

2020

ENTREGABLE



Difusión

Transferencia de resultados

Proyecto "OPTIPACK"

INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN SOSTENIBLE DE SISTEMAS DE EMBALAJE PARA SU MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Número de proyecto: 22000009

Expediente: IMAMCC/2020/1

Duración: Del 01/01/2020 al 31/12/2020

Coordinado en AIDIMME por: SÁNCHEZ LÓPEZ, FRANCISCO JOSÉ

Línea de I+D: **SISTEMAS DE EMBALAJE**



**GENERALITAT
VALENCIANA**

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

ÍNDICE

- 1. Objetivos**
 - 2. Actividades realizadas**
 - 3. Alcance**
 - 4. Introducción**
 - 5. Desarrollo del trabajo**
 - 6. Resumen. Conclusiones**
-

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

1. Objetivos

El proyecto OPTIPACK parte de la identificación e investigación de los factores que tienen un mayor impacto en los procesos de optimización y sostenibilidad de los sistemas de embalaje.

En este proyecto la sostenibilidad de los sistemas embalajes se ha trabajado exclusivamente en la minimización en origen, por lo tanto la investigación la hemos enfocado en la búsqueda de factores que nos permitan reducir al máximo el volumen de material a utilizar en la fabricación de los mismos.

El principal objetivo del proyecto ha sido el desarrollo una Herramienta de análisis, clasificación y valoración, con la que podemos establecer los principales parámetros de mejora de un sistema de embalaje, para conseguir su optimización.

Este objetivo principal, va unido al objetivo secundario de minimizar al máximo el número de muestras a evaluar de forma que el sistema de control desarrollado cumple igualmente los criterios de sostenibilidad y tiene un coste moderado de forma que es accesible a las pymes y micro pymes que se van a beneficiar de el.

2. Actividades realizadas

- Redacción definitiva y validación del **SISTEMA DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA FÍSICO-MECÁNICA.**
- Elaboración de la herramienta “**OPTIPACK PALET**”
- Difusión de los resultados del proyecto.

3. Alcance

Este proyecto es la culminación de la investigación realizada en los último años con los palets de madera de un solo uso, y va a dar ayudar a los fabricantes de palets de la comunidad valenciana, en su necesidad de disponer de herramientas técnicas para controlar, establecer y aportar valor a los palets de un solo uso, frente los palets europeos de 800 x 1200 mm,

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

homologados, que son más robustos, ya que sus características están establecidas pensando en la reutilización.

Debido a la gran dispersión de medidas y a la variación de características estructurales de los palets de madera de un solo uso fabricados y comercializados en la Comunidad Valenciana, ha sido necesario acotar la muestra a analizar y nos hemos centrado en los palets de madera de uno solo uso de dimensiones estándar:

- 800 x 1200mm
- 1000 x 1200 mm.

4. Introducción

Durante el presente proyecto se ha desarrollado una herramienta de clasificación de palets de madera de un solo uso, en base a criterios constructivos, con la que se ha conseguido:

- Detectar los defectos de calidad de los palets que nos indican posibles deficiencias durante su uso.
- Recopilar los principales parámetros constructivos.

Se ha diseñado un sistema de control de los parámetros de resistencia físico-mecánica, con un número optimizado de pruebas que nos ha permitido establecer la carga máxima de uso de los palets.

Los controles desarrollados han sido los siguientes:

- Resistencia a la caída de esquina.
- Resistencia a la flexión por apoyo en estantería.
- Resistencia a la elevación con horquillas.
- Resistencia al impacto sobre los tacos.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5. Desarrollo del trabajo

Tras las diferentes modificaciones y ajustes en las pruebas de caracterización realizadas y una vez analizados los resultados obtenidos en la evaluación de más de 100 palets, hemos establecido las muestras mínimas necesarias para realizar los controles, y los valores finales del sistema de control de los parámetros de resistencia físico-mecánica para palets de madera de un solo uso.

5.1. Establecimiento de las muestras mínimas necesarias:

Ensayo nº	Descripción del ensayo	Número Muestras necesarias	Subtotal Muestras	TOTAL MUESTRAS
1	Ensayo de caída de esquina	1 muestra	1	1
2	Ensayos de flexión			
2a	Resistencia a flexión (ensayo dinámico)	2 muestras en dirección de uso	3	4
2b (*)	Rigidez a flexión (ensayo estático)	1 muestra (nueva) en dirección más débil	1	
3	Ensayos de elevación con horquillas			
3a	Resistencia a flexión (ensayo dinámico)	1 muestra en Longitud del palet 1 muestra en Anchura del palet 1 muestra en dirección más débil	3	4
3b (*)	Rigidez a flexión (ensayo estático)	1 muestra (nueva) en dirección más débil	1	
4	Ensayo de impacto sobre bloques	1 muestra* 1 impacto en Longitud del palet 1 impacto en Anchura del palet	1	1
Total Muestras para una serie de ensayos completa				10

*Si el resultado no queda totalmente definido será necesario repetir el ensayo con otro palet.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.2. Sistema de control de los parámetros de resistencia físico-mecánica.

5.2.1. Control 1. Resistencia a la caída de esquina

Con este control hemos determinado la rigidez diagonal de la plataforma superior del palet y su resistencia al impacto.

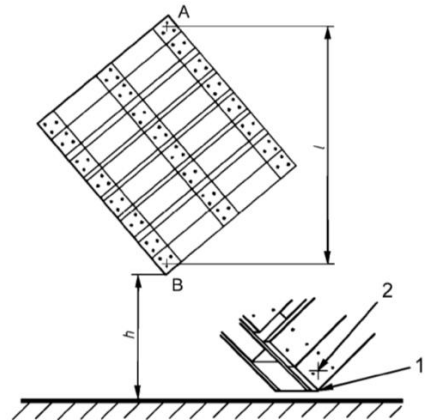
El control se ha realizado sobre una muestra procediendo de la siguiente forma:

Se marcan dos puntos de medida, A y B, a 50 mm aproximadamente de las esquinas del palet. Suspendiendo el palet como se muestra en la figura se deja caer libremente sobre el borde de la esquina de su plataforma superior desde una altura h de 500 mm.

Se realizará la caída 3 veces, siempre sobre la misma esquina.

Leyenda

- 1 Esquina de la paleta
- 2 Punto de medida
- h Altura (de caída)
- l Longitud de la diagonal



Se la medido la longitud, l , antes de la primera caída y después de la tercera. Y se han considerado aptas las muestras que cumplían el siguiente valor:

$$\Delta y \leq 4\% \text{ de } l_i$$

Tras aplicar la fórmula: $\Delta y = l_i - l_f$

l_i : longitud diagonal antes de las caídas

l_f : longitud diagonal después de la tercera caída

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.2.2. Control 2. Resistencia a la flexión por apoyo en estantería

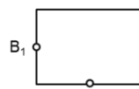
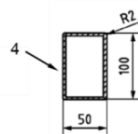
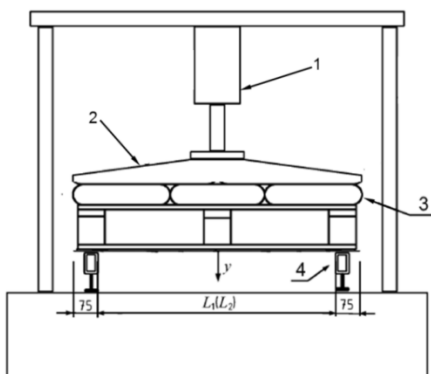
Con este control determinaremos la resistencia a flexión (control 2a) y la rigidez a flexión (control 2b) de la paleta en situaciones de almacenamiento en estantes de 2 puntos.

El control se ha realizado sobre varias muestras procediendo de la siguiente forma:

En primer lugar se ha establecido la dimensión del palet con capacidad de apoyo más débil, ensayando un palet en toda su longitud, y después un segundo palet en toda su anchura. Una vez determinada la dimensión más débil hemos llevado a cabo el control 2a y posteriormente el control 2b.

Control 2a.

Este control nos ha permitido conocer la carga máxima (U_f) que es capaz de soportar el palet en situaciones de almacenamiento en estantes, aplicando carga sobre la muestra hasta que se producía la rotura o hasta que se alcanzaba una deflexión o deformación excesiva: 6% de la deflexión L_1 (L_2).



Leyenda

- 1 Aplicador de carga, máquina de ensayos
- 2 Pletina de carga, máquina de ensayos
- 3 Precarga: 1 capa de sacos de 25 kg uniformemente repartidos
- 4 Soporte, sección rectangular 50 x 100 mm
- y Deflexión

Control 2b.

Una vez finalizado el control 2a se ha realizado el siguiente control 2b y se ha considerado aptas las muestras que cumplieran el siguiente valor de deflexión, tras aplicar una carga del 50% de U_f durante 2 horas:

2% de L_1 (L_2) bajo carga

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.2.3. Control 3. Resistencia a La elevación con horquillas

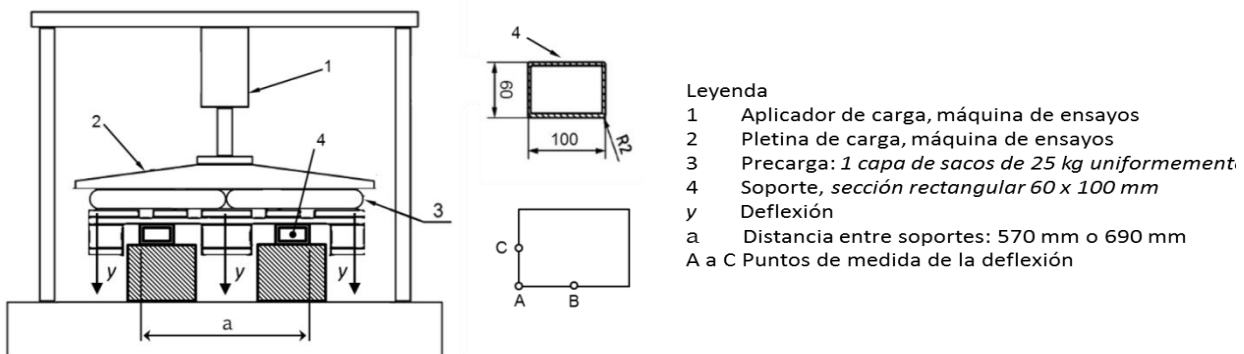
Este control ha permitido simular las condiciones de utilización de la horquilla elevadora en cada dirección, longitudinal y anchura, del palet, determinando la resistencia a flexión (3a) y la rigidez a flexión (3b) cuando la plataforma superior del palet está sobre los brazos de la horquilla.

El control se ha realizado sobre varias muestras procediendo de la siguiente forma:

En primer lugar se ha establecido la dimensión del palet con capacidad de apoyo más débil, ensayando un palet en toda su longitud, y después un segundo palet en toda su anchura. Una vez determinada la dimensión más débil hemos llevado a cabo el control 3a y posteriormente el control 3b.

Control 3a.

Este control nos ha permitido conocer la carga máxima (U_h) que es capaz de soportar el palet en situaciones de manipulación con horquillas, aplicando carga sobre la muestra hasta que se producía la rotura o hasta que se alcanzaba una deflexión o deformación excesiva: 6% de a-200 mm de la deflexión.



Control 3b.

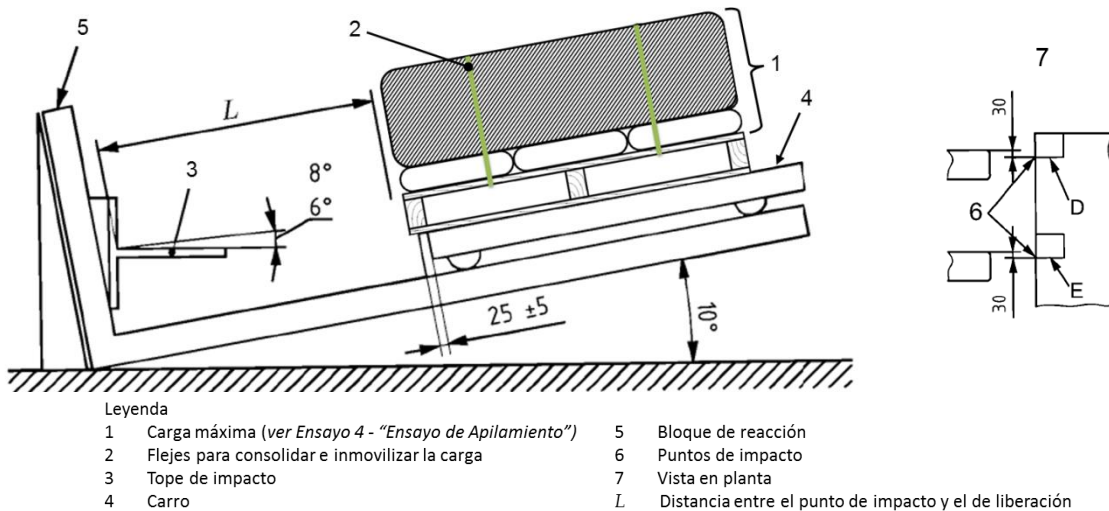
Una vez finalizado el control 3a se ha realizado el siguiente control 3b y se ha considerado aptas las muestras que cumplían el siguiente valor de deflexión, tras aplicar una carga del 50% de U_h :

2 % de a-200 mm bajo carga

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.2.4. Control 4. Resistencia al impacto sobre bloques

Con este control hemos determinado la resistencia de bloques, largueros y sistemas de ensamblaje al impacto ocasionado por las puntas de horquillas de carretillas elevadoras.



Este control se ha llevado a cabo sobre una única muestra. Situando el palet de forma que se pudieran trazar líneas paralelas a la dirección del movimiento del carro desde el borde de los topes de impacto hasta los puntos de la cara frontal de los bloques D y E como se muestra en la figura. Los topes de impacto se han situado con los bordes delanteros de la parte superior de su pala a 75 mm por encima de la superficie superior del carro y con un descentrado de 30 mm como se muestra en el recuadro (7) de la figura.

Se ha realizado un impacto sobre una de las caras longitudinales y otro sobre una de las caras transversales. La velocidad del impacto ha sido de 1,3 m/s.

Al tratarse de un ensayo comparativo, se ha tratado de registrar los desplazamientos, profundidad de la hendidura y cualquier daño observado tras cada impacto.

Durante la realización de los controles de resistencia al impacto sobre bloques, nos hemos encontrado con una grave dificultad que condicionaba los resultados obtenidos. Al fijar mediante flejes la carga sobre el palet, se genera mucha tensión en las tablas superiores lo que sumado a la deceleración en el momento del impacto provocaba en algunos casos la rotura de dichas tablas, con el consiguiente desplazamiento de la carga y la dispersión de la energía del impacto por varias zonas del palet. Como el objetivo es concentrar el impacto

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

únicamente en el taco, para simular correctamente el riesgo de golpeo con las puntas de horquillas de carretillas elevadoras, durante su uso habitual, hemos desarrollado un sistema de fijación y colocación de carga, para poder realizar este control correctamente sin dañar otras zonas del palet. El sistema diseñado y fabricado es un utillaje que nos permite repartir la carga de una forma homogénea y sujetarla sin riesgo a deformación o rotura de las tablas superiores.



“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

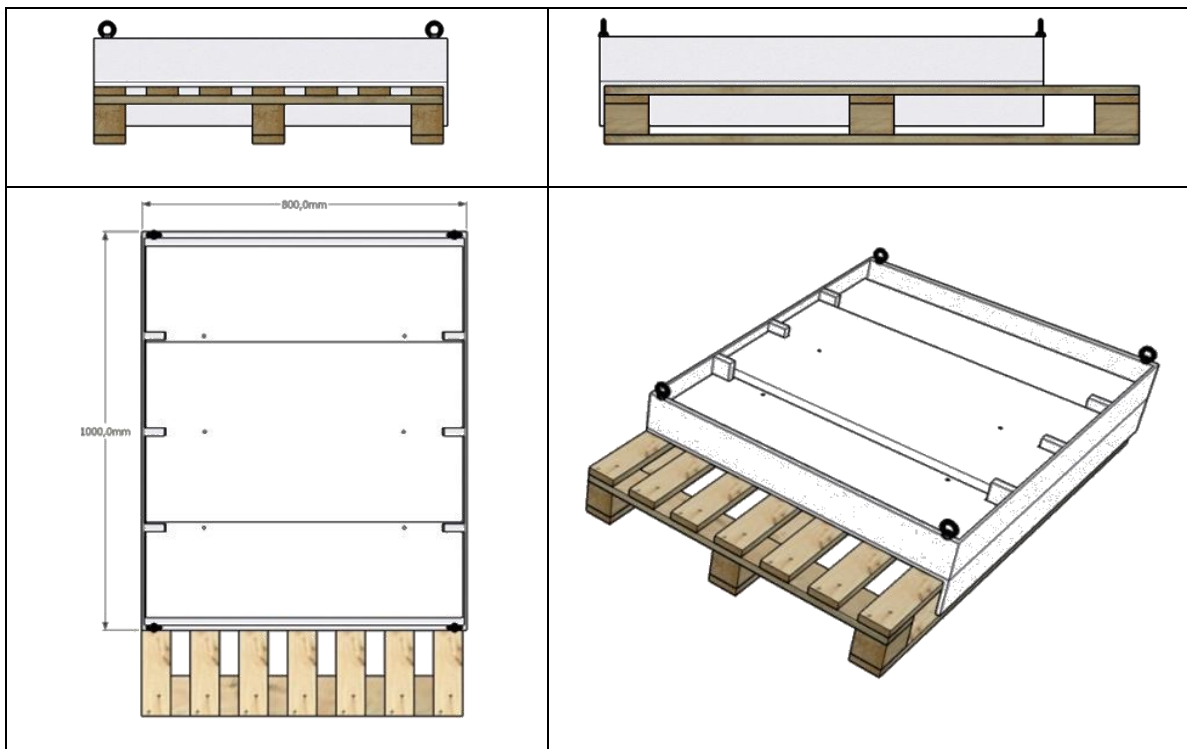
5.2.4.1. Opciones plataforma/caja de carga para impacto horizontal

Una vez marcado el objetivo se ha trabajado en diferentes alternativas, hasta llegar a la conclusión de la necesidad de desarrollar una plataforma lo suficientemente rígida y robusta como para contener la carga necesaria sin deformarse. Para ello se ha concluido realizar la plataforma en acero, y fabricar un alojamiento central reforzado con cartelas, dentro del cual se van colocando pesas planas de 100 kg, lo que nos permite incrementar la carga a aplicar de forma progresiva.

Hasta llegar a la solución final se han diseñado diferentes alternativas con el objetivo de que la plataforma sea funcional para la mayoría de palets.

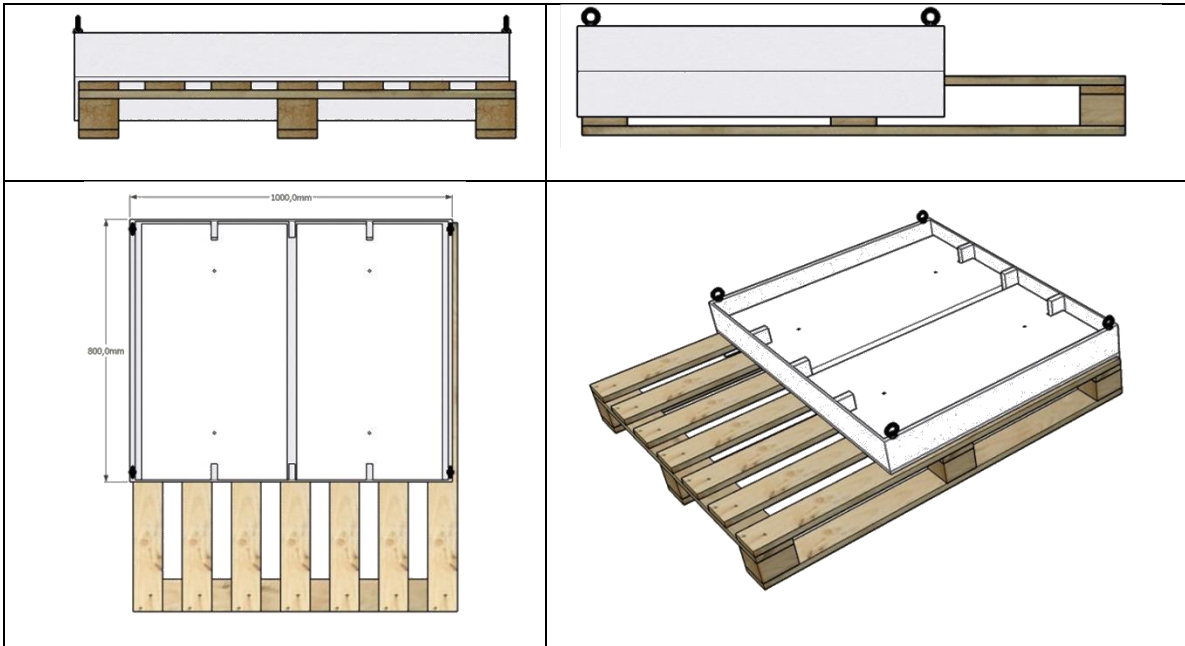
A continuación se muestran algunos planos de las soluciones finales que se han valorado:

Opción 1. Plataforma 800x1000 sobre palet 800x1200

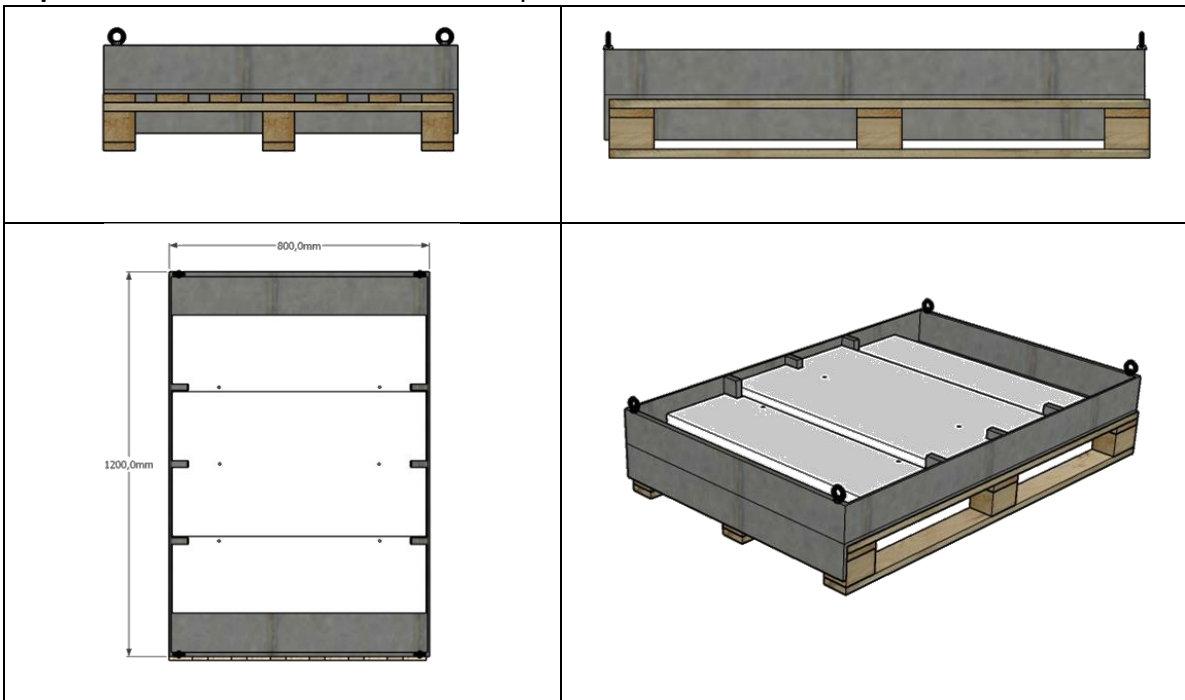


Plataforma **800x1000** sobre palet 1000x1200

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

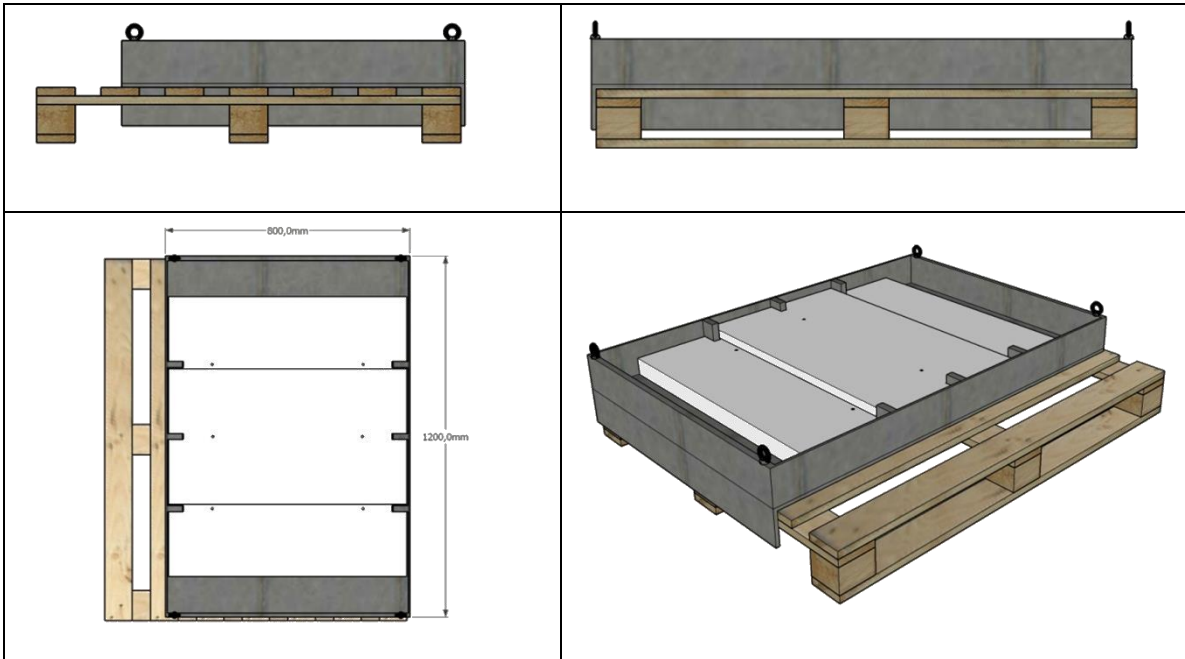


Opción 2. Plataforma 800x1200 sobre palet 800x1200

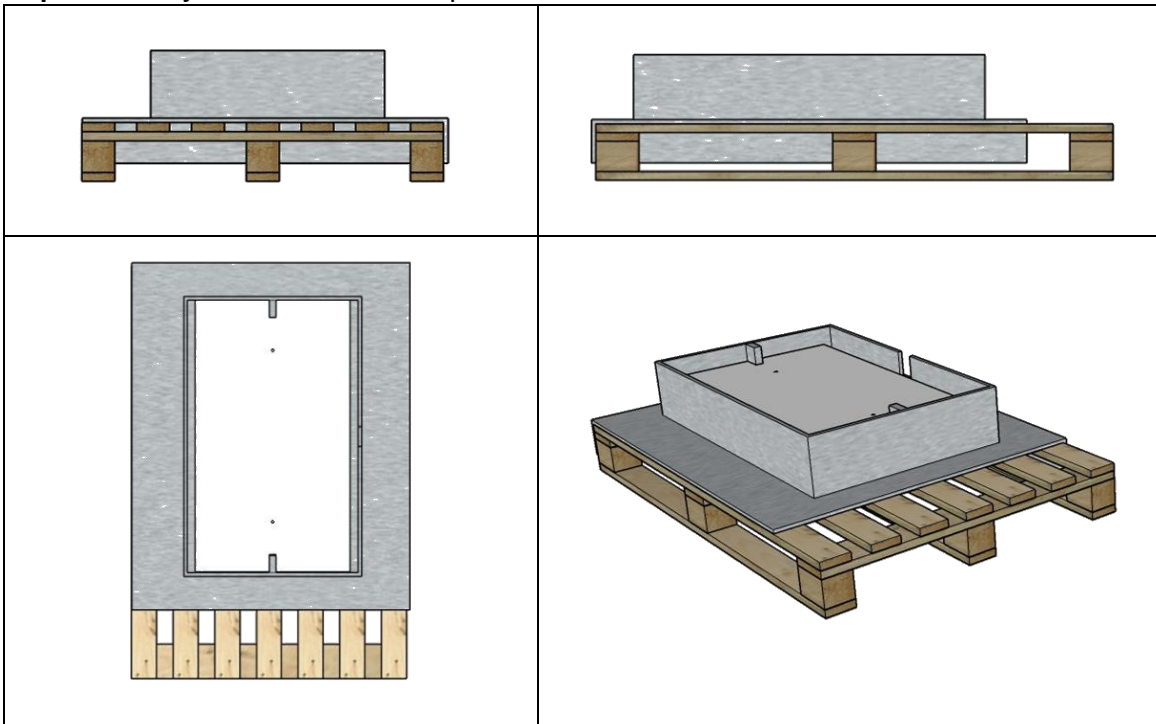


Plataforma 800x1200 sobre palet 1000x1200

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

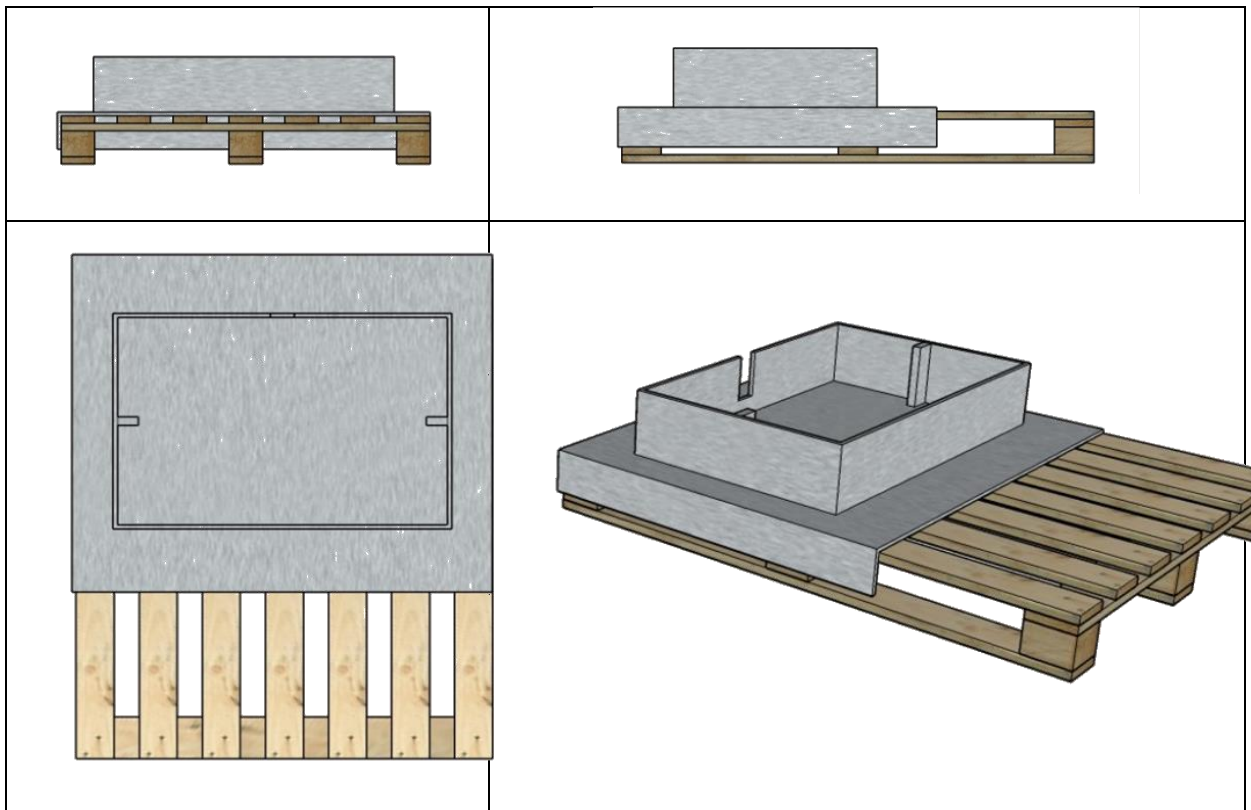


Opción 3. Cajón 800x1000 sobre palet 800x1200



Cajón 800x1000 sobre palet 800x1200

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte



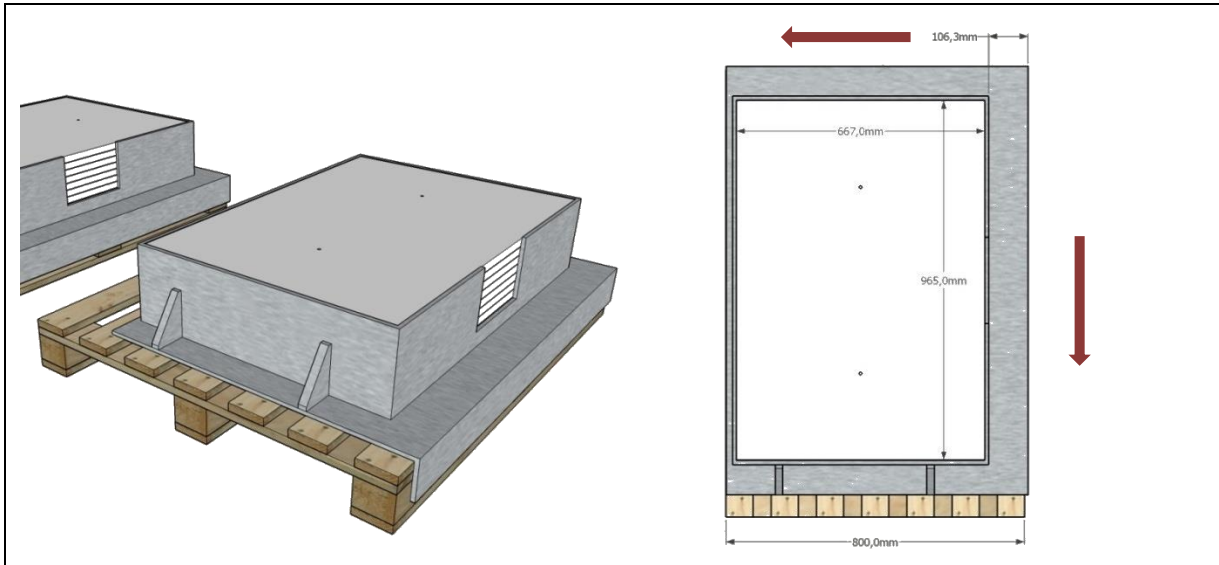
5.2.4.2. Sistema final desarrollado

El sistema desarrollado durante el proyecto se trata de una plataforma o cajón y las pesas que contendrá para poder realizar los impactos horizontales con la seguridad de que las pesas no se van a desplazar durante la realización de este control.

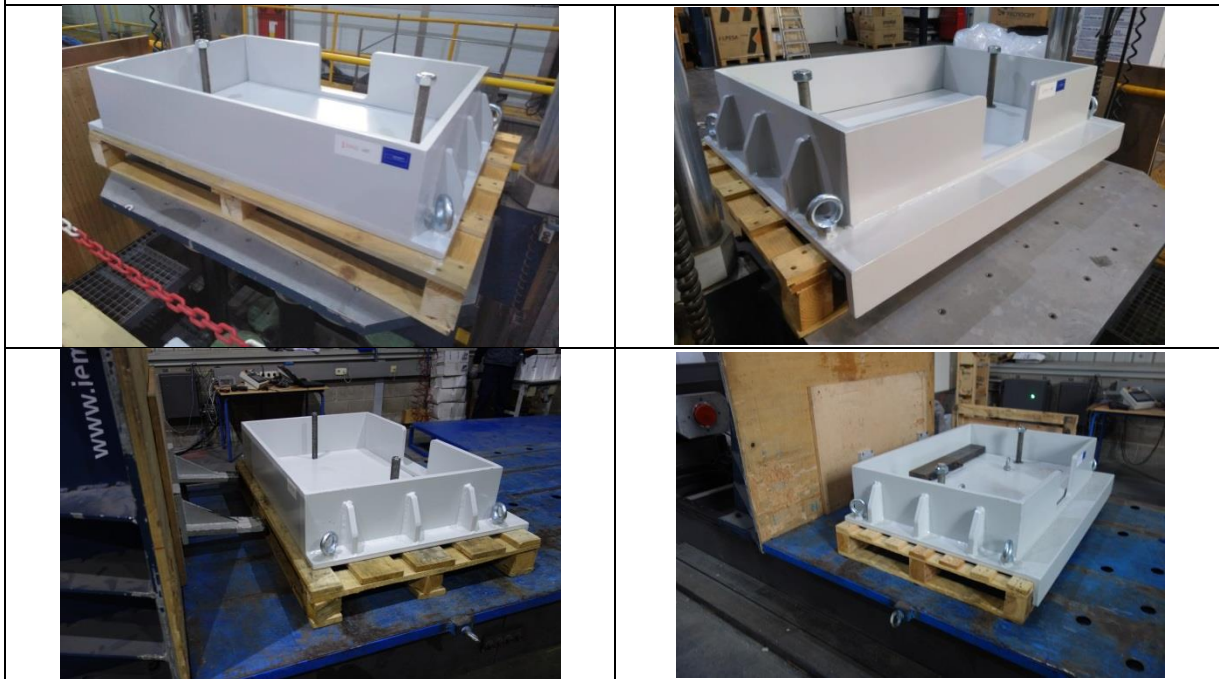
Descripción del sistema desarrollado:

- Plataforma con cáncamos de acero para poder manipular con puente grúa.
- Faldones rebajados para poder manipular el palet con carretilla.
- Cajón ligeramente descentrado para poder utilizar con palet de 800x1200mm y 1000x1200mm
- Cajón reforzado en las direcciones de impacto.
- Dimensiones aprox. Pesas 100 Kg AIDIMME: 965 x 667 x 22 mm.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte



Plataforma metálica de sección rectangular de 800mm x 1150mm



“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.3. RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES

Tras la realización de cada uno de los controles podemos extraer los siguientes resultados y conclusiones:

1. CONTROL 1- RESISTENCIA A LA CAÍDA DE ESQUINA

Se ha realizado este control a las siguientes referencias de palets, fabricado con Pinus halepensis:

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7
C_E	800X1200	2005085	7	1202	802	131	9,2	2	5
D_E	800X1200	2005086	7	1201	800	132	8,3	2	5
A	1000X1200	2005088	7	1199	1000	133,5	10,15	2	7
B	1000X1200	2005087	7	1194	1001	137	9,4	2	6
C	1000X1200	2005084	12	1199	999	137	19,85	3	7
D	1000X1200	2005083	12	1199	999	133,7	15,45	2	9



Palet preparado para Control 1



Palet tras Control 1

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

Tras realizar el control en todas las referencias a una altura de caída de 500 mm, observamos que han fallado 3 referencias:

REF.	TABLAS S. IP.	ESPEJOR TAB.SUP.	TRAVIESAS	ESPEJOR TRAV.	TACOS	TABLAS INF.	ESPEJOR TAB.	CAIDA DE ESQUINA	REPETICIÓN CAÍDA
A_E	5	16	3	19	9	3	16	NO OK	NO OK
C_E	5	15	3	13	9	5	14	NO OK	NO OK
B	6	13,5	3	14	9	5	14	NO OK	NO OK

Se ha procedido a repetir el control en nueva muestra de cada una de estas referencias sin embargo el resultado se ha repetido en todos los casos.

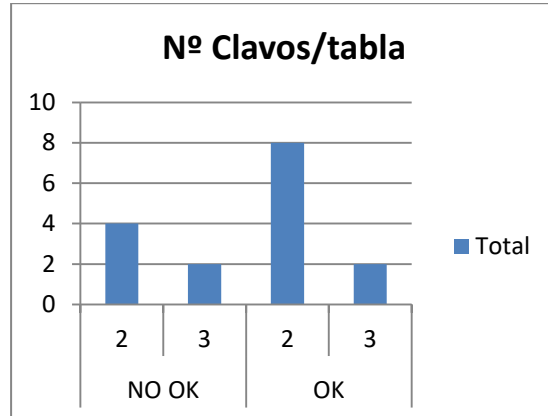
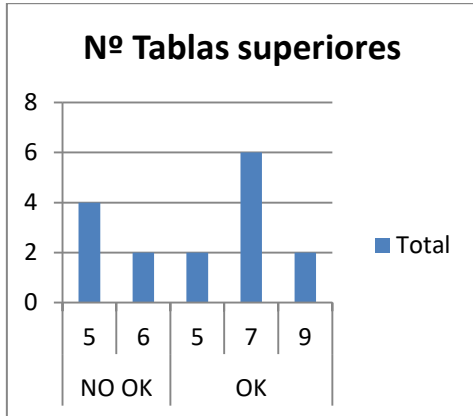
Como podemos observar en la tabla anterior, en las tres referencias que han fallado los palets cuentan con 6 o menos tablas superiores.

Sin embargo, el resto de referencias que han superado con éxito este control cuentan en su mayoría con más de 6 tablas superiores:

REF.	TABLAS SUP.	ESPEJOR TAB.SUP.	TRAVIESAS	ESPEJOR TRAV.	TACOS	TABLAS INF.	ESPEJOR TAB.	CAIDA DE ESQUINA
B_E	7	14	3	18	9	3	14	OK
D_E	5	14	3	14,5	9	3	14	OK
A	7	16	3	17	9	3	13	OK
C	7	20,5	3	19	9	3	20	OK
D	9	14	3	16	9	5	14	OK

Los palets con menos de 7 tablas superiores se deforman estructuralmente tras las caídas de esquina, afectando en menor medida otros factores como el número de clavos o el peso del palet.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte



“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

2. CONTROL 2- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR APOYO EN ESTANTERÍA

Se ha realizado estos controles (2a y 2b) a las siguientes referencias de palet:

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7
A	1000X1200	2005088	7	1199	1000	133,5	10,15	2	7
B	1000X1200	2005087	7	1194	1001	137	9,4	2	6



Palet preparado para Control 2



Palet durante Control 2

Inicialmente se realiza el control 2b a una de las referencias (A_E) con una carga de 2357 Kg y el palet falla.

A partir de este resultado y teniendo en cuenta que a este tipo de palets de un solo uso no se les exige una carga máxima de uso tan elevada establecemos una nueva carga máxima de 1500 Kg para continuar con los controles.

Tras realizar el control 2b en un par de referencias (A_E y B_E) con la carga máxima de 1500 Kg, éstas superan ambos controles sin ningún problema:

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO FLEXIÓN	
										2a	2b
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5	4715/3000	2357,5/1500
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7	3000	1500

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

En vista de que esta carga (1500 Kg) sigue siendo una carga muy elevada para las exigencias de este tipo de palet, continuamos los controles rebajando la carga máxima a 1000 kg. y 750 Kg.

Tras realizar el control 2b a un nuevo par de referencias (A y B) con la carga máxima de 750 Kg, éstas ofrecen los siguientes resultados:

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO FLEXIÓN	
										2a	2b
A	1000X1200	2005088	7	1199	1000	133,5	10,15	2	7	1500	750
B	1000X1200	2005087	7	1194	1001	137	9,4	2	6	1500	750

Los palets evaluados superan los 750 kg de carga, lo cual nos indica que, en la mayoría de casos, tienen una resistencia estructural frente a la flexión por encima de sus requerimientos de uso.

De todos lo palets evaluados, el único que no cumple este parámetro es le palet referencia A, en el cual se observa que la deflexión máxima permitida se alcanza con una carga máxima de entre 500-600 Kg.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

3. CONTROL 3- RESISTENCIA A LA ELEVACIÓN CON HORQUILLAS

Inicialmente se ha realizado este control a las siguientes referencias de palet:

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7



Palet preparado para Control 3



Palet durante Control 3

Se inicia la realización de los controles 3b en un par de referencias (A_E y B_E) con la carga máxima de 1500 Kg, éstas superan ambos controles, con deformaciones de las tablas superiores por debajo del límite establecido.

REF.	TAMAÑO	REF.	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.	ELEVACION CON HORQUILLAS	
										3a	3b
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5	3000	1500
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7	3000	1500

Los palets evaluados soportan la elevación con horquilla con cargas superiores a las de uso.

Los palets evaluados llegan a 1500 kg de carga con una deflexión por debajo del límite establecido. Por lo tanto son aptos para su manipulación mecánica con un peso mayor que sus requerimientos de uso.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

4. CONTROL 4- RESISTENCIA AL IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES

Se ha realizado este control a un total de 9 referencias de palet:

REF.	TAMAÑO	REF.2	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO (Kg)	CLAVADO	TABLAS SUP.
A_E	800X1200	2005081	12	1198	801	139	14,15	3	5
B_E	800X1200	2005082	12	1200	802	136	13,55	2	7
C_E	800X1200	2005085	7	1202	802	131	9,2	2	5
A	1000X1200	2005088	7	1199	1000	133,5	10,15	2	7
B	1000X1200	2005087	7	1194	1001	137	9,4	2	6
C	1000X1200	2005084	12	1199	999	137	19,85	3	7
D	1000X1200	2005083	12	1199	999	133,7	15,45	2	9
E	800X1200	XX	1	1195	800	130	11,6	2	7
F	800X1201	XX	1	1196	800	131	11,85	2	7



Palet preparado para Control 4



Palet después del Control 4

Inicialmente se realiza un control a una de las referencias (B_E) con una carga de 400 Kg y a continuación con 500 Kg, en ambos casos el palet supera los controles satisfactoriamente. Extrapolando este resultado concluimos que el resto de referencias supera el control con estas cargas.

El siguiente paso es ir aumentando paulatinamente la carga máxima para ver en qué momento fallan los palets, y éstos son los resultados obtenidos:

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

REF.	TAMAÑO	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES							
				Control 4 Anchura				Control 4 Longitud			
A_E	800X1200	3	5			750	1000			750	1000
B_E	800X1200	2	7	450	500	750	1000	400	500	750	NO OK
C_E	800X1200	2	5			750	NO OK			750	1000
A	1000X1200	2	7			750	1000			750	NO OK
B	1000X1200	2	6		500	NO OK			500	750	
C	1000X1200	3	7			750	NO OK				1000
D	1000X1200	2	9			750	1000			750	1000
E	800X1200	2	7		500				500		
F	800X1201	2	7		300				300		



Ejemplos de fallos tras Control 4

Como podemos observar en la tabla de resultados, con una carga de ensayo de 750 Kg son varias las referencias que o bien fallan totalmente porque se observan roturas (Ref. B) o bien se detectan pequeñas fisuras que no limitan su funcionalidad.

Se observa que todos los palets evaluados que empiezan a fallar con 750 kg de carga, el clavado de las tablas en los dados se realiza con 2 clavos:

REF.	TAMAÑO	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES							
				ANCHURA				LONGITUD			
C_E	800X1200	2	5	-	-	750	1000	-	-	750	1000
B	1000X1200	2	6	-	-	750	-	-	-	750	-
D	1000X1200	2	9	-	-	750	1000	-	-	750	1000

Observando los resultados de los controles con una carga de ensayo de 1000 Kg vemos que hay 4 referencias de palets que comienzan a fallar. En este caso 3 de las 4 referencias cuentan con un clavado de 2 clavos:

REF.	TAMAÑO	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES							
				ANCHURA				LONGITUD			
B_E	800X1200	2	7	400	500	750	1000	400	500	750	1000
C_E	800X1200	2	5	-	-	750	1000	-	-	750	1000
A	1000X1200	2	7	-	-	750	1000	-	-	750	1000
C	1000X1200	3	7	-	-	-	1000	-	-	-	1000

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

Tras estos últimos controles podríamos considerar que 1 de las referencias ha superado el control (Ref. A_E) y otra de las referencias (Ref. D) sufre algunos daños que no limitan su funcionalidad:

REF.	TAMAÑO	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES							
				ANCHURA				LONGITUD			
A_E	800X1200	3	5	-	-	750	1000	-	-	750	1000
D	1000X1200	2	9	-	-	750	1000	-	-	750	1000

En el caso de la referencia que supera el control con una carga máxima de 1000 Kg podemos observar que el clavado de las tablas en los dados se ha realizado con 3 clavos.

Una vez realizado el control 4 en las 7 primeras muestras, se amplía este control 4 a dos muestras más (Ref. E y F), que son palets fabricado posteriormente a las primeras muestras y sobre los que no disponemos los datos del tipo de madera constituyente más allá de conocer que son de pino.

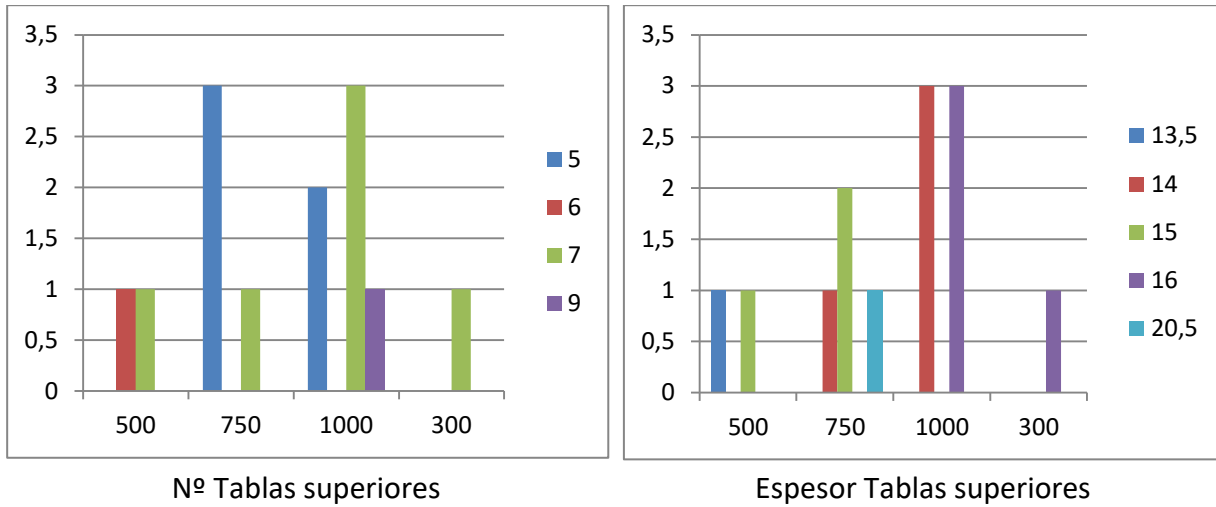
Esto palets tiene un resistencia inferior al resto, llegando a una carga de 500 Kg y 300 Kg respectivamente.

REF.	TAMAÑO	CLAVADO	TABLAS SUP.	ENSAYO IMPACTO HORIZONTAL SOBRE BLOQUES							
				Control 4 Anchura				Control 4 Longitud			
E	800X1200	2	7			500				500	
F	800X1201	2	7			300				300	

Los resultados de este control son los más limitantes en cuanto carga soportada por los palets.

El factor que más influye en el resultado de este ensayo es el numero de clavos, ya que todas las muestras con 3 clavos han llegado a una carga de 1000 kg.

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte



CONCLUSIONES FINALES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Realizando un análisis cruzado de resultados hemos encontrado discrepancias entre los parámetros constructivos de los palets y su resistencia físico-mecánica, por lo que es necesario aumentar el número de muestras a analizar.

Por lo general los palets evaluados soportan una carga superior a sus requerimientos de uso, excepto en el ensayos de impacto a los bloques que es el más restrictivo.

En cuanto a resistencia estructural, los factores más determinantes son el número de clavos que unen las tablas superiores a los bloques, y el propio número de tablas superiores

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

5.4. HERRAMIENTA “OPTIPACK PALET”

Hemos desarrollado una herramienta informática, que nos permite introducir todos los datos necesarios para caracterizar los palets de madera de un solo uso, según lo establecido en el proyecto.

Referencia: 2005081 **Fotografía 1:** 5017

Hoja de encargo: **Fotografía 2:** 5020

Referente a: OPTIPACK 001

Fecha recepción: 16/04/2020

Largo (mm): 1198

Ancho (mm): 801

Alto (mm): 139

Peso Paleta (kg): 14,15

Carga Límite (Kg):

CONSTRUCCIÓN PALETA		
	# Número	Espesor (mm)
# Tablas Superiores	5	16
# Tablas Traviesas	3	19
# Tablas Inferiores	3	16
# Tacos/Dados	9	
#Clavos a Taco	3	

CONTROL 1 – Caida Esquina | **CONTROL 2 – Apoyo Estantería** | **CONTROL 3 – Elevación con Horquillas** | **CONTROL 4 – Impacto sobre Bloques**

Fecha inicio: 06/05/2020 **Temperatura:** 24,6

Fecha finalización: 06/05/2020 **Humedad:** 59

Operario(s): César Chaparro **Fotografía:** 29/09/1913

Altura caída: 500 mm

Posición de ensayo: Paleta en diagonal

Número de caídas: 3

Longitud antes de las caídas-li (mm): 1434

4% li (mm): 57,36

Longitud después de la tercera caída-lf (mm): 1373

$\Delta y = li - lf$ (mm): 61

Observaciones:

La herramienta desarrollada es una base de datos que nos facilita la introducción de datos y el posterior análisis cruzado de los resultados obtenidos.

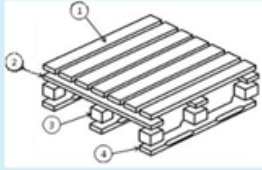
Los datos de cada palet se introducen en dos grandes bloques:

1º Datos constructivos del palet

“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

Referencia	2005087	Fotografía 1	5023
Hoja de encargo		Fotografía 2	5024
Referente a	OPTIPACK 006		
Fecha recepción	06/05/2020		

Largo (mm)	1194
Ancho (mm)	1001
Alto (mm)	137
Peso Paleta (kg)	9,4
Carga Límite (Kg)	



CONSTRUCCIÓN PALETA

	# Número	Espesor (mm)
# Tablas Superiores	6	13,5
# Tablas Traviesas	3	14
# Tablas Inferiores	5	14
# Tacos/Dados	9	
#Clavos a Taco	2	

2º Datos obtenidos de las pruebas físico-mecánicas.

CONTROL 1 – Caída Esquina	CONTROL 2 – Apoyo Estantería	CONTROL 3 – Elevación con Horquillas	CONTROL 4 – Impacto sobre Bloque
Fecha inicio	12/05/2020	Temperatura	22
Fecha finalización	12/05/2020	Humedad	49,6
Operario(s)	César Chaparro	Fotografía	5753

Dimensión de paleta más débil:

Longitud Anchura

L1/L2 (mm) 1050

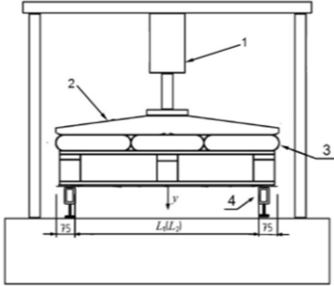
2% L1/L2 (mm) 21

Tiempo de ensayo: 2 horas
Posición de ensayo: Cata 3

Carga de ensayo (Kg) 2357,5
Carga límite (Kg) 4715

Muestra	Deflexión T0 (mm)	Deflexión T2 (mm)
1	0	22,24
2	0,0	
Media	0	22,24

Deflexión con carga T0-T2 (mm) 22,24



Observaciones:

El resultado es NO SATISFACTORIO para esta carga de ensayo.

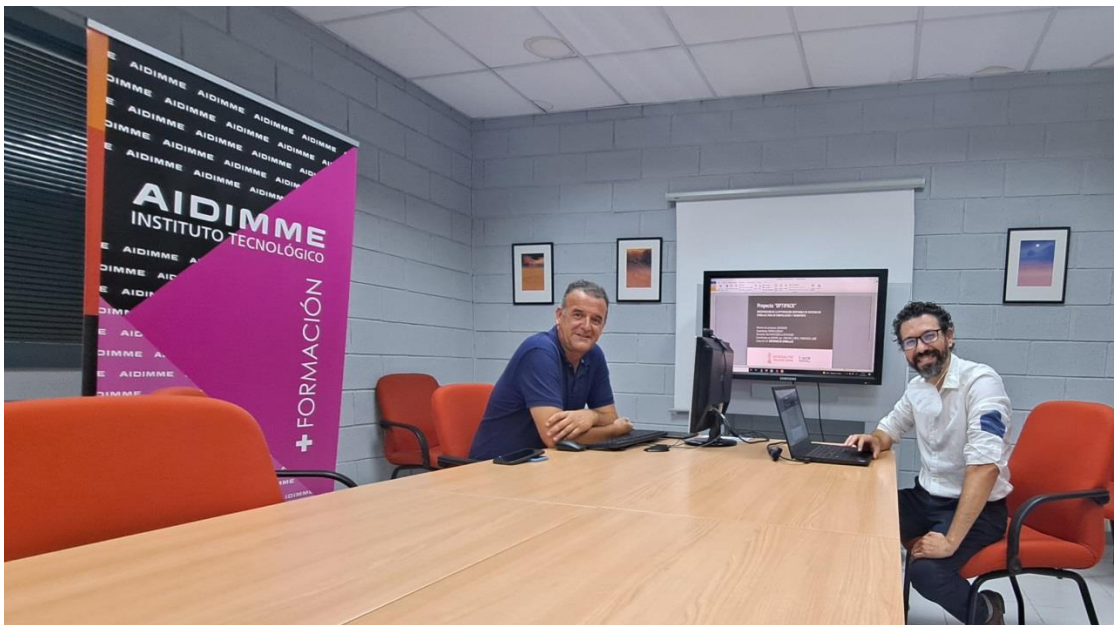
“OPTIPACK” – Investigación de la optimización sostenible de sistemas de embalaje para su manipulación y transporte

6. DIFUSION DEL PROYECTO

La transferencia de resultados se ha realizado con la elaboración de artículos y documentos que se puede consultar en la web de AIDIMME.

Por otro lado cabe destacar la transferencia directa de resultados a FEDEMCO, mediante varias reuniones.

En la última reunión celebrada, se presentaron a FEDEMCO los resultados y conclusiones obtenidos en el proyecto, tras la cual su director, D. Alberto Palmí, expresó su intención de impulsar la difusión del mismo entre la mas de 200 empresas fabricantes, y comercializadoras de palets, de la Comunidad Valenciana.



Presentación de los resultados del proyecto OPTIPACK, al director de FEDEMCO, D. Alberto Palmí.