasil, Argentina y Uruguay).

Por un lado, debido a su climatología, el hemisferio norte suministra cítricos durante los meses de septiembre a mayo. Dependiendo de la variedad algunas se alargan hasta finales de junio o principios de julio. Esta constituido principalmente por España, Marruecos, China, Israel y Turquía.



Por otro lado los países productores de cítricos en el hemisferio sur como Sud África o Sud América suministran cítricos desde mediados de mayo hasta el mes de agosto, a excepción de en el caso de las limas que se abastecen durante todo el año.

Si se realiza la división de los países según las principales familias que cultivan y exportan, España es el mayor exportador de mandarinas y tangerinas, siendo Turquía, Marruecos, China e Israel los otros grandes exportadores de dichos frutos. España también es el principal exportador de naranjas y uno de los más importantes de limón junto con Argentina y Méjico, siendo estos dos últimos los principales exportadores de lima. Si se habla de pomelo, Israel y Estados Unidos son los dos países con mayor exportación de este fruto.

Por último cabe diferenciar que las producciones de naranjas y limones de Méjico, Argentina, Brasil y Estados Unidos son exportadas a países como Japón, Canadá y Corea del Sur; mientras que las naranjas y limones que se consumen en Europa provienen de España y Sud África principalmente. Estados Unidos es el principal exportador de pomelo en el mundo a países como Japón y Corea del Sur, siendo Florida uno de los mayores exportadores de pomelo rojo y blanco a Europa. Los países del área Mediterránea como Italia, España o Marruecos, entre otros, contribuyen a más de la mitad del comercio mundial de cítricos para el consumo en fresco.

## 2.2. INTRODUCCIÓN AL MERCADO INGLÉS

El mercado hortofrutícola británico se encuentra bien abastecido por productos de todos los países del mundo dado que, debido a sus condiciones climáticas, el Reino Unido es incapaz de producir suficientes frutas y hortalizas para abastecer las necesidades de su mercado. Por ello su balanza comercial es deficitaria ya que importa más de lo que exporta.

Según Ruíz y Falcón (2015) en el estudio del mercado hortofrutícola en el Reino Unido la producción local británica cubre algo más de un 50 % de la demanda, en cambio la producción local de frutas no supera el 13% y en su mayoría está dedicada a la producción de fresa, fram-buesa y todo tipo de manzanas. Por esta razón importa grandes volúmenes de frutas tropicales, cítricos y hortalizas como el tomate entre otros productos, siendo alrededor del 90% de sus productos ofertados cultivados en otros países.

España se sitúa como uno de los principales proveedores de fruta en el mercado de Reino Unido tanto en volumen como en valor, siendo el principal proveedor de cítricos, uvas y frutos de hueso como melocotones y nectarinas.

En la tabla 1 se muestran la evolución y así el incremento de la cantidad de frutos importados a Reino Unido durante los últimos 25 años. Como se puede observar los frutos con mayor volúmenes de importación son los plátanos y las manzanas pero si se tienen en cuenta todos los cítricos en su conjunto, éstos constituyen el segundo fruto con mayor tonelaje importado con un total de 771 miles de toneladas importadas el año pasado.

Tabla 1: Volúmenes importados a Inglaterra (miles de toneladas)

CALENDAR YEAR	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Apples	466	453	474	520	456	459	481	479	444	413
Pears	98	103	124	151	130	140	139	149	167	150
Cider Apples and Perry Pears	1	1	1	0	5	1	2	1	3	19
Bananas	470	639	764	862	1,013	1,054	1,064	1,170	1,151	1,153
Grapes	120	120	161	246	246	231	246	250	258	258
Cherries	7	13	15	20	16	18	19	15	19	19
Plums	27	31	80	72	54	64	62	60	60	49
Peaches And Nectarines	92	67	102	97	64	70	81	88	87	105
Other fruit with stones	5	14	10	8	5	5	7	7	10	9
Oranges	391	337	315	340	275	285	282	292	282	287
Lemons and Limes	58	61	58	91	104	108	110	116	118	138
Other Citrus Fruit	97	126	129	109	51	53	46	46	46	40
Small Citrus Fruit	133	135	174	255	239	252	253	266	294	307
Dates and Figs	11	13	12	17	15	16	14	22	27	29
Avocados	14	13	23	57	35	35	38	41	53	77
Pineapples	21	21	29	78	155	168	144	140	146	144
Melons	113	172	156	198	199	196	218	222	239	269
Other Exotic fruit	26	38	57	96	85	91	95	102	106	122
Strawberries	19	26	29	47	38	47	50	46	49	55
Raspberries	1	1	2	6	7	9	10	10	11	12
Other Soft Fruit	1	2	2	9	21	27	31	30	30	40
Other Fruit	9	31	17	19	27	33	21	13	15	18
<b>TOTAL QUANTITY</b>	<b>2,181</b>	<b>2,417</b>	<b>2,735</b>	<b>3,299</b>	<b>3,242</b>	<b>3,361</b>	<b>3,421</b>	<b>3,564</b>	<b>3,615</b>	<b>3,713</b>

Fuente: Horticulture Statistics 2015

Por otro lado en tabla 2 muestra la importancia económica de las importaciones en el país británico, en millones de libras. Se puede ver que el plátano sigue en primera posición. En esta tabla se observa la importancia de las uvas en valor, a pesar de que éstas no se encontraban en las primeras posiciones en cuanto a volumen, ya que solo los quilos de naranjas las superaban. Si lo comparamos en valor éstas desbancan a las manzanas ocupando la tercera posición en

este ranking de valor. Aun así el total de cítricos se mantiene en segunda posición en valor, al igual que en tonelaje, con un total de 517 millones de libras.

Tabla 2: Valor de las importaciones a Inglaterra (millones de libras)

CALENDAR YEAR	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Apples	218	244	234	294	330	318	349	390	326	315
Pears	60	64	66	89	94	88	86	110	97	93
Cider Apples and Perry Pears	1	0	1	0	1	0	2	1	2	9
Bananas	208	301	329	343	489	514	511	537	504	546
Grapes	104	134	171	274	378	396	405	425	452	440
Cherries	7	17	22	41	43	48	55	43	46	41
Plums	22	21	33	49	56	65	57	62	55	47
Peaches And Nectarines	68	58	70	62	68	71	83	99	89	97
Other fruit with stones	4	9	7	9	9	9	10	13	17	13
Oranges	115	110	94	118	137	139	138	158	136	134
Lemons and Limes	20	32	26	45	77	68	75	93	96	108
Other Citrus Fruit	39	54	50	54	32	33	33	30	30	28
Small Citrus Fruit	54	78	82	128	181	192	189	227	239	248
Dates and Figs	10	13	13	20	26	28	26	38	48	55
Avocados	14	13	19	44	41	46	48	58	68	111
Pineapples	12	10	13	44	90	98	83	88	86	90
Melons	51	70	63	85	116	125	129	135	140	151
Other Exotic fruit	26	35	41	71	85	98	109	121	138	166
Strawberries	31	43	41	86	95	120	123	118	130	148
Raspberries	1	3	6	28	47	51	51	56	60	69
Other Soft Fruit	1	3	5	46	99	121	136	142	146	183
Other Fruit	9	20	14	22	37	44	27	18	22	27
<b>TOTAL VALUE</b>	<b>1,076</b>	<b>1,332</b>	<b>1,400</b>	<b>1,952</b>	<b>2,534</b>	<b>2,673</b>	<b>2,724</b>	<b>2,962</b>	<b>2,925</b>	<b>3,120</b>

Fuente: Horticulture Statistics 2015

De este modo se muestra claramente la gran demanda de cítricos en Reino Unido y, debido a su incapacidad de autoabastecimiento, la importancia de las importaciones. Con ello se observa la repercusión económica que tiene en todos aquellos países donde se cultivan, teniendo gran importancia en el mercado y empleo en dichos países tanto para el cultivo, producción y transporte.

Hay que tener en cuenta que así como en el mercado español la sociedad está mayoritariamente acostumbrada a consumir las frutas según su estación, es decir se consumen cítricos en invierno o sandías en verano y no al revés; el mercado inglés busca disponibilidad durante todo el año independientemente de la temporada de cada cultivo.

Además también hay que tener en cuenta que a diferencia del consumidor español que por el contacto directo con el cultivo puede que la importancia dada al aspecto físico a la hora de escoger el producto sea más reducida, en el mercado inglés el aspecto físico del fruto, su uniformidad, color vivo y la ausencia de defectos físicos como marcas en la piel o heridas, son de gran importancia.

Todo lo indicado anteriormente hace que el mercado inglés sea un mercado exigente en cuanto a calidad y disponibilidad.

## 2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La fruta utilizada en la central es importada, por lo que el diagrama de proceso se divide en dos: por un lado el que se realiza en el país de origen (color verde) y por el otro el que se realiza en la central en cuestión (color naranja). En el país de origen se realizan operaciones que la fruta solo sufre una vez como el desverdizado, lavado y encerado.

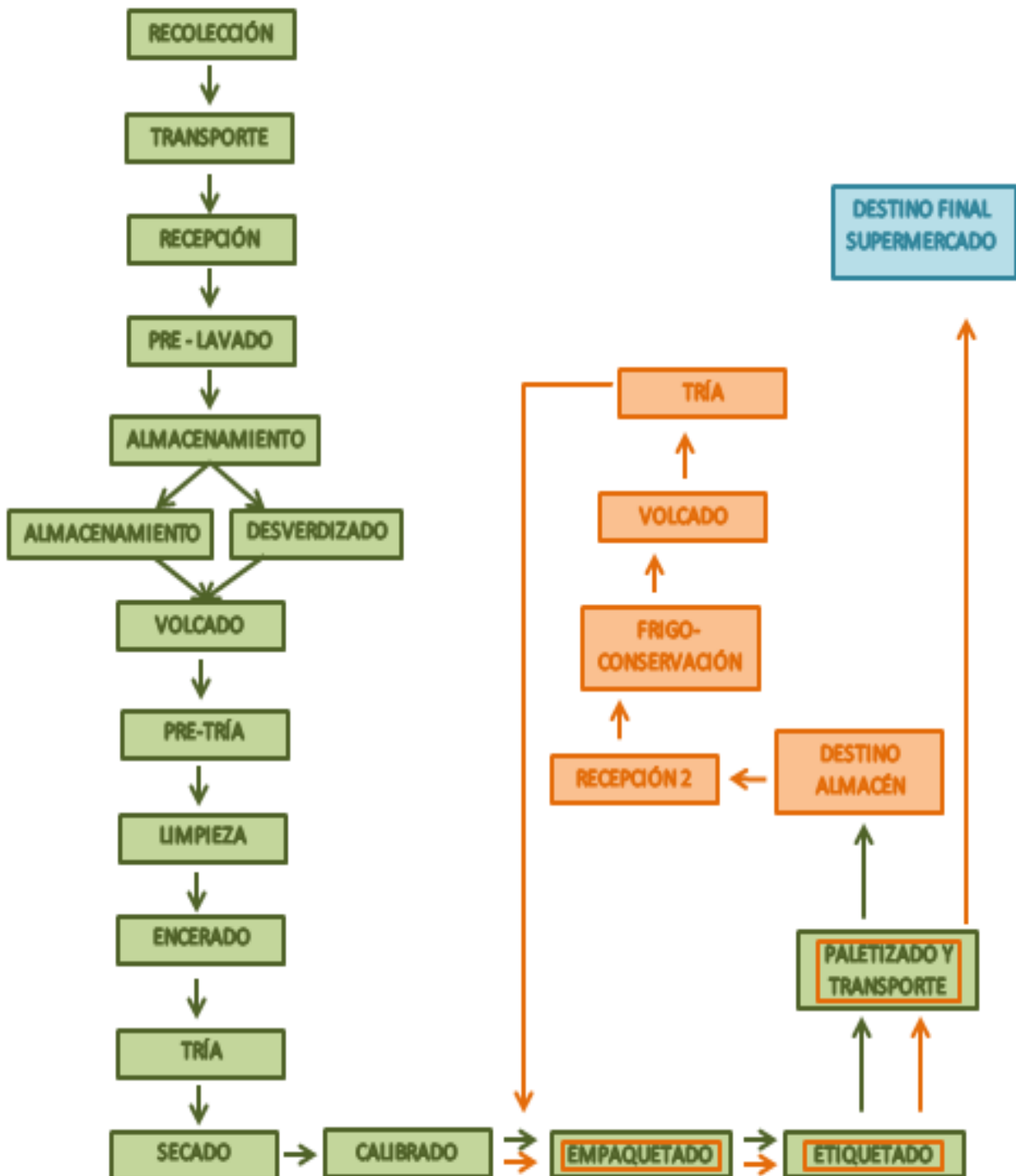


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de empaquetado de cítricos desde origen

### 2.3.1. Recolección y Transporte

Los cítricos se recolectan de manera manual, depositándolos en cajones de plástico generalmente con una capacidad de unos 20 kg. Hay que tener especial cuidado al depositarlos para no provocar heridas y tratar de no poner fruta en mal estado ya que podría afectar a aquella fruta que tiene buena calidad.

Dado que el destino de la fruta no es el país de origen, ésta se recolecta cuando su madurez comercial es la correcta. Al ser un fruto no climatérico hay que recolectarlos con la madurez interna deseada ya que el fruto deja de madurar en cuanto pierde el contacto con el árbol.

Durante el transporte hay que tener precaución ya que es una de las etapas donde la fruta puede sufrir más accidentes. Por ello no hay que llenar hasta arriba los cajones y hay que colocarlos de manera correcta para no pisar la fruta. Normalmente el transporte de la fruta de campo a almacén no se realiza en camiones frigoríficos por lo que hay que tratar de realizar dicho desplazamiento en horas poco calurosas y que el trayecto no sea muy largo.

### 2.3.2. Recepción

Una vez la fruta llega al almacén es descargada y se realiza un muestreo aleatorio para comprobar la calidad de la misma. Seguidamente es almacenada en una cámara frigorífica hasta su uso.

### 2.3.3. Pre-Limpieza

En la mayoría de los almacenes antes de realizar el lavado se lleva a cabo una pre-limpieza usando el drencher. Son duchas donde se introduce el producto tal cual viene del campo. Los palés se ponen bajo estas duchas a las cuales también se le puede añadir fungicida a la dosis adecuada. Para realizar este proceso tenemos dos tipos de maquinarias:

- De cadenas: en la cual se sitúan los palés en un transportador de modo que la fruta va siendo mojada a la vez que avanza.



Figura 2: Drencher

Fuente: Ramos Talleres & Maquinaria 08/03/2017

- De compartimentos: constituido por dos cabinas con puertas móviles, en la parte superior de las cuales se encuentran las duchas, dónde se sitúan los palés. A diferencia del anterior en este caso el proceso no es continuo.

### 2.3.4. Almacenaje

Cuando el producto ya ha sido lavado se procede a su almacenaje. Dependiendo del estado de la fruta ésta necesitará desverdizado o no. Si la fruta tiene el color deseado se almacena en una cámara frigorífica hasta su uso.

En países subtropicales y también al comienzo de campaña del levante mediterráneo, la fruta adquiere su madurez interna comercial cuando exteriormente aún no tiene el color deseado, el color propio de la variedad; en estas situaciones se lleva a cabo el proceso de desverdizado.

#### 2.3.4.1. Desverdizado

Para llevar a cabo el proceso de desverdizado la fruta se pone en cámaras dónde hay control de temperatura, humedad y etileno, para así crear un entorno ideal para acelerar el proceso del cambio de color.

Las condiciones necesarias para inducir y acelerar el cambio de color en las cámaras de desverdizado son 20-29 grados Celsius, etileno a 1-5ppm y una humedad relativa de 90-96%. Hay que tener en cuenta que no es posible desverdizar frutos totalmente verdes, lo que se consigue con este proceso es “ayudar” y acelerar el cambio de color, pero la fruta debe estar entre amarilla y verde para poder conseguirlo.

Una vez la fruta ha adquirido el color deseado se almacena en una cámara frigorífica hasta su futuro uso.

### 2.3.5. Volcado

La primera fase del procesado es el volcado que consiste en vaciar las cajas y depositar la fruta en cintas transportadoras. Para ello en el mercado existen distintos tipos de volcadores:

- Vaciadores de contenedores: el equipo tapa el contenedor y lo inclina, seguidamente la tapa se desplaza un poco para conseguir el vaciado suave.



Figura 3: Volcador de contenedor

Fuente: INGE-MAQ 16/03/2017

- Vaciadores de cajas: se trata de un sistema de torsión mediante el cual las cajas son depositadas en una cinta transportadora que obliga a las cajas a inclinarse hasta darse la vuelta completamente.



Figura 4: Vaciador de cajas

Fuente: Ramos Talleres &amp; Maquinaria 16/03/2017

Para facilitar esta etapa se hace uso de una despaletizadora que separa las cajas del paleté y luego cada una de las capas de cajas, normalmente cada capa está constituida por 6 cajas. Seguidamente estas cajas son transportadas a través de cintas al volcador descrito anteriormente.

### 2.3.6. Pre-tría

Esta fase se realiza en cintas transportadoras, en los laterales de las cuales se situarán trabajadores/as que irán seleccionando la fruta con peor estado físico como pueden ser frutos podridos o rajados, o también aquellos cuyo tamaño sea demasiado grande o pequeño.

### 2.3.7. Limpieza

Es necesaria la limpieza de la fruta para quitar de la superficie insectos, tierra, etc. Para ello el lavado se realiza con unos cepillos para poder limpiar toda la superficie de la fruta. Hay que tener en cuenta que las cerdas deben ser suaves para causar el menor daño posible. Tampoco debemos aplicar un cepillado excesivo ya que puede dañar la fruta. Para evitar todos estos posibles daños los cepillos deben estar bien mojados para que no provoquen daño, y la velocidad de cepillado no debe ser mayor a 100rpm.

Por otro lado en el lavado se puede aplicar un desinfectante o detergente para así eliminar cualquier infección o esporas que haya en la superficie. Se aplica en forma de espuma o en forma de spray, siempre controlando la concentración aplicada. Luego debe ser lavado con agua para quitar cualquier residuo de dichos productos.

En algunos casos antes de pasar la fruta por los cepillos se produce el lavado por inmersión. Este consiste en poner la fruta en balsas de agua y se fuerza a que circule por la balsa sin flotar; también pueden contener el producto que se requiera (fungicidas, detergentes...). Una vez la fruta pasa por el proceso de inmersión se realiza el lavado descrito anteriormente con cepillos.



Figura 5: Lavado

Fuente: DECCO IBÉRICA 23/03/2017



Figura 6: Lavado por inmersión

Fuente: Diario Época 23/03/2017





### **2.3.8. Pre-secado**

Una vez realizado el lavado las frutas pasan por unos rodillos de esponja para eliminar el exceso de agua.

### **2.3.9. Encerado**

El encerado es una de las etapas más importantes en el proceso de manipulación de cítricos ya que cumple tres funciones fundamentales:

- Reduce la pérdida de agua al sustituir la cera natural que posee la fruta ya que ha sido eliminada durante el lavado.
- Le da un aspecto más reluciente lo cual favorece su valor comercial.
- Sirve como medio para la aplicación del fungicida.

La cera aplicada puede ser comestible o no. Para escoger que tipo de cera será utilizada debe de ceñirse a la normativa del país a donde se va a comercializar la fruta. La aplicación de la cera se realiza por aspersión, de modo que la fruta va rodando sobre los rodillos y toda la superficie queda cubierta. Además la cera también puede se puede aplicar diluida con disolventes orgánicos o con agua. En el primer caso se necesita realizar un secado previo a la fruta para que esté completamente seca para que la aplicación sea efectiva; en el segundo la superficie debe estar húmeda por lo que no necesita secado ya que ya se ha quitado el exceso de agua con los rodillos de esponja.

También se puede aplicar el fungicida junto con la cera de modo que se realizan dos etapas en una sola y se asegura la uniformidad de la aplicación. De este modo el fungicida puede ser aplicado en tres momentos diferentes del proceso, al llegar la fruta junto con el drencher, durante el lavado o en la etapa de encerado.

### **2.3.10. Secado**

La etapa de secado puede ser una etapa crítica ya que si la temperatura es excesivamente alta o la fruta está expuesta a altas temperaturas más tiempo del necesario puede causar daños en la piel y con ello reducir la calidad del fruto.

El secado se realiza a través de túneles con ventiladores que expulsan aire caliente. La máxima temperatura que debe tener el aire es 50-55 grados Celsius.

### **2.3.11. Tría**

La selección y clasificación de la fruta en diferentes grados según la calidad se realiza de manera manual. Dicha selección se lleva a cabo de manera visual según el color, manchas o deformidades que presente el fruto. El personal encargado debe ser entrenado para saber qué porcentaje de defectos está permitido en cada una de las clases o grados, siendo la clase 1 la de mejor calidad.

Para ello se utilizan mesas de tría donde se coloca el personal a los laterales. La fruta va avanzando a través de cintas transportadoras y en muchos casos estas poseen rodillos de manera que la fruta va rodando y por lo tanto los trabajadores/as pueden observar si hay algún defecto en cualquiera de sus lados. Para facilitar el trabajo de los operarios/as las mesas de tría

deben estar situadas a la altura adecuada. La anchura no debe ser excesiva ya que deben poder alcanzar la fruta sin problemas. Para facilitar la labor también se hace uso de zonas en las que se instalan luces ultravioleta para detectar aquellos defectos que no son visibles con la luz normal.

La fruta que está en mal estado o que no tiene la calidad necesaria se aparta y se vierte en otros compartimentos. Dependiendo de esta clasificación la fruta será destinada a consumo en fresco o para la elaboración de zumos.

La clasificación de la fruta según sus diferentes calidades también se puede llevar a cabo automáticamente usando máquinas clasificadoras que a través de sistemas de visión son capaces de escanear la superficie de la fruta y detectar manchas, roturas, etc. y de este modo clasificar la fruta.



Figura 7: Tría

Fuente: Diario ABC Sevilla 21/04/2017

### 2.3.12. Calibrado

En esta etapa la fruta se clasifica según su tamaño, para así poder dividirla en los diferentes calibres y conseguir una mejor uniformidad cuando se empaquete. Para ello se utiliza maquinaria especializada que mide el diámetro de la fruta. También se puede realizar la clasificación por peso mediante células de carga.

Dicha medida se puede realizar de manera mecánica mediante rodillos cuya distancia a la base va aumentando a medida que la fruta avanza. De este modo la fruta de calibre más pequeño queda depositada al principio mientras las de más tamaño van avanzando hasta que el espacio entre el rodillo y la base es suficiente. Con este método se consigue calibrar la fruta por su diámetro máximo.

Además hoy en día se puede efectuar utilizando calibradores electrónicos. Entre los más comunes se encuentran los clasificadores mediante células de carga. Dicho mecanismo posee una báscula que pesa cada uno de los frutos con lo que el ordenador conoce en que categoría debe ser clasificado el fruto y cuando este llega a la célula correspondiente es descargado automáticamente.

Actualmente se utilizan otros mecanismos y maquinaria con avanzada tecnología que hace uso de haces de luz para obtener información sobre el tamaño, color o la existencia de cuerpos extraños, y con ello tomar una decisión para clasificarlos. Estos mecanismos requieren de ordenadores rápidos ya que la fruta avanza y al mismo tiempo debe procesar cada una de las instantáneas tomadas para clasificar el fruto. Al igual que en los calibradores electrónicos el ordenador sabe en qué posición está el fruto y donde debe descargarse, de este modo cuando el fruto llegue a la canastilla indicada será vaciado.



Figura 8: Calibrado

Fuente: Tecfrut Bioquímica S,L 19/04/2017

### 2.3.13. Envasado y encajado

En el caso que la fruta vaya destinada directamente al cliente puede realizarse este proceso con el empaquetado final. Los más comunes son enmallados o empaquetado. Para ambos casos se necesita maquinaria especializada que posea un sistema de pesado de cada uno de los frutos para así poner en el paquete el peso indicado o el número de frutos determinado según las especificaciones del producto, y seguidamente cerrar el envase. Para facilitar el trabajo se puede hacer uso de sistemas automatizados. Un ejemplo de éstos es el sistema de transporte de cajas aéreo de modo que las cajas vacías son transportadas a otro lugar sin necesidad de hacerlo de manera manual.

Una vez realizado el envasado correspondiente se procede al encajado. El proceso consiste en situar los envases en cajas de cartón o madera. Dicha operación se realiza de manera manual colocando los paquetes en la base de la caja.

Por otro lado si la fruta va a ser comercializada a granel o encajada en cajas de menor tamaño, el proceso se puede realizar de manera manual o automática. Si se realiza de manera manual precisa de personal experimentado y en algunos casos los frutos pueden situarse en bandejas de alveolos dentro de la caja para proteger el producto. De manera automática se lleva a cabo a través de máquinas graneleras que cuando llegan a un peso determinado vuelcan la fruta en la caja.

En el caso del almacén en cuestión la fruta llega encajada en cajas de 15 kg a granel para proceder al envasado final el dicho almacén.

### 2.3.14. Marcado y etiquetado

En algunos casos la fruta es etiquetada individualmente justo antes de ser encajada. Como en el proceso de empaquetado este etiquetado individual puede realizarse de manera automática aplicando la presión necesaria para no dañar la fruta. Luego se realiza el etiquetado de cada una de las cajas con toda la información requerida según el país de destino.



### **2.3.15. Paletizado y expedición**

Una vez la caja está marcada con todos los datos necesarios, se coloca en el palé, acumulando unas encima de otras hasta completar el palé. Las cajas deben situarse sin ejercer mucha presión de manera que el espacio sea el necesario para que se queden inmóviles. Además se ponen correas y flejes en los laterales para evitar que se muevan. Dependiendo si la fruta va a ser transportada en camión o barco se utilizan unas u otras medidas de palés. Éstos pueden ser de diferentes materiales aunque la madera es el preferido.

Finalmente los palés se cargan en el transporte correspondiente para ser trasladados al destino. En este caso a la central en Inglaterra.

De este modo los cítricos llegan al almacén sin necesidad de ser tratados químicamente, los únicos procesos que se llevan a cabo en el país de destino son procesos físicos. La fruta llega a la central a granel, siendo las etapas que se llevan a cabo en ella las detalladas en el punto 4.4.1.



### 3. OJETO DEL PROYECTO

Debido a mi incorporación en la empresa en el mes de octubre y a la falta de realizar el trabajo Fin de Grado para dar por finalizados mis estudios en el Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, se me dio la posibilidad de realizar dicho trabajo en la empresa ya que durante los meses de febrero a junio iba a llevarse a cabo un cambio en el almacén, concretamente una remodelación. La reestructuración de éste aparece como resultado del gran volumen del trabajo y también como causa de una reorganización interna, dado que las líneas de producción destinadas para uva iban a ser trasladadas a otra ubicación, ya que hasta el momento la nave estaba ocupada por líneas de producción destinadas a cítricos y uvas. De este modo toda la superficie destinada para trabajo y almacenamiento queda designada para uso y manipulación exclusiva de cítricos.

Para llevarlo a cabo se ha realizado un estudio comercial con el propósito de duplicar las ventas de uno de los clientes y además suministrar a un cliente nuevo. De este modo con base a dicha propuesta comercial se tomarán como punto de partida los datos de nuestro objetivo de ventas.

Por ello el objeto del presente trabajo es definir y rediseñar la distribución en el almacén de las diferentes líneas de confección de una central para cítricos, para lo cual se pretende:

- Comprobar que la superficie de almacenamiento cubre las necesidades requeridas para los nuevos volúmenes de venta propuestos.
- Calcular las necesidades de maquinaria para cada uno de los diferentes tipos de envasado que se llevan a cabo.
- Reestructurar y redistribuir las líneas de empaquetado para así hacer un mejor uso del espacio.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN DE ESTUDIO

### 4.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La nave se encuentra situada en Inglaterra, concretamente en un pueblo llamado Chatteris que pertenece al distrito de Fenland de Cambridgeshire.



Figura 9: Localización

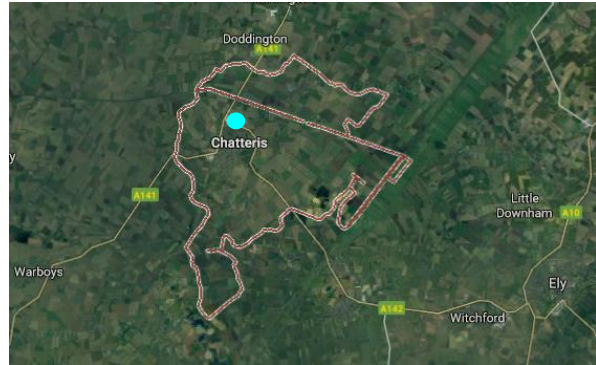


Figura 10: Emplazamiento

### 4.2. ACTIVIDAD DE LA CENTRAL

La actividad a desarrollar en la central está enfocada a la manipulación y envasado de productos cítricos para su comercialización, en concreto para ser suministrados a supermercados ingleses. Por tanto los elementos a destacar en la central son las cámaras frigoríficas donde se almacena el producto y las líneas de empaquetado.



### 4.3. CALENDARIO CENTRAL

A pesar del gran número de países productores de cítricos, dependiendo del país donde se va a comercializar y debido a las dificultades para mantener la calidad durante el transporte la fruta es exportada de unos países u otros. En el caso del almacén en cuestión las siguientes figuras muestran los diferentes orígenes de los que provienen los frutos según el grupo, aunque hay que tener en cuenta que no siempre se importan frutos de todos los países para cubrir los pedidos del año, sino que depende de cómo haya sido la campaña en cada uno de ellos, la disponibilidad y el precio.

Las figuras muestran las diferentes variedades suministradas según el país de origen y el mes en los que hay disponibilidad.

#### - SATSUMA

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
España							SAKI	OKITSU	OWARI			
Turquía										OWARI		
Sudáfrica		MIHOWASE		KUNO								
Perú				OWARI								

#### - CLEMENTINA

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
España	NADORCOTTS							OTROS		NULES		NADS
Marruecos	NADORCOTTS								FINA		NOUR	NADS
Sudáfrica		OTROS		NULES			NADORCOTTS					
Perú				NULES			NADORCOTTS					
Chile								NADORCOTTS				

#### - MANDARINA

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
España	ORRI									CLEMENVILLA		ORRI
Turquía											NOVA	
Sudáfrica				NOVA			ORRI					
Perú							ORRI					

#### - NARANJAS

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
España	VALENCIA									NAVEL		VAL
Marruecos		VALENCIA									NAVEL	VAL
Israel											NAVEL	SHAMOUTI
Egipto	VALENCIA										NAVEL	VAL
Sudáfrica							NAVEL	VALENCIA				



- OTRAS NARANJAS

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
Italia	SANGUINA											SANGUINA	
España											SANGUINA		
España											MARMALADE		

- LIMÓN

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
España	PRIMOFIORI	VERNA				PRIMOFIORI							
Turquía								INTERDONATA	LAMAS	OTROS			
Argentina					EUREKA								
Sudáfrica					EUREKA								

- LIMA

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Peru	TAHITI / PERSIAN									TAHITI / PERSIAN		
Méjico						TAHITI / PERSIAN						
Brasil	TAHITI / PERSIAN											

- POMELO

Pais de origen	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
<b>ROJO</b>													
Israel	SUNRISE								SUNRISE				
Turquía	STAR RUBY, RUBY RED							STAR RUBY, RUBY RED					
Marruecos	STAR RUBY								STAR RUBY				
Sudáfrica				STAR RUBY									
Suazilandia				STAR RUBY									
<b>ROSA</b>													
USA (Florida)	PINK								PINK				
<b>BLANCO</b>													
Israel	MARSH								MARSH				
Sudáfrica				MARSH									
Suazilandia				MARSH									





## 4.4. PROCESO EN ALMACÉN

### 4.4.1. Etapas del proceso

#### 4.4.1.1. Recepción

Una vez la fruta ha sido descargada se corrobora que cada uno de los palés contiene la fruta que se esperaba, con el etiquetado correcto, seguidamente toda esta información se registra. Luego se le pone una nueva etiqueta con el número de referencia que corresponde al sistema informático utilizado en la central. Este punto es de gran importancia para la mantener la trazabilidad del producto.

Se entiende como trazabilidad todos aquellos procesos que se llevan a cabo para tener conocimiento en cada momento de la trayectoria y ubicación del producto en cuestión, identificar el palé al igual que cada una de las cajas. Toda la información es necesaria y clave para mantener el seguimiento de cada producto.

En el almacén se siguen una serie de procedimientos establecidos para no perder dicha cadena de trazabilidad. De este modo, cada vez que el producto es cambiado de lugar, por ejemplo después de ser descargado a la cámara de conservación o si una vez almacenado el palé es movido a otra posición diferente, cuando se procesa, etc. cada uno de esos movimientos es registrado según el número de palé correspondiente para tenerlo localizado en cualquier momento. Con ello se consigue conocer en todo momento la ubicación del palé en cuestión, la cantidad de cajas que posee (ya que puede haberse procesado una parte del palé), la variedad, el origen, el calibre, el tipo de empaquetado, el proveedor y los resultados en el análisis de calidad.

Para verificar que todo el procedimiento se lleva a cabo correctamente, se realizan tres auditorias anuales en las cuales el equipo técnico debe ser capaz de resolver un problema en un máximo de cuatro horas. En caso de no resolverlo se levanta un acta de no conformidad. Este proceso no solo se lleva a cabo para los frutos sino que también se realiza para el material de envasado.

Una vez se ha identificado y corroborada la entrada de la fruta, se realiza un pesado de la misma para comprobar que el peso es el correcto, y se cogen varias muestras al azar para conocer el estado de la fruta y determinar la calidad de cada uno de los palés. Según los resultados obtenidos en el chequeo de las muestras teniendo en cuenta tanto la calidad interna como la externa, a cada uno de los palés se le adjudica un color que corresponde a la calidad de la fruta:

- **Blanco:** la fruta cumple con las especificaciones del cliente y el conjunto de defectos no supera el 10 %, y cada uno de los defectos en particular no supera el 2 % o 4 % según sea falta de color, daños por frío, presencia de heridas, oleocosis entre otros.
- **Morado:** la fruta tiene la calidad requerida pero hay defectos en el encajado como pueden ser color equivocado de la caja, peso menor del exigido (diferencia de 2-3 frutos) o un máximo de 5 cajas dañadas por rotura de cajas o palé.
- **Azul:** el conjunto de defectos no supera el 6 % en cuanto a podridos, frutos rotos o presencia de hongos y es menor de 20 % en cuanto a problemas de calidad interna y externa siempre y cuando cumpla los mínimos exigidos para cada defecto en particular.



- **Amarillo:** el conjunto de defectos es menor de 30 %.
- **Rojo:** se adjudicará el color rojo a aquella fruta cuyo número de frutos podridos, rotos o con presencia de hongos supere el 6 % o cuando el conjunto de defectos totales supere el 30 %. Además de los defectos nombrados también se calificará con color rojo si los frutos presentan semillas y la especificación indica que debe ser sin semillas, si se encuentran cuerpos extraños o si el etiquetado es erróneo.

La información obtenida en este primer examen de la fruta es de gran importancia ya que dependiendo del color que se haya adjudicado a cada palé se determinarán los trabajos que deben ser realizados con esta fruta y cuál será la eficiencia. Además debido a los largos periodos de tiempo que la fruta es almacenada para cubrir las necesidades del cliente, hay que revisar su calidad para ver si sigue cumpliendo o no las condiciones del color que se le otorgó.

#### **4.4.1.2. Frigo-conservación**

Dado que la fruta que llega al almacén no va a ser comercializada inmediatamente, una vez los palés han sido marcados según su calidad, se almacenan hasta que sea necesario utilizarlos para algún pedido. Para ello se acumulan en cámaras frigoríficas a 5 grados Celsius.

Para tener controlado donde se encuentra cada uno de los palés, éstos se almacenan según el producto y el cliente para el cual la fruta ha sido comprada; además cada uno contiene una etiqueta con un número de referencia de modo que su localización queda registrada en el sistema informático.

#### **4.4.1.3. Volcado**

La primera operación que se realiza en la línea de confección es el volcado. En este caso se realiza de manera manual, los operarios cargan cada una de las cajas del palé y las vacían depositando la fruta sobre unas cintas transportadoras. Las cajas vacías se colocan y apilan en un lateral para así no entorpecer la tarea.

#### **4.4.1.4. Tría**

Debido a que los cítricos sufren dos trías en su país de origen, la tría realizada en el almacén debería ser mínima, aun así debido al transporte o a los largos periodos de tiempo que la fruta es almacenada para poder cumplir las exigencias del mercado, su calidad inicial va disminuyendo.

El lugar donde se lleva a cabo son las mesas de tría, del mismo modo que en el país de origen, en este caso la operación se lleva a cabo en la cinta transportadora que dirigirá a la fruta a la maquinaria indicada para su envase. El personal se sitúa en los laterales y va desechando la fruta que no contiene la calidad deseada al tiempo que avanza hacia la máquina de envasado. En este caso solo se tiene en cuenta el aspecto físico de los cítricos, aquello que puede ser observado como el color, golpes, rasguños, podredumbre, oleocelosis, etc. También hay una zona donde se sitúan luces fluorescentes para poder observar ciertos defectos que no se perciben con la luz normal.

Existen casos en que la fruta se comercializa a granel ya que hay clientes que realizan el proceso de envasado en sus instalaciones. Hay que tener en cuenta que la fruta que se recibe de origen llega a granel en cajas de 15 kg por lo que si durante la recepción la fruta ha sido cali-

ficada como blanca no se necesitará realizar ningún trabajo mientras que si posee otro color habrá que realizar una tría antes de proceder al encajado para quitar todos aquellos frutos que no cumplen la calidad exigida. Del mismo modo que en origen los trabajadores/as se sitúan en los laterales de las mesas de tría y van desechado aquella que no cumpla los requisitos.

Dado que la fruta procesada es suministrada para diferentes clientes, los criterios aplicados a la tría varían según las especificaciones y exigencias de cada uno.

#### **4.4.1.5. Envasado**

La confección que se realiza de manera totalmente automatizada. Según el tipo de envase necesario se hace uso de una máquina u otra. En este almacén se realizan tres tipos de empaque: enmallado, empaquetado y el envasado tipo bol.

- Empaquetado: la fruta es envasada en una bolsa de plástico impresa con fines publicitarios y con una ventana hecha de malla. El etiquetado suele llevarse a cabo de manera manual, un empleado se encarga de poner las etiquetas a la vez que los paquetes donde va a ser envasada la fruta van siendo introducidos de manera automática en la empaquetadora.

- Enmallado: los cítricos son envasados en mallas que contienen un asa o agarre para su transporte. En este mismo se encuentra la etiqueta correspondiente que en este caso no se pone de manera manual sino que el etiquetado es realizado por la misma maquinaria.

- Bol: el tercer tipo de envasado que se realiza en la central es el tipo bol. Se utiliza para solo para clementina. Éstas son colocadas de manera manual en unos envases de plástico transparente con forma de bol, y luego una máquina es la encargada de termo sellar la superficie con film transparente y el etiquetado correspondiente.

#### **4.4.1.6. Encajado**

Para todos los productos el encajado se realiza de manera manual. El producto final es transportado desde la máquina por cintas donde los trabajadores están situados para ir colocando uno por uno los envases en las cajas.

Debido a que la línea de encajado a granel ha sido implantada recientemente se realiza manualmente. Para ello se hace uso de una cinta transportadora de rodillos donde se lleva a cabo la tría y luego la fruta es colocada manualmente en la caja y pesada para comprobar que tiene el peso.

Hay que tener en cuenta que el encajado de la fruta, el aspecto de la caja y como están situadas las frutas tiene un impacto directo en el comprador ya que es lo primero que ve. Por ello es importante el diseño y la disposición ordenada y uniforme de la fruta.

#### **4.4.1.7. Paletizado**

Una vez los productos están encajados se colocan en los palés de manera ordenada intentando minimizar la movilidad de las cajas durante el transporte. Éstas se depositan una encima de otra de modo que no deben estar excesivamente llenas para que los frutos no sean pisados.

#### 4.4.1.8. Flejado

Para minimizar las pérdidas y que los envases queden inmóviles y evitar así el movimiento de las cajas durante el transporte, se ponen flejes en los laterales para asegurarse que la mercancía llega en las mejores condiciones a su destino.

#### 4.4.1.9. Identificación del palé

Una vez el palé está flejado y todo listo para su despacho se identifica poniendo una etiqueta en uno de los laterales donde se indica el cliente, destino, número de referencia de palé y toda la información sobre el producto que contiene (variedad, origen, calibre, empaquetado y código de producto). Toda la información debe estar correctamente indicada, ya que cualquier error puede ser un motivo de rechazo por parte del cliente.

En este punto se refleja claramente la continuidad de la trazabilidad ya que toda la información sobre el producto, variedad o el origen se obtiene del registro realizado durante la recepción de la fruta. Con todo esto en el caso de que algún palé sea rechazado por el cliente y de vuelta al almacén, se puede obtener toda la información desde su llegada para averiguar y determinar el motivo que puede haber desencadenado dicho rechazo.

#### 4.4.1.10. Expedición

Cuando el palé está etiquetado éste pasa a estar listo para su expedición. Puede que ésta no se realice de manera inmediata, en ese caso se deposita en una cámara de frigoconservación donde se encuentran los productos ya confeccionados y listos para su carga. Cuando vaya a realizarse la expedición el palé es transportado hasta el muelle de carga donde será cargado en un camión frigorífico para así mantener la fruta a la temperatura adecuada y que no pierda calidad, hasta su destino.



Figura 11: Diagrama etapas realizadas en el almacén de Inglaterra



#### 4.4.2. DESTINO DE LOS DESTRÍOS

Durante el proceso de selección, la fruta que se escoge para venta es fruta de primera clase, la de mejor calidad. Una vez terminado el proceso obtenemos dos tipos de destríos de toda la fruta que no ha sido seleccionada para la venta:

- Fruta de segunda clase: en este grupo se considera todos aquellos frutos que tienen una calidad más baja a la exigida por la central, pero pueden ser consumidos. Dicha fruta se destina a mercado, también para consumo en fresco, concretamente a aquellos mercados que no exigen una calidad elevada, como pueden ser los mercadillos de calle. Para el envío de fruta de segunda clase, simplemente se llenan las cajas con aquella fruta que en las líneas ha sido desechada como clase dos. Al igual que en la fruta de primera clase, ésta también está separada por calibres y con la misma caja y etiquetado correcto de la fruta que se ha usado. De este modo diariamente se vende fruta de clase dos a empresas externa. Cada mañana se le hace saber a la empresa el número de palés a enviar y se pacta el transporte, ya que en ocasiones va a cargo de la empresa externa y otras de la central.
- El residuo: se considera residuo toda aquella fruta que no es apta para el consumo humano. Se trata de fruta en mal estado, como puede ser fruta rota o con podredumbre. Durante el procesado y la selección esta fruta se deposita en cajas de gran tamaño donde se acumula a lo largo del día. Al igual que en el caso anterior es una empresa externa la que se encarga de recoger y procesar este residuo. En éste caso la empresa encargada de gestionar el residuo destina parte del residuo para procesarlo y hacer con el comida para animales.

## 4.5. MAQUINARIA

### 4.5.1. ENMALLADO

La máquina utilizada para envasar la fruta en mallas está compuesta por 3 máquinas principales, por un lado la pesadora y conectada a ella según el etiquetado y el tipo de enmallado a realizar se hará uso de la envasadora UB para bolsas termo soldadas o de la envasadora CA10 en el caso de que el etiquetado sea de grapa:

#### 4.5.1.1. Pesadora PDG-4C marca GIRO

Ésta posee una tolva donde es recogida la fruta y dividida en cuatro cubetas. En estas cubetas la fruta es pesada gracias a una célula de carga y el sistema selecciona las cubetas a vaciar sobre la cinta de salida según el peso programado. Además contiene cepillos rotativos que amortiguan la caída de los frutos y transportadores con rodillos de goma que reducen el impacto del fruto y hacen que el transporte sea suave.

- Datos técnicos

Tabla 3: Datos técnicos pesadora PDG-4C

Potencia (kW)	3.3
Tensión (V)	220/380
Frecuencia (Hz)	50/60
Presión mínima de aire (bar)	6
Consumo medio de aire (l/h)	1080
Producción (pesadas/min)	60

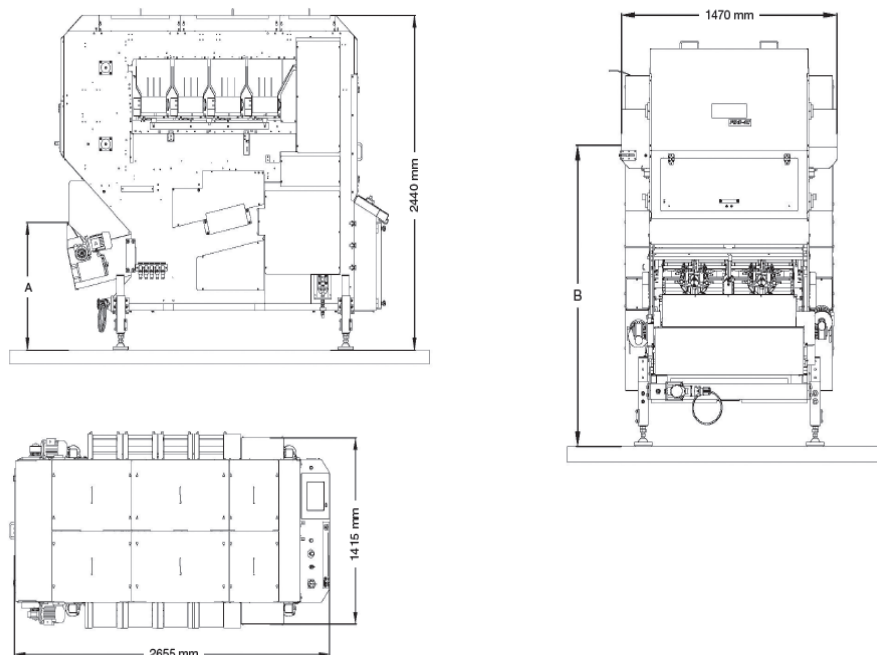


Figura 12: Diseño y medidas pesadora PDG-4C

Fuente: GIRO 15/05/2017

#### 4.5.1.2. Envasadora automática UB65 de bolsas termo soldadas.

La fruta sale de la pesadora directamente hacia la envasadora donde es agrupada en la tolva, unas palas receptoras hacen que durante el llenado el impacto sea menor. La fruta es depositada en la malla y cerrada en el envase programado. Seguidamente la cinta de salida pivota y recoge la bolsa evitando cualquier golpe. La envasadora UB es capaz de realizar hasta 9 envases diferentes:

La confección de bolsas se realiza en tres pasos a partir de bobinas de malla tubular. Primero se lleva a cabo la soldadura inferior y vertical, luego se introduce la malla en el film y se carga el producto, por último se introduce el asa y se suelda el cabezal de la bolsa.

#### - Datos técnicos

Tabla 4: Datos técnicos UB65

Potencia (kW)	4
Tensión (V)	220/330
Frecuencia (Hz)	50/60
Presión mínima de aire (bar)	6
Consumo medio de aire (l/h)	60000
Producción (bolsas/min)	30

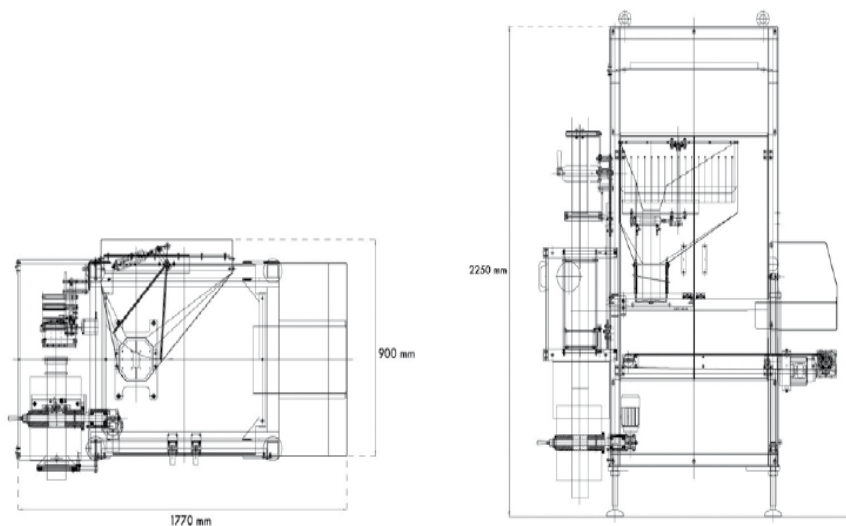


Figura 13: Diseño y medidas UB65

Fuente: GIRO 15/05/2017

#### 4.5.1.3. Envasadora automática CA10.

La fruta realiza prácticamente el mismo recorrido que en la envasadora UB, es recogida por una tolva y depositada en la malla. La diferencia es que en el caso anterior la bolsa se cerraba mediante un mecanismo de termo soldado y en este caso se cierra mediante grapas. Además otra diferencia importante es el etiquetado, en la máquina anterior este se realiza antes de que la fruta sea envasada. El film es pegado de manera automática a la malla, mientras que en la CA10 una vez la fruta ha sido enmallada se etiqueta mediante un sistemas de grapas que unen la etiqueta a la malla por uno o dos puntos.

La impresión de datos en el etiquetado se realiza por transferencia térmica. La CA10 tiene un amplio rango de longitud y anchura de impresión, además es compatible con diferentes materiales.

- Datos técnicos

Tabla 5: Datos técnicos CA10

Potencia (kW)	2
Tensión (V)	220/330/415
Frecuencia (Hz)	50/60
Presión mínima de aire (bar)	6/7
Consumo medio de aire (l/h)	10000
Producción (bolsas/min)	40

Para facilitar el transporte de la fruta a envasar se utilizan cintas transportadoras. En concreto se sitúan en dos puntos, por un lado a la entrada de la fruta de modo que el operario deposita la fruta en la cinta y esta la dirige hasta la entrada de la pesadora PDG4, y por otro lado a la salida donde se recoge el envase terminado y lo dirige hasta donde se encuentre el operario que se encargará de encajarlo de manera manual.

La pesadora está conectada directamente con las envasadoras UB65 y CA10 de este modo cuando la pesadora está trabajando según qué máquina este activa y disponible derivará la fruta pesada a una de las tres envasadoras para que se lleve a cabo el empaquetado o enmallado.



## 4.5.2. EMPAQUETADO

Para ello se utiliza la empaquetadora vertical MB-801 de la marca CMSA. A ésta se le une una pesadora de la marca Ishida, concretamente un RV-Series. La pesadora se encuentra en la parte superior conectada a la empaquetadora que está justo bajo.

### 4.5.2.1. Pesadora ISHIDA RV-Series

La fruta es dirigida mediante una cinta transportadora a la tolva situada en la parte superior de la pesadora, mediante un sistema de vibración los frutos caen en los diferentes vasos que la conforman. A través de combinaciones de los diferentes pesos que hay en dichos vasos, se varían aquellos cuya suma sea la más aproximada al peso programado. Una segunda tolva recoge la fruta que la llevará hasta la empaquetadora.

- Datos técnicos

Tabla 6: Datos técnicos ISHIDA RV-Series

Potencia (kW)	1.8
Tensión (V)	230
Frecuencia (Hz)	50
Presión mínima de aire (bar)	6
Consumo medio de aire (l/h)	200
Producción (pesadas/min)	60

### 4.5.2.2. Empaquetadora automática MB-801

Al igual que en el caso de la enmalladora UB65, la empaquetadora MB-801 une el film a la maya por un mecanismo de termo soldado, y lo cierra mediante el mismo mecanismo de termo soldado por la parte inferior. La fruta que ha sido recogida en la tolva con el peso indicado se vacía en el paquete y una vez vaciado se sella la parte superior y se corta al mismo tiempo dejando caer el paquete en la cinta transportadora situada justo en la parte inferior. Al final de la cinta los operarios se encargan de colocarlos correctamente en la caja.

- Datos técnicos

Tabla 7: Datos técnicos MB-801

Potencia (kW)	10
Tensión (V)	380
Frecuencia (Hz)	50/60
Presión mínima de aire (bar)	6
Consumo medio de aire (l/h)	72000
Producción (bolsas/min)	50

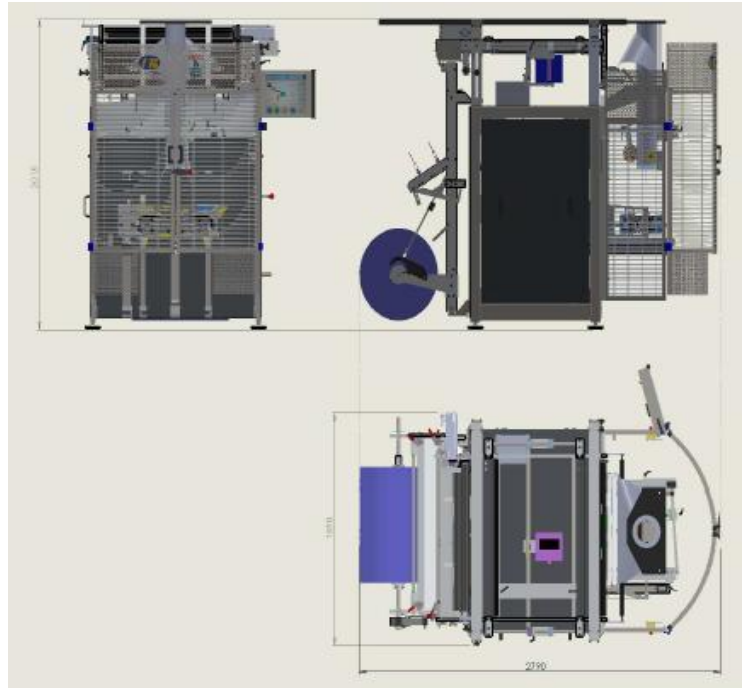


Figura 14: Diseño y medidas MB-801

#### 4.5.3. ENVASADO TIPO BOL

Por último para el envasado tipo bol se utiliza una máquina que se encarga de termo sellar la superficie del bol y así cerrarlo. Así como la maquinaria utilizada para el empaquetado y enmallado realizan también el envasado correspondiente, en este caso el envase se compra aparte, los operarios colocan la fruta manualmente y la máquina lo cierra y etiqueta.

La máquina utilizada para sellar dichos envases es la GTR, capaz de sellar envases de diferentes tamaños con un sistema sencillo de termo sellado con alta precisión de sellado y corte del film. Además es portable lo que en este caso es de gran importancia ya que dicho envasado solo se realiza para tres líneas de productos durante un periodo de 5 meses, así que una vez finalizado la máquina puede ser guardada hasta que se necesite otra vez y por tanto no ocupar más espacio cuando no se utiliza.

#### - Datos técnicos

Tabla 8: Datos técnicos GTR

Potencia (kW)	2
Tensión (V)	230
Frecuencia (Hz)	50/60
Presión mínima de aire (bar)	5
Consumo medio de aire (l/h)	13800
Producción (bolsas/min)	30

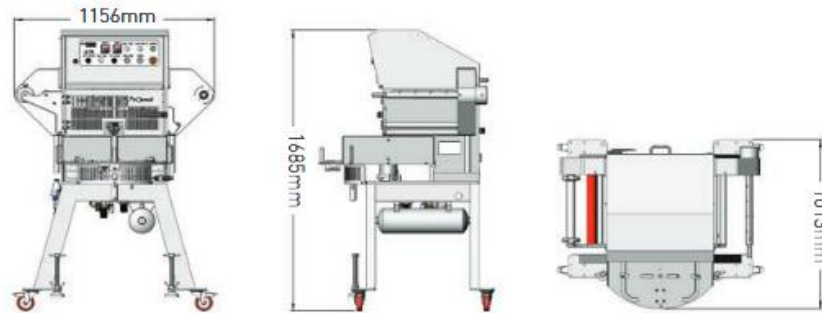


Figura 15: Diseño y medidas GTR

#### 4.5.4. GRANEL

Hay clientes que tienen sus propias centrales para envasar la fruta, en ese caso la fruta se vende a granel en cajas habitualmente de 15 kg. De modo que la fruta es enviada al supermercado del mismo modo que llega al almacén, siempre y cuando la calidad sea la correcta. Si no como se ha indicado anteriormente se realiza una selección de la fruta, tría, para eliminar aquella que no cumple la calidad. Para ello se utilizan mesas de tría que disponen de rodillos para que al girar los frutos puedan localizarse todos aquellos que tengan defectos y ser eliminados.

En este caso el encajado a granel se realizará automáticamente mediante la pesadora PGC-2. Los frutos son recogidos en una tolva pesadora. Ésta se desplaza de manera vertical según el peso va aumentando hasta llegar a la altura de la caja vacía y así evitar golpes bruscos en la caída de la fruta. En ocasiones éstos llevan una etiqueta individual que también es colocada por el operario.

#### - Datos técnicos

Tabla 9: Datos técnicos PGC-2

Potencia (kW)	1
Tensión (V)	230
Frecuencia (Hz)	50/60
Producción (cajas/min)	2



#### 4.5.5. MAQUINARIA ADICIONAL

Aparte de las máquinas descritas para el empaquetado, que es la parte principal de la actividad que se realiza en el almacén, ésta presenta otro tipo de máquinas para facilitar el uso, movimiento, traslados y manipulación de la fruta por la central.

- Transpaletas eléctricas: máquina utilizada para el transporte de palés. Está constituida por una horquilla y dos brazos, colocados paralelamente y de manera horizontal. Éstos se introducen dentro de los huecos del palé y se elevan para así transportarlos. Posee un motor eléctrico que facilita el desplazamiento y transporte de las cargas. El conductor se coloca de pie encima de una plataforma elevada que hay al otro lado del cabezal y que es desde donde la dirige.
- Carretillas estibadoras: tiene la misma función que la transpaleta eléctrica, pero ésta es más estable y útil para desplazarse por superficies que no sean lisas o con terreno inclinado como pueden ser las rampas. En este caso el conductor debe ir sentado en la cabina. Además posee un mástil lo que facilita el apilamiento en altura.
- Cintas transportadoras: bandas que se mueven continuamente accionadas por un motor. Permiten el transporte continuo de los frutos. En este caso la central posee tanto cintas de rodillos que giran y facilitan la visión de todo el fruto, que se utilizan en las entradas de cada una de las líneas de empaquetado, ya que es donde se realiza la tría; y cintas de superficie lisa para las salidas en las líneas de empaquetado y para el granel.
- Básculas: estas básculas pesan palés completos, están situadas en el suelo de modo que la misma transpaleta que la transporta pasa por encima de la báscula dónde el palé es pesado. Con ello se consigue un ahorro de tiempo además de reducir el número de operarios necesarios.
- Flejadora: encargadas de poner flejes en los laterales de los palés, para así limitar y evitar el movimiento de los bultos.



## 5. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO

### 5.1. VOLÚMENES DE TRABAJO

Como se ha indicado anteriormente se utilizan los datos de ventas como punto de partida. Dado que no se va a realizar la construcción de un almacén nuevo sino que en este trabajo se trata de aumentar las ventas, lo que se lleva a cabo en este punto es calcular las necesidades de almacenamiento necesarias para los nuevos volúmenes de trabajo y comprobar que el almacén de estudio cubre dichas necesidades.

Para ello tenemos las ventas del supuesto comercial de cada uno de los clientes con los aumentos duplicados en todas las líneas de uno de ellos y con las líneas de un cliente nuevo. El almacén suministra cítricos a los supermercados ingleses durante todo el año pero durante la temporada en la que los frutos provienen del hemisferio norte muchos camiones van directos desde el país de origen al supermercado en cuestión, es decir, la fruta viene de origen con el empaquetado y etiquetado correspondiente para cada uno de sus clientes. Es posible realizar estos envíos directos porque la fruta es transportada en periodos cortos de tiempo, no más de una semana.

En cambio no se pueden realizar envíos directos cuando la fruta proviene del hemisferio sur porque ésta ha estado en el barco durante unas cuatro semanas, periodo en el cual la fruta ha perdido calidad o puede haber sufrido daños si el almacenaje durante el transporte no ha sido correcto. De este modo en este trabajo solo se tienen en cuenta aquellas ventas que son trabajadas y enviadas desde el almacén, no las ventas totales, ya que todas aquellas entregas que se realicen de manera directa desde el país de origen hasta el cliente no son empaquetadas ni almacenadas en el almacén de estudio. Por esta razón los volúmenes que se trabajan en el almacén son mayores durante verano, temporada durante la que el producto es suministrado por el hemisferio sur.

Para calcular los volúmenes necesarios de fruta para obtener las ventas determinadas como objetivo, se han incrementado las ventas en un 8 %. Este porcentaje representa las pérdidas desde que la fruta llega al almacén hasta que se obtiene el producto final empaquetado. Dichas pérdidas se refieren a aquello que es eliminado en la fase de tría porque la calidad no es la deseada, frutos dañados por cajas rotas, etc. De este modo la entrada de fruta necesaria son los kilos vendidos más un 8 %, para cubrir las ventas.

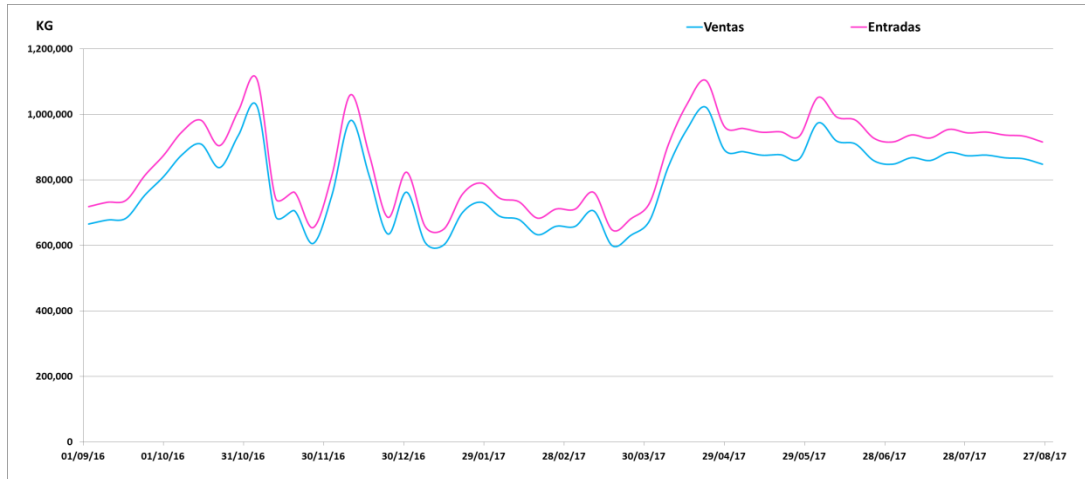


Figura 16: Gráfica de entradas y ventas anuales. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas los kg. La línea azul indica los kilos de venta en cada uno de los meses, la rosa los kg de entrada necesarios para cubrir las ventas.

En la gráfica se observa que los volúmenes de trabajo son más altos durante el periodo desde finales de abril hasta finales de agosto. Esto es debido a que como se ha indicado anteriormente durante los meses de octubre a mediados de abril se trabaja con el hemisferio norte desde dónde muchas entregas se realizan de manera directa desde el país de origen. Además en la gráfica se reflejan dos de los momentos de más demanda en el mercado inglés de cítricos como es Navidad o Semana Santa. Los picos que aparecen anteriores a Navidad son debidos a la entrada en promoción de varios clientes durante esos periodos.

## 5.2. COMPROBACIÓN NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO

Las cámaras de frigo-conservación deben tener capacidad suficiente para poder almacenar la materia prima y también el producto terminado, aunque en este caso los productos ya terminados y listos para entrega a cliente solo permanecen como máximo dos días almacenados.

El almacén cuenta con cinco cámaras de almacenamiento de las cuales cuatro están destinadas al almacenamiento de las entradas y una quinta cámara para los productos finalizados a la espera de ser cargados y transportados a su destino.

Tabla 10: Cámaras frigoríficas destinadas a almacenar entradas

ALMACENAMIENTO ENTRADAS		
Cámaras	Dimensiones	Capacidad (núm. palés)
B	18317x16446	270
C	18016x16446	286
D	11566x12705	98
E	15019x22770	286

Tabla 11: Cámaras frigoríficas destinadas a almacenar producto terminado

ALMACENAMIENTO PRODUCTOS FINALIZADOS		
Cámaras	Dimensiones	Capacidad (núm. palés)
A	18080x16446	286

Por tanto la capacidad total del almacén para las entradas es de 940 palés. Las entradas en su mayoría llegan en palés de 65 cajas cada uno y 15 kg en cada una de las cajas. Así pues la capacidad de almacenaje en kg es de 916.500 Kg. Esta capacidad es una capacidad teórica, pues hay que tener en cuenta que hay ineficiencias de almacenajes debido a palés que no están completos, o espacios que no son completados por no poner fruta delante de algún palé del cual se quiere usar la fruta. Para plasmar estas ineficiencias suponemos que solo hay disponibilidad de un 85 % de la capacidad total de almacenaje, por tanto la capacidad teórica se ve reducida a una capacidad real de almacenaje de 779.025 Kg.

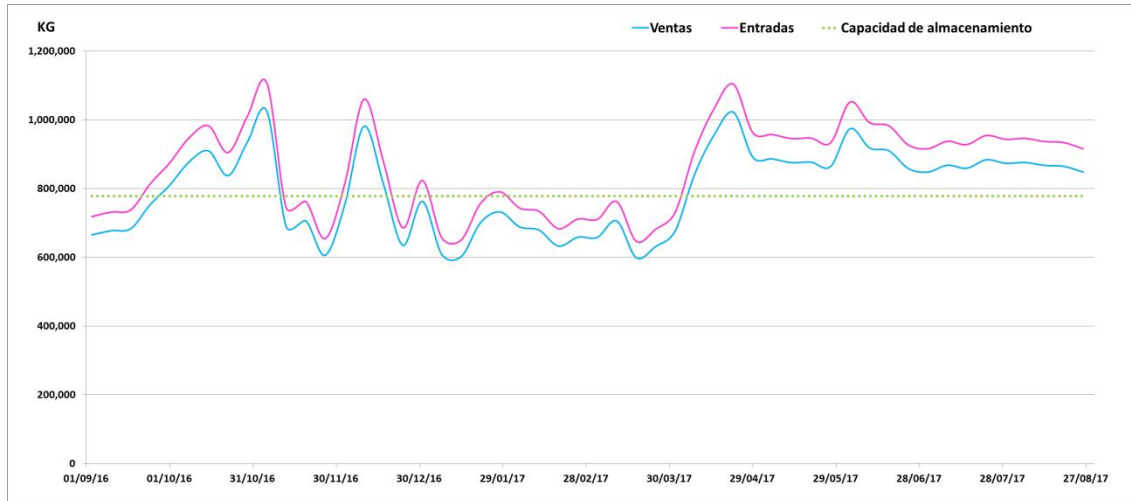


Figura 17: Gráfica de la capacidad de almacenamiento vs entradas. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas los kg. La línea azul indica los kg de venta en cada uno de los meses, la rosa los kg de entrada necesarios para cubrir las ventas, y la línea discontinua verde indica la capacidad de almacenamiento que posee el almacén.

En la gráfica se observa que el almacén de estudio no cubre las necesidades de almacenaje durante la temporada de trabajo en el hemisferio sur, de mayo a agosto, y en ciertos momentos de más demanda del hemisferio norte como es navidad. Por ello hace uso de un almacén externo, de modo que según sean las necesidades de producto para realizar los trabajos y también para ir rotando su stock, cada uno de los encargados realizarán traslados de un almacén a otro.



## 6. CÁLCULO NECESIDADES DE MAQUINARIA

Para el cálculo de todas las maquinarias se considera que se trabaja los siete días de la semana en tres turnos de 8 horas cada uno, por lo que se trabaja las 24 h diarias de los siete días de la semana. Se considera que la maquinaria trabaja 22 horas de las 24 horas diarias ya que debido a tareas de limpieza y mantenimiento, descanso de los operarios o cambios de turno se pierden unas dos horas diarias, en las cuales no hay productividad. Por tanto el total de horas semanales trabajadas es de 154.

### 6.1. ENMALLADO

Hay 23 líneas de productos que requieren de enmallado con bolsas termo soldadas y una línea que se realiza con el envasado tipo clip. Como se ha indicado anteriormente ambas máquinas van a estar conectadas a la misma pesadora. Por tanto una máquina está constituida por la pesadora, dos UB65 y una CA10.

Sabiendo el volumen total semanal requerido para cada uno de los envasados, la productividad de cada una de las máquinas y las horas semanales que se trabajan se calcula el número de máquinas necesarias para cubrir las necesidades de producción según los volúmenes de venta del que se parte.

#### 6.1.1. Enmallado bolsas termo soldadas - UB65

Para el enmallado en bolsas termo soldadas la producción teórica de una máquina es de 30 paquetes por minuto, como se ha indicado hay dos máquinas unidas a la misma pesadora que trabajan simultáneamente por lo que la producción teórica se dobla, 60 paquetes por minuto. Para saber la eficacia real se utiliza el indicador OEE a través del cual con los datos empíricos que tienen en el almacén se obtiene la eficacia global de los equipos productivos. A través de este indicador se consigue saber el rendimiento al que trabaja la máquina eliminando todos aquellos puntos que suponen pérdidas de tiempo durante la producción.

Para aplicar dicho indicador se tienen en cuenta tres motivos por los cuales hay pérdidas. Por un lado las pérdidas por mantenimiento que no está planeado, cambios de productos o cualquier otra tarea que pueda ser motivo de parar la línea como por ejemplo quedar-se sin etiquetas. Este primer rendimiento es del 92.4 %. El segundo motivo por el cual el rendimiento se ve reducido es porque la velocidad teórica a la que trabaja la máquina no es la real, sino que ésta es menor, concretamente para ésta máquina es de un 48.6 %. Y por último se encuentran aquellas pérdidas por calidad, aquellos paquetes que la máquina no ha realizado correctamente, ya sea porque el número de frutos no sea el correcto o la etiqueta no esté en la posición requerida, cuya eficacia es de un 96.1 %. Con todas estas pérdidas el rendimiento final es del 43.15 %, con lo que la producción real para el enmallado con bolsas termo soldadas es de 25 paquetes por minuto.



### 6.1.2. Enmallado tipo clip - CA10

A diferencia de la anterior para el envasado con clip las máquinas trabajan de manera individual por lo que la producción teórica es la indicada en los datos técnicos, 25 paquetes por minuto. En este caso al aplicar el indicador OEE los rendimientos de cada uno de los descritos anteriormente son 91 %, 55.7 %, 97.2%; lo que da una eficiencia total de un 49.27 % lo que reduce la producción teórica a una real de 12 paquetes por minuto.

Con los datos de la producción real de ambas máquinas y los volúmenes de venta requeridos se obtienen las horas necesarias de trabajo. Teniendo en cuenta que una máquina trabaja durante 154 horas semanales, según las horas de trabajo obtenidas cada semana se requerirán un número de máquinas determinado para realizar todos los pedidos.

La siguiente tabla muestra la cantidad de maquinaria necesaria para cubrir las ventas durante todo el periodo. En ella se observa que en la gran mayoría de semanas se necesitan tres máquinas. En los periodos de más trabajo como navidad o semana santa o en aquellos en los que se trabaja con el hemisferio sur, se requiere cuatro máquinas para poder cubrir la demanda. En esos periodos el almacén debe organizarse y programarse para perder menos tiempo en el mantenimiento y limpieza, y empaquetar de más aquellos días en los que el trabajo no es tan alto, y así avanzar trabajo de los días siguientes.

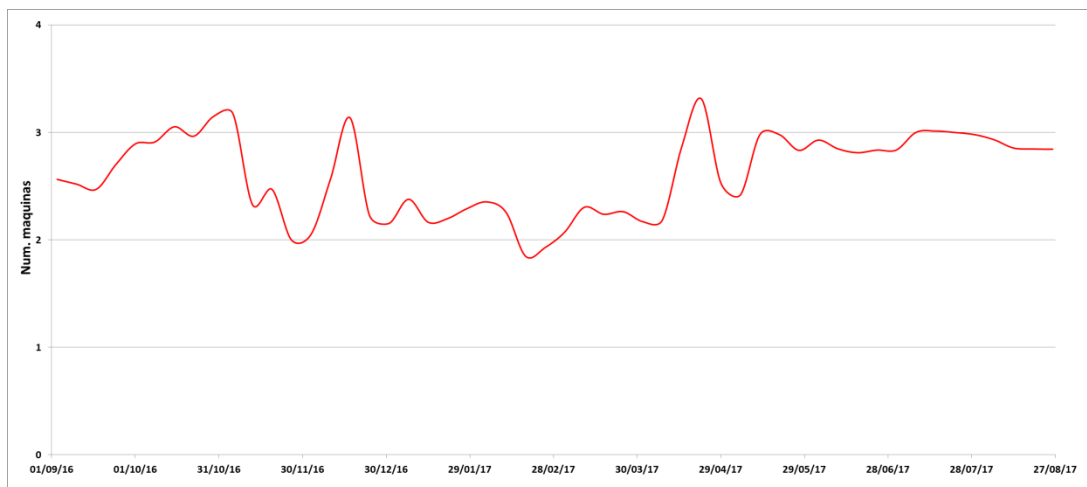


Figura 18: Necesidades de maquinaria para el enmallado. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas el número de máquinas que deben estar trabajando durante cada uno de los periodos. La línea roja indica el número de máquinas activas que se requieren en cada periodo.

Actualmente la central posee dos máquinas, con los resultados obtenidos teniendo en cuenta los nuevos volúmenes de trabajo se necesitara instalar una máquina más para así poder llevar a cabo el objetivo de ventas propuesto.

## 6.2. EMPAQUETADO

Hay 18 líneas de productos que requieren empaquetado. La producción teórica de la MB-801 según indican los datos técnicos es de 50 paquetes por minuto. Para el empaquetado la producción real es de 28 paquetes por minuto, ya que al aplicar el indicador OEE los rendimientos en cuanto a pérdida de tiempo, velocidad y calidad son de 93.3 %, 68 % y 89.1 % respectivamente, reduciendo su eficacia total a un 56.5 %.

La siguiente figura representa el número de máquinas de empaquetado que se precisan para poder suministrar los volúmenes propuestos durante un periodo de doce meses.

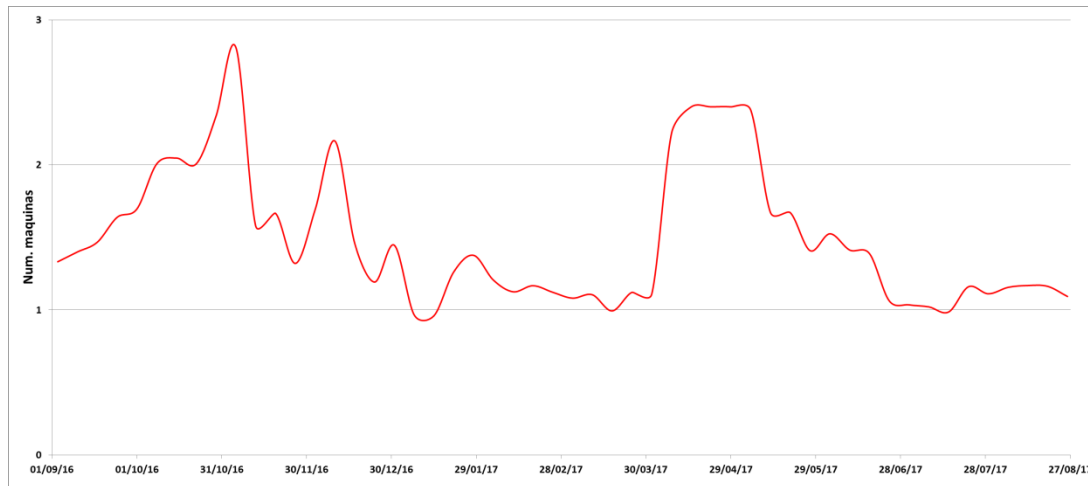


Figura 19: Necesidades de maquinaria para el empaquetado MB-801. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas el número de máquinas que deben estar trabajando durante cada uno de los periodos. La línea roja indica el número de máquinas activas que se requieren en cada periodo.

En esta gráfica se observa que para la gran mayoría del año dos máquinas cubrirían la producción pero en picos como semana santa o navidad se requiere la actividad de una máquina más, al igual que en el caso del enmallado. Aun así en este caso no se instalará una máquina más ya que las necesidades de 3 máquinas son menores que en el caso anterior. Por ello durante en esos periodos la pérdida de tiempo debe ser menor tanto para limpiezas, descansos, cambios de producto, etc. y se empaquetarán por adelantado en aquellos días donde la producción sea menor y haya tiempo para hacerlo.

## 6.3. ENVASADO TIPO BOL

A diferencia que con los otros tipos de envasado dónde se envasan todo tipo de productos, en el tipo bol solo se envasa una línea de productos para los diferentes clientes, las clementinas con hoja. Dado a la delicadeza con la que tiene que ser tratada la fruta para no romper ni quitar las hojas ésta fruta no puede ser procesada en las otras líneas. Dicha línea de productos solo se realiza cuando se trabaja con el hemisferio norte ya la hoja debe estar en buen estado y el transporte de la fruta durante la temporada del hemisferio sur son muy largos, lo que hace que la fruta no llegue en buen estado para ser vendida en dichas líneas. Por tanto la máquina sólo está activa durante los meses de noviembre a abril. Dado su poco uso y las pocas líneas que se tra-

bajan el rendimiento es más elevado que en el caso de las envasadoras, en este caso de un 70 %.

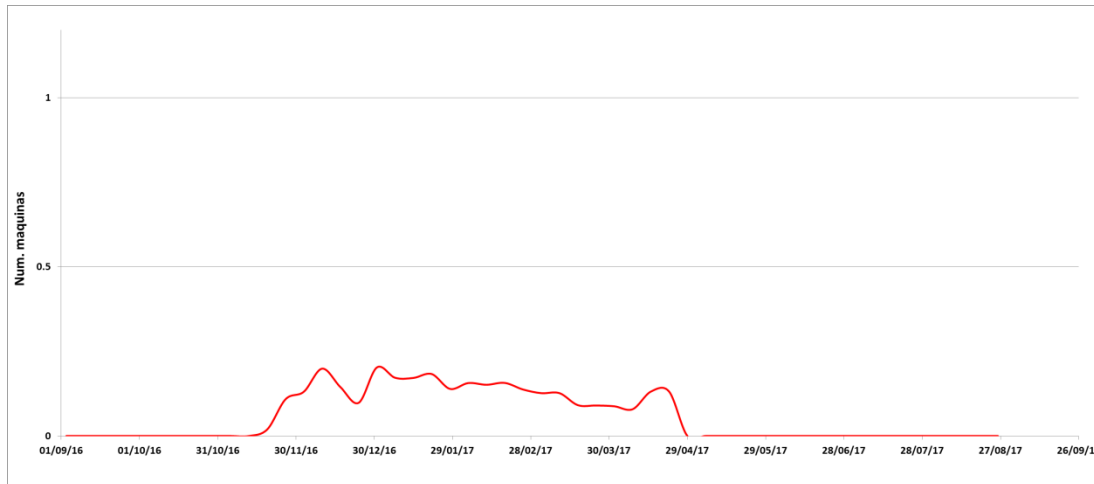


Figura 20: Necesidades de maquinaria para el envasado en bol. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas el número de máquinas que deben estar trabajando durante cada uno de los periodos. La línea roja indica el número de máquinas activas que se requieren en cada periodo.

En la gráfica de arriba se observa claramente que con una máquina es más que suficiente para completar las ventas.

#### 6.4. GRANEL

Por último hay 15 líneas de productos que van a granel. Hasta ahora en la central todas estas líneas se llevaban a cabo de manera manual. Debido a la reestructuración se va a implantar la granelera PCG-2, descrita en el punto 8.4. En comparación con las empaquetadoras la producción de ésta es baja, 2 cajas por minuto. Dado que se va a implantar por primera vez en la central, se considera que su eficiencia total es de un 90%.

En la gráfica se observa como claramente el volumen de trabajo aumenta a medida que se aproxima la temporada de trabajo con el hemisferio sur. Durante ese periodo las necesidades requieren de dos máquinas trabajando para completar los pedidos, dado que es una máquina nueva se instalarán dos máquinas para poder cubrir los pedidos de los clientes ya que se ha supuesto un rendimiento elevado.

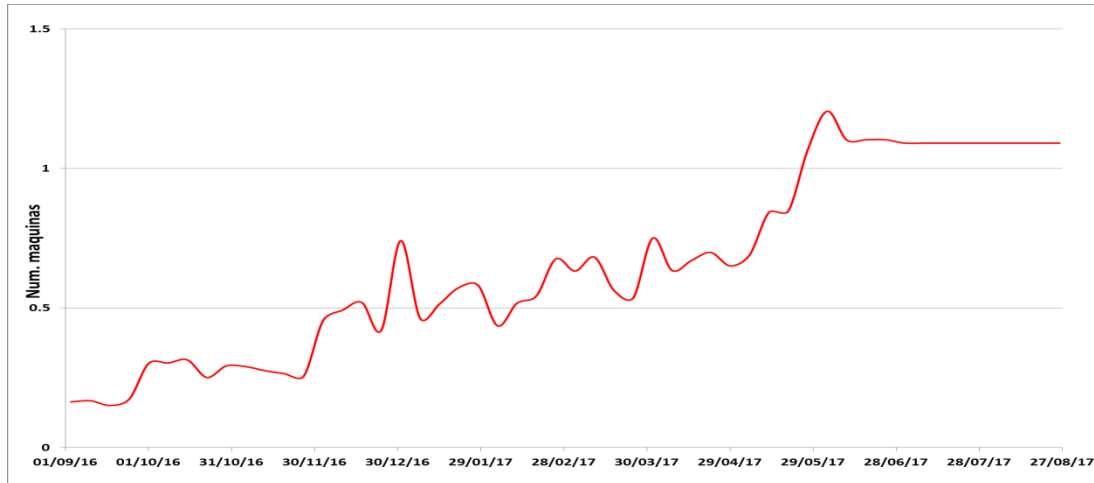


Figura 21: Necesidades de maquinaria para granel PCG-2. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas el número de máquinas que deben estar trabajando durante cada uno de los periodos. La línea roja indica el número de máquinas activas que se requieren en cada periodo.

## 6.5. NECESIDADES MAQUINARIA ADICIONAL

Para calcular el número de maquinaria adicional que se necesita para transportar cada uno de los palés en el almacén se ha tenido en cuenta la distancia media que se recorre y la cantidad de quilos que hay que trabajar diariamente y por tanto descargar, cargar y los desplazamientos que sufren desde su entrada en el almacén hasta su salida de éste y carga en el camión para ser enviado al supermercado. Además las descargas se producen solo por la mañana mientras que las cargas se realizan durante la tarde-noche para poder ser entregadas a destino por la mañana.

Tabla 12: Necesidades maquinaria adicional

MÁQUINA	LÍNEA	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	DIMENSIONES
Transpaleta eléctrica	-	5.3	2	-
Contrapesadas eléctricas	-	6	2	-
Cinta transportadora A	Enmallado	0.5	3	1000x400
Cinta transportadora B	Enmallado	0.25	6	1000x400
Cinta transportadora C	Enmallado	0.25	3	700x400
Cinta transportadora D	Enmallado	0.25	3	3500x400
Cinta transportadora E	Enmallado	0.25	3	6500x700
Cinta transportadora F	Enmallado	0.25	3	7000x500
Cinta transportadora G	Empaquetado	0.25	2	4100x400
Cinta transportadora H	Empaquetado	0.25	2	4000x400
Cinta transportadora I	Empaquetado	0.25	2	1500x400
Cinta transportadora J	Empaquetado	0.5	2	4200x700
Cinta transportadora K	Empaquetado	0.5	2	3000x700
Cinta transportadora L	Granel	0.5	2	5000x700
Cinta transportadora M	Granel	0.25	2	1000x400
Cinta transportadora N	Granel	0.25	2	1000x400
Cinta transportadora N	Granel	0.25	2	2500x400

## 7. REESTRUCTURACIÓN EN PLANTA

Una vez se conocen los requerimientos de maquinaria para envasar los volúmenes deseados, es necesario llevar a cabo una redistribución en el almacén. Con ello se conseguirá dar un mejor uso y aprovechamiento del espacio disponible, y además esta redistribución es necesaria ya que hay que añadir más máquinas para poder envasar todo lo exigido y ya que el espacio disponible ha aumentado a causa de la mudanza de las líneas de envasado de uvas.

El almacén inicialmente estaba distribuido como indica el esquema de la figura 22. En cuanto a las líneas destinadas a cítricos poseía dos máquinas para enmallado, situadas en la parte izquierda superior, y dos para el empaquetado, situadas en la parte inferior del esquema. No se disponía de las graneleras porque se realizaba manualmente. Por otro lado el almacén también tenía tres líneas destinadas al envasado de uva, concretamente a la derecha de la parte superior.

A la distribución del esquema 22 hay que añadir una máquina de enmallado, las dos máquinas destinadas al granel y eliminar las líneas de envasado de uva. Para llevar a cabo estas modificaciones se decide eliminar las paredes donde estaban situadas las líneas de envasado de uva. Esto es posible porque las paredes son prefabricadas y ninguna de ellas supone un pilar de carga. Con este cambio se consiguen dos modificaciones relevantes, por un lado tener un espacio abierto sin limitaciones y por otro conseguir una visión amplia de la zona y poder situar todas las líneas de trabajo en un mismo espacio sin limitaciones físicas.

Una vez eliminadas las paredes se desplazan las líneas de empaquetado a esa zona y se añaden al lado de éstas las dos nuevas graneleras. Después se utiliza el espacio, anteriormente utilizado por las líneas de empaquetado, para almacenar todos los materiales necesarios para el envasado como pueden ser mallas, etiquetas, envases, etc. Anteriormente el almacenaje de este material estaba situado fuera del almacén lo que suponía un peligro ya que durante el transporte pueden introducirse cuerpos externos en el almacén. Además como dicha área para el almacenaje de material para envasado es una construcción prefabricada en el exterior del almacén, será eliminada del lugar. Por último queda poner una línea más para el enmallado que se situará al lado de las dos líneas ya existentes. Con todo lo descrito el almacén queda distribuido como lo muestra la figura 23.

En el esquema descrito no aparece la máquina de envasado tipo bol, esto se debe a que esta máquina solo se utiliza desde principios de diciembre hasta mediados de abril. Como se ha indicado en la descripción de la máquina, ésta se puede desplazar ya que posee ruedas, de modo que permanece almacenada durante el periodo que no se utiliza. Así la posición que utilizará cuando se requiera este tipo de envasado será justo delante de la habitación destinada al almacenaje de envases, después del pasillo.

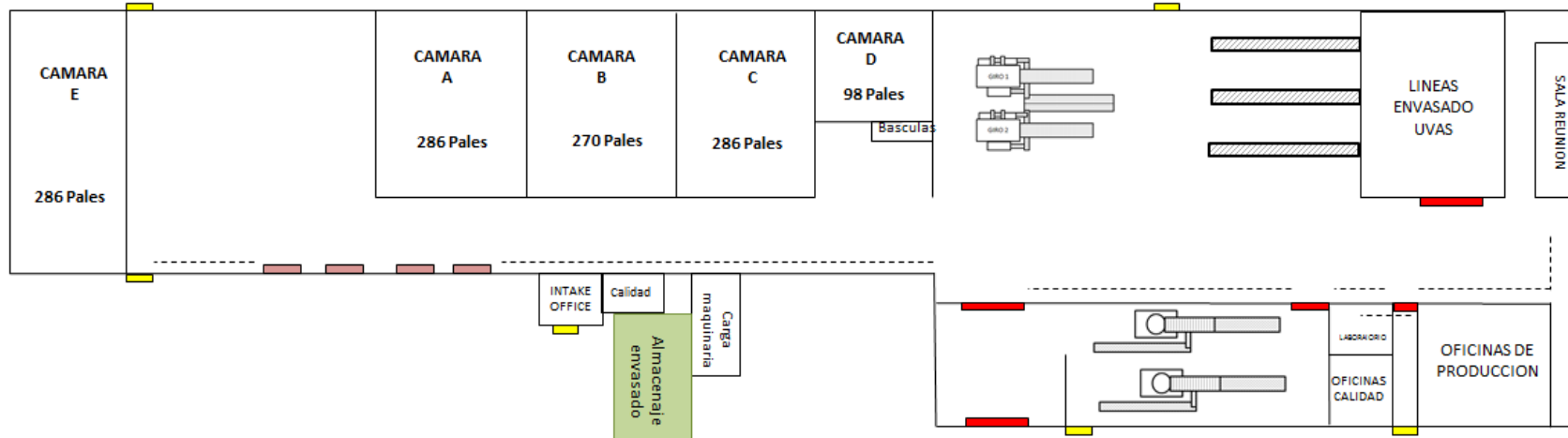


Figura 22: Croquis distribución inicial

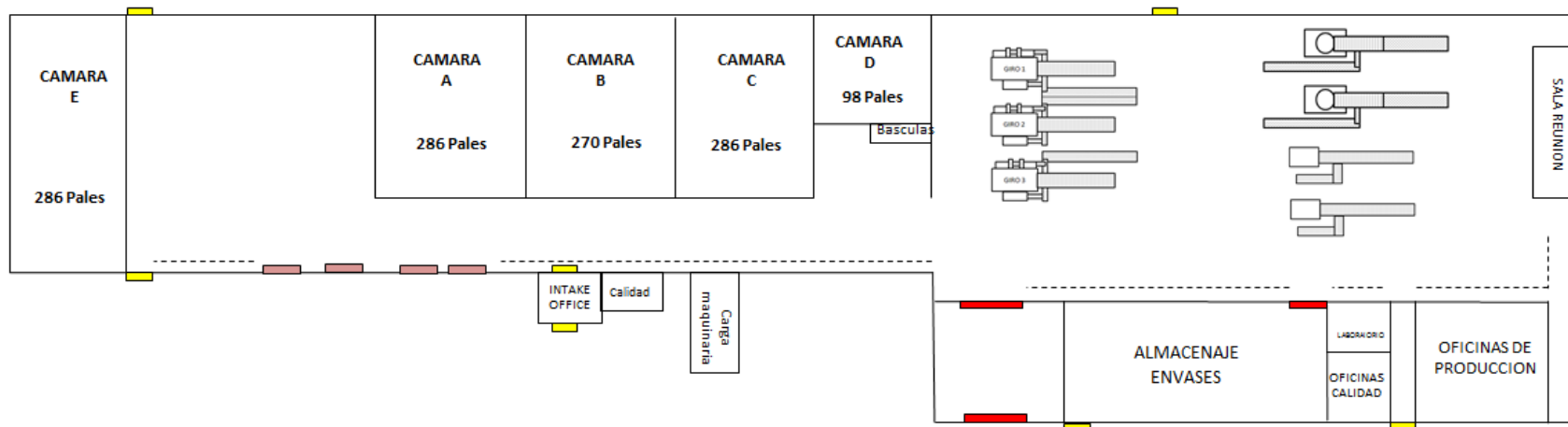


Figura 23: Croquis distribución final

## 7.1. PROPUESTA DE MEJORA

Después de observar los resultados obtenidos se pretende hacer una propuesta de mejora para aumentar el rendimiento del almacén y con el fin de aprovechar mejor el espacio del que dispone la central.

Dicha propuesta consiste en añadir una cámara de frigoconservación más. Concretamente se situaría dónde estaba ubicada en el primer momento la máquina de empaquetado. Este espacio ha sido destinado para el almacenamiento del material de envasado, etiquetado, cajas, etc. Con ello lo que se plantea es realizar una instalación frigorífica que se destinaria para aquellos productos que ya han sido empaquetados y están a la espera de ser cargados y transportados hasta su destino. La razón principal por la que se decide que sea destinada para productos terminados es su proximidad a las líneas de producción, minimizando así el transporte una vez el producto sale de la línea de confección. Debido a la superficie que posee la habitación, se calcula que la capacidad de almacenamiento de ésta será de alrededor de 150 palés.

Por otro lado para suplir dicha pérdida en cuanto a almacenamiento de material de envasado, una de las opciones más viables es convertir la cámara frigorífica D en el nuevo espacio para almacenar dicho material. Uno de los motivos es porque es la cámara con menos capacidad de almacenamiento y además la más próxima a las líneas de producción.

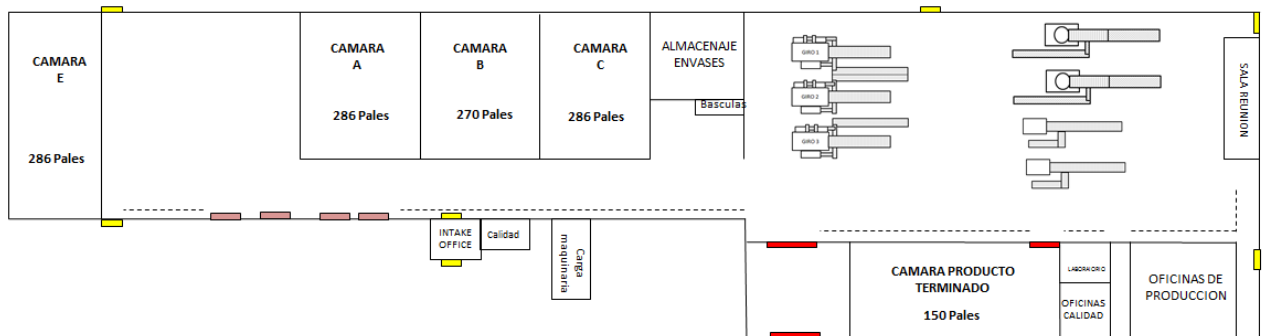


Figura 24: Croquis de la propuesta de mejora de la distribución

Con los cambios descritos la capacidad de almacenaje para las entradas sería superior a la actual, concretamente 1128 palés, con lo que aplicando el mismo rendimiento que anteriormente, 85 %, la capacidad de almacenaje se vería aumentada hasta 934.830 kg. De este modo la figura 17 varía, reduciendo aquellos momentos en los que hay que hacer uso de un almacén externo y con ello disminuyendo los costes, obteniendo la figura 25.

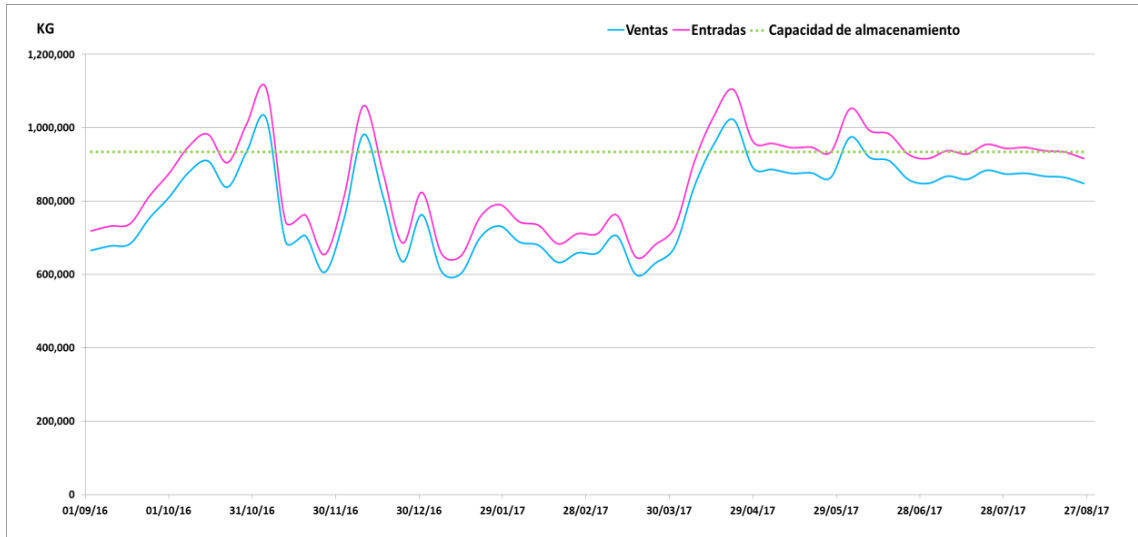


Figura 25: Gráfica de la capacidad de almacenamiento mejorada. El eje de abscisas indica cada uno de los meses del año, empezando por septiembre; y en el de ordenadas los kg. La línea azul indica los kg de venta en cada uno de los meses, la rosa los kg de entrada necesarios para cubrir las ventas, y la línea discontinua verde indica la capacidad de almacenamiento en kg que posee el almacén.



## 8. CONCLUSIONES

Con todo lo expuesto anteriormente se pretende responder a los objetivos planteados inicialmente en este Trabajo Fin de Grado. Así pues, a continuación se detallan cada uno de los objetivos propuestos y los resultados obtenidos para los nuevos volúmenes de trabajo.

El primer objetivo planteado era comprobar que la superficie de almacenamiento existente cubriese las necesidades para los nuevos volúmenes. Una vez realizados los cálculos pertinentes se ha llegado a la conclusión que la capacidad de almacenamiento que dispone el almacén actualmente no es suficiente. Por esta razón se deberá de hacer uso de almacenes externos, sobre todo durante la temporada de hemisferio Sur y en picos de venta como es Navidad.

El segundo objetivo del trabajo consiste en el cálculo de las necesidades de maquinaria para los nuevos tonelajes de trabajo. En este caso había que realizar los cálculos para cada una de las líneas de confección. Por un lado la central ya poseía dos líneas de enmallado y con los resultados obtenidos es necesario implantar una más. Para la línea de empaquetado con las dos líneas existentes hay suficiente, aunque en los momentos de más demanda se tendrá que acortar los tiempos muertos y perdidos por limpieza, cambio de producto, etc. Por otro lado, para la línea de granel son necesarias dos máquinas, éstas son dos líneas completamente nuevas ya que hasta ahora se realizaba de manera manual. Y por último, para el envasado en bol sólo se requiere una máquina, que además, como es portátil y este tipo de envasado solo se realiza durante unos meses y el volumen de trabajo es bajo, la máquina permanecerá guardada cuando no se haga uso de ella.

Y el tercer y último objetivo del presente trabajo era llevar a cabo una reestructuración y redistribución en planta para un mejor aprovechamiento del espacio e implantar las nuevas líneas de confección. Para ello se han eliminado las paredes que formaban el cerrado dónde estaban las líneas de envasado de uva, y se ha colocado en ese espacio las líneas de empaquetado y granel. El espacio que ocupaban las empaquetadoras ahora es destinado para el almacenamiento del material para el envasado. Y por último las dos líneas de enmallado han sido desplazadas para poder añadir una tercera a su lado.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustí M., 2003. *Citricultura*. Eds. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Apuntes Tema unidad didáctica 3: *Maquinaria para almacenes hortofrutícolas*
- Cortés, J.M y Julia J,F, 1990. *Presente y futuro de la exportación de cítricos en fresco*, Ed. Adeos, Barcelona, España.
- Ladanyia, M, (2010). *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*. Academic press.

### Direcciones web

- Annual statistics on the area, yield, production, trade and valuation of fruit and vegetable crops grown in the UK; Horticultural Statistics 2015, Department for Environment, Food & Rural Affairs (21/04/2017)  
<https://www.gov.uk/government/statistics/horticulture-statistics-2015>
- Compés, R y Baviera, A. 2006. *El transporte internacional de cítricos*. Universitat Politècnica de Valencia (14/04/2017)  
[http://www.mercasa.es/files/multimedios/1290704730\\_DYC\\_2006\\_86\\_26\\_32.pdf](http://www.mercasa.es/files/multimedios/1290704730_DYC_2006_86_26_32.pdf) 03/04/2017
- Depósito de documentos de la FAO. *Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas*. (15/03/2017)  
<http://www.fao.org/docrep/004/y1669s/y1669s0f.htm>
- FAO, 2012. *Cítricos frescos y elaborados*. Estadísticas anuales 2012 (16/03/2017)  
[http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Citrus/Documents/CITRUS\\_BULLETIN\\_2012.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Citrus/Documents/CITRUS_BULLETIN_2012.pdf)
- Instituto Valenciano de investigaciones Agrarias (IVIA), 2003. *Cuajado y desarrollo de los cítricos*. (19/03/2017)  
<http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cuajado+y+desarrollo+de+los+frutos+c%C3%ADtricos/26829300-6f7d-4c89-b67a-302858cd9790>
- Ruiz y Falcón, (2015, noviembre) Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Londres. (21/03/2017)  
<http://www.camarazaragoza.com/exterior/BoletinNET/docs/DocumentoHerramienta416.pdf>
- [http://giro.es/sites/default/files/product/pdg-4\\_esp\\_eng.pdf](http://giro.es/sites/default/files/product/pdg-4_esp_eng.pdf) (23/04/2017)
- [http://giro.es/sites/default/files/product/clipping\\_ca-10\\_ca-9s\\_esp\\_eng\\_1.pdf](http://giro.es/sites/default/files/product/clipping_ca-10_ca-9s_esp_eng_1.pdf) (19/04/2017)
- [http://giro.es/sites/default/files/product/girbagger\\_esp\\_eng\\_0.pdf](http://giro.es/sites/default/files/product/girbagger_esp_eng_0.pdf) (21/04/2017)

- <http://www.deccoiberica.es/> (28/04/2017)
- <http://www.ingemaq.cl/sitio/product.php> (01/05/2017)
- [http://www.ishidaeuropa.es/eu/es/productos/multihead\\_weighing\\_machines/multi\\_head\\_weighers/rv\\_multihead\\_weigher.cfm](http://www.ishidaeuropa.es/eu/es/productos/multihead_weighing_machines/multi_head_weighers/rv_multihead_weigher.cfm) (05/05/2017)
- <http://www.talleres-ramos.com/productos.php?CAT=1&SUB=10> (15/05/2017)
- <http://tecfrutbioquimica.com/> (17/03/2017)
- <http://www.tecnofruta.com/wp-content/uploads/2011/10/Catalogo-Pesadora-ES.pdf> (29/04/2017)