

2018

+ PALET

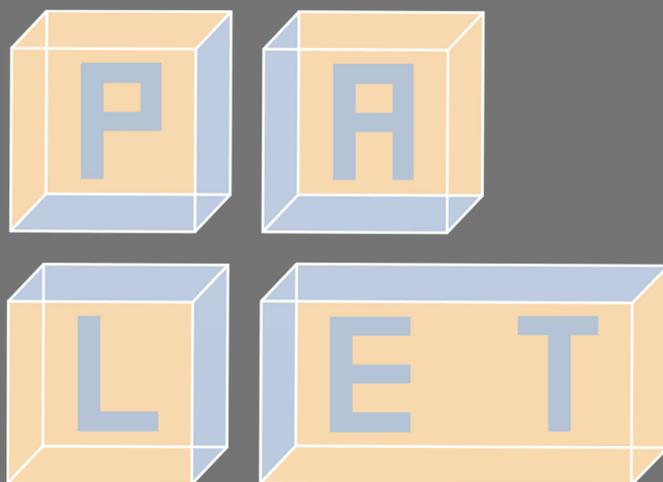
DESARROLLO DE UN CUARTO PALET DE MADERA MODULABLE

Nº Expte: IMDEEA/2017/105

Programa: PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS

INFORME DE RESULTADOS

Realizado por:
AIDIMME



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu

ivACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

 UNIO EUROPEA
Fons Europeu de
Desenvolupament Regional
Una manera de fer Europa

*"Projecte cofinançat pels Fons FEDER,
dins el Programa Operatiu FEDER
de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020"*

Julio 2018



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
3	RESULTADOS	4
3.1.	PAQUETE DE TRABAJO 2:	4
3.2.	PAQUETE DE TRABAJO 3:	14
3.3	PAQUETE DE TRABAJO 4	19
3.4.	PAQUETE DE TRABAJO 5	41

1 INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha generalizado el uso de palets pequeños de dimensiones 600 x 400 mm. (en adelante cuarto de palet), fundamentalmente en el sector de la distribución comercial y sobre todo en la cadena de suministro del sector de alimentación. El principal motivo por los que se utiliza esta tipología de palets es para facilitar las últimas fases de la cadena logística, por ejemplo en sectores como alimentación, donde estos palets se utilizan como el soporte para los expositores finales de producto.

El primer objetivo es establecer las debilidades del cuarto de palet frente a las diferentes operaciones logísticas, analizando desde la configuración inicial de la carga, pasando por su transporte, hasta su colocación y uso en el punto de venta.

Por lo general las empresas envían 4 cuartos de palet agrupados, generalmente con film estirable, para su manipulación conjunta durante todo el proceso logístico y únicamente en las últimas etapas, se desagrupa la carga y se manipula mecánicamente el cuarto de palet. Esta agrupación de cuatro cuartos de palet es deficiente y provoca problemas en las operaciones de manipulación mecánica, donde es necesario que la carga se comporte como una unidad. Algunas empresas para evitar este problema colocan los 4 cuartos de palet enfardados encima de una palet de 800 x 1200 mm. que denominan “palet esclavo”, añadiendo un sobrecoste en los procesos logísticos.



Fotografía 1. Cuartos de palet sobre “palet esclavo”

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El objetivo principal de la primera anualidad del proyecto es el:

DESARROLLO DE ANCLAJES PARA PALETS DE MADERA

Para ello trabajaremos consiguiendo otros objetivos como:

- **ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL**, que deben cumplir tanto los cuartos de palet de manera independientes, como la agrupación de cuatro palets formando un palet europeo.
- **DESARROLLO DE DISTINTOS CONCEPTOS DE ANCLAJE/AGRUPACIÓN**, sobre el primer prototipo de cuarto de palet.
- **EVALUACIÓN DE DIFERENTES ANCLAJES DE AGRUPACIÓN PERIMETRAL.**
- **DISEÑO CONCEPTUAL DEL +PALET**

3 RESULTADOS

3.1. PAQUETE DE TRABAJO 2: IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

MODELOS DE CUARTOS DE PALET UTILIZADOS ACTUALMENTE.

Actualmente existen diferentes modelos de cuarto de palet totalmente implantados en las operaciones logísticas de muchas empresas, sobretodo del sector de la distribución comercial. Los modelos más implantados y con mayor volumen de uso son los cuartos de palet de plástico de pools como LPR o CHEP y en menor medida cuartos de palets de madera. El uso de los cuartos de palet está aumentando en los últimos años ya que ofrecen una serie de ventajas para los supermercados. Estas ventajas se concretan en tres usos principales:

- Aumentar el número de referencias de productos por metro de lineal. Fotografía 1
- Utilizarlos como soporte de “Displays”, siendo una herramienta fundamental en la promoción de productos. Fotografía 2.
- Utilizarlos para aprovechar cualquier hueco disponible en los supermercados. Fotografías 3.



Fotografía 2. Cuartos de palet aprovechando un hueco de lineal



Fotografía 3. Cuartos de palet con “Display”



Fotografía 4. Cuartos de palet aprovechan diferentes espacios

Como se puede apreciar por estos usos, el cuarto de palet ha supuesto una auténtica revolución en la optimización del espacio en los supermercados y en la promoción de productos, y por ese motivo su uso se está incrementando en los últimos años.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES SEGÚN EL MATERIAL CONSTRUCTIVO.

Como se aprecia en el apartado anterior, existen en el mercado una gran variedad de cuartos de palet, de varios materiales.

Dependiendo del material de fabricación del cuarto de palet se consiguen unas características particulares.

A continuación se detallan las principales características de cada grupo:

CUARTO DE PALET DE PLÁSTICO			
Materiales:	Polipropileno / Polietileno de Alta Densidad (HDPE) / PVC		
Dimensiones Largo x Ancho x Alto	Peso en vacío (Kg)	Carga dinámica (kg)	
600 x 400 x 140/146	2	250	
Características y Beneficios:			
Encajable y apilable. Limpiable. Cumple exigencias fitosanitarias nacionales e internacionales. Diseño 4 entradas compatible con cualquier equipo de manipulación estándar. Se puede utilizar para Displays.			
Problemática y debilidades:			
No se puede utilizar en caminos de rodillos o transelevadores Deslizamiento de la carga superior a otros materiales No tiene posibilidad de reparación.			

CUARTO DE PALET DE MADERA			
Materiales:	Madera / Madera + acero		
Dimensiones Largo x Ancho x Alto (mm)	Peso en vacío (Kg)	Carga dinámica (Kg)	
600 x 400 x 154	4 - 5	200	
Características y Beneficios:			
Posibilidad de reparación mediante cambio de piezas. Diseño de 4 entradas compatible con cualquier equipamiento de manipulación estándar. Se puede utilizar para Displays. Permite su utilización en sistemas automáticos de alta velocidad.			
Problemática y debilidades:			
Es pesado Requiere un tratamiento fitosanitario			

CUARTO DE PALET DE FIBRA DE MADERA PRENSADA		
Materiales:	Fibra de Madera	
Dimensiones Largo x Ancho x Alto (mm)	Peso en vacío (Kg)	Carga dinámica (Kg)
595 x 395 x 120	2	150
Características y Beneficios:		
<p>Encajable y apilable. Palet de 2 entradas. Cumple exigencias fitosanitarias nacionales e internacionales. Se puede utilizar para Displays.</p>		
Problemática y debilidades:		
<p>No se puede utilizar en caminos de rodillos o transelevadores. No tiene posibilidad de reparación. No soporta cargas pesadas No permite su reutilización Puede generar restos de material durante su uso</p>		

CUARTO DE PALET DE CARTÓN ONDULADO		
Materiales:	Cartón ondulado / Tubo de cartón	
Dimensiones Largo x Ancho x Alto (mm)	Peso en vacío (Kg)	Carga dinámica (Kg)
600 x 400 x 110	1	125
Características y Beneficios:		
<p>Palet ligero. Biodegradable. Palet de 2 entradas. Cumple exigencias fitosanitarias nacionales e internacionales. Se puede utilizar para Displays.</p>		
Problemática y debilidades:		
<p>No se puede utilizar en caminos de rodillos o transelevadores. No tiene posibilidad de reparación. No soporta cargas pesadas No permite su reutilización</p>		

PROBLEMÁTICAS COMUNES EN LA MANIPULACIÓN DE CUARTOS DE PALET

Se han realizado unos ensayos de simulación de transporte de distintos cuartos de palet, para establecer la principales problemáticas que surgen en la manipulación habitual de estos productos.

Estos primeros ensayos realizados tienen como objetivo establecer que problemáticas se pueden presentar en las manipulaciones habituales con cuartos de palet, tanto mediante medios mecánicos como manuales.

Los ensayos se han realizado en el laboratorio de simulación de transporte de AIDIMME, aplicando las principales normativas de aplicación a los palets y a las cargas paletizadas en general.

Se han establecido diferentes tandas de ensayos según los objetivos marcados, que son los siguientes:

- *Determinar la capacidad de deslizamiento de la carga sobre los cuartos de palet.*
- *Determinar la altura máxima de la carga adecuada sobre los cuartos de palet.*
- *Determinar la funcionalidad del cuarto de palet en sus manipulaciones habituales*

A continuación se muestran los resultados obtenidos

1. ESTABLECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DESLIZAMIENTO DE LA CARGA SOBRE LOS CUARTOS DE PALET.

Se ha establecido la capacidad de deslizamiento comparativa con tres muestras de cuartos de palet, de distintos materiales:

MUESTRA 1:

Identificación del cliente:	CUARTO DE PALET MADERA +PALET (prototipo 1)
Dimensiones externas:	599 x 400 x 141 mm
Masa total:	5,50 Kg
Tipo de paleta:	Palet de cuatro entradas.



Fotografía 5

MUESTRA 2:

Identificación del cliente:	CUARTO DE PALET DE PLASTICO
Dimensiones externas:	596 x 397x 142 mm
Masa total:	1,95 Kg
Tipo de paleta:	Palet de cuatro entradas



Fotografía 6

MUESTRA 3:

Identificación del cliente:	CUARTO DE PALET DE CARTÓN
Dimensiones externas:	599 x 401 x 112 mm
Masa total:	1,00 Kg
Tipo de paleta:	Paleta plana de dos entradas



Fotografía 7

ENSAYOS A REALIZAR

Ensayo de determinación el ángulo de desplazamiento, según la norma ISO 8611-1.

MÉTODO DE ENSAYO

El propósito de este ensayo es determinar el ángulo al cual la caja de ensayo comienza a deslizar y de este modo comparar resultados de la interrelación paleta/caja para diferentes palets y materiales de construcción.

Se carga la caja de ensayo y se hace bascular el palet desde la posición horizontal.
Se registra el ángulo, β , al que la carga comienza a deslizarse por la plataforma.

CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El cuarto de palet de plástico, presenta el peor resultado ya que la carga se desliza con un ángulo β menor.

El cuarto de palet de madera obtiene el mejor resultado, lo que implica que es el modelo de palet con un mayor rozamiento y por lo tanto el que conseguirá un aseguramiento de la carga mejor.

2. ESTABLECIMIENTO DE LA ALTURA MÁXIMA DE LA CARGA ADECUADA SOBRE LOS CUARTOS DE PALET.

Se ha establecido la altura máxima de la carga, realizando ensayos de caída rotacional con cuatro cargas paletizadas de distintas alturas.

MUESTRA 1:

Identificación del cliente:	+PALET CARGA MEDIA
Dimensiones externas:	599 x 400 x 1015mm
Masa total:	191,25 Kg
Tipo de paleta:	Palet de cuatro entradas.



Fotografía 8

MUESTRA 2:

Identificación del cliente: **+PALET CARGA BAJA**
Dimensiones externas: 599 x 400 x 818 mm
Masa total: 164,71 Kg
Tipo de paleta: Palet de cuatro entradas.

MUESTRA 3:

Identificación del cliente: **+PALET CARGA ALTA**
Dimensiones externas: 599 x 400 x 1118 mm
Masa total: 210,53 Kg
Tipo de paleta: Palet de cuatro entradas.

MUESTRA 4:

Identificación del cliente: **PALET DE PLASTICO CON CARGA REAL**
Dimensiones externas: 590 x 400 x 1125 mm.
Masa total: 159,35 kg.
Tipo de paleta: Palet de cuatro entradas.



Fotografía 9

ENSAYO A REALIZAR

Ensayo de choque por caída rotacional, según UNE-EN 14149:2004

MÉTODO DE ENSAYO

En las muestras ensayadas hemos aplicado el método A: Ensayo de impacto sobre una cara (caída plana sobre una cara por basculamiento con respecto a una arista).

CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La estabilidad de la carga sobre un cuarto de palet es deficiente y es uno de los aspectos críticos a valorar en el uso de este tipo de palets.

De las cuatro alturas de carga evaluadas, la muestra 3 y 4 tiene una altura similar aunque con configuraciones de carga y con un peso total distinto.

La carga media, se mantiene al límite de vuelco, pero pasa la prueba satisfactoriamente, al igual que la carga baja.

La altura máxima de carga, sobre un cuarto de palet, que permita realizar unas operaciones de manipulación seguras, dependerá además de la altura, de las características morfológicas y de masa de la carga, así como de su correcta agrupación y fijación al palet.

Analizando los resultados, se observa que dos cargas de similar altura, (en torno a 1125 mm.) dan distinto resultado, siendo apta la muestra 4, mientras que la muestra 3, de mayor peso, vuelca.

Valorando los resultados y estableciendo un nivel de seguridad que permita englobar distintas tipologías, pesos y configuraciones de carga, **se recomienda limitar la altura total de carga (palet + producto) sobre un cuarto de palet, a un máximo de 1 metro.**

ESTABLECIMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD DEL CUARTO DE PALET EN SUS MANIPULACIONES HABITUALES

Un vez establecida la altura máxima recomendada de 1 metro, se configura de nuevo una carga paletizada con esa altura y con un peso elevado y se procede a realizar una evaluación con el objetivo de comprobar la funcionalidad del cuarto de palet frente a la condiciones habituales de manipulación.

MUESTRA 1:

Identificación del cliente:	+PALET CARGA 1 METRO
Dimensiones externas:	599 x 400 x 1014 mm
Masa total:	190,75 Kg
Tipo de paleta:	Paleta plana de cuatro entradas.



Fotografía 10

ENSAYOS A REALIZAR

- Ensayo de circuito de carretilla
- Ensayo de manipulación mecánica
- Ensayo de impacto horizontal
- Ensayos de caída rotacional

RESULTADOS OBTENIDOS

El resultado es **SATISFACTORIO**, pero:

- Se aprecia la poca estabilidad de la carga, debido a las reducidas dimensiones del cuarto de palet en el lado corto.

CONCLUSIONES FINALES DEL PAQUETE DE TRABAJO 2.

- El cuarto de palet evaluado es robusto y soporta las manipulaciones habituales de una carga paletizada sin presentar daños ni deformaciones.
- La principal problemática común que se ha detectado es la **limitada estabilidad que proporcionan este tipo de palets**.
- Por ese motivo **se recomienda limitar la altura total de carga sobre un cuarto de palet, a un máximo de 1 metro**.

3.2. PAQUETE DE TRABAJO 3: ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS TÉCNICOS

PAQUETE DE TRABAJO 3. ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS TÉCNICOS

El objeto de este paquete de trabajo es establecer las características mínimas de resistencia estructural, que deben cumplir tanto los cuartos de palet de manera independientes, como la agrupación de cuatro palets formando un palet europeo.

Para establecer los requisitos de resistencia estructural en ambos casos, tendremos en cuenta las siguientes Normas Internacionales:

ASTM D4169:2016	Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems.
UNE-EN ISO 8611-1	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 1: Métodos de ensayo.
UNE-EN ISO 8611-2	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 2: Requisitos para las prestaciones y selección de ensayos.
UNE-EN ISO 8611-3	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 3: Cargas máximas en servicio.
ASTM D 6055-96 (2014).	Standard Test Methods for Mechanical Handling of Unitized Loads and Large Shipping. Cases and Crates
ISTA 3B PROTOCOL	Packaged products for less than truck load Shipment

En cuanto a la capacidad de un palet para soportar los choques y empujes propios de la manipulación, mecánica, tendremos en cuenta la norma ASTM D 6055-96 (2014), que establece un circuito de manipulación con carretilla mecánica, y el protocolo ISTA 3B que define unos ensayos de empujes y rotaciones.

El futuro cumplimiento de los requisitos establecidos por esta normativas, implicará que el +PALET, deberá ser capaz de soportar los riesgos inherentes a la manipulación, almacenaje y distribución de las cargas paletizadas, y por lo tanto podremos establecer si cumple con los requisitos de resistencia estructural necesarios.

ESTABLECER LOS REQUISITOS LOGÍSTICOS

El objeto de este apartado es establecer las necesidades y limitaciones que tienen los cuartos de palet, durante su manipulación y transporte a lo largo de todo su ciclo logístico. Para ello podemos considerar dos escenarios bien diferenciados:

- La zona de carga: espacio donde se lleva a cabo la carga de la mercancía en el palet, para su posterior transporte a los puntos de venta.
- La zona o punto de venta: tienda, supermercado, gran superficie, etc., donde se ubica el palet cargado para que tenga acceso a sus productos el cliente.

En la zona de carga los cuartos de palet se manejan habitualmente agrupados, para optimizar el transporte. No obstante también se pueda dar el caso de manipulación de los cuartos de palet de manera individual en los puntos de carga.

En los puntos de carga se utiliza como elemento de manipulación, principalmente la carretilla elevadora y en menor medida la transpaleta manual.

En el punto de venta lo más frecuente es manipular los cuartos de palet de manera independiente, utilizando para ello la transpaleta manual, por ser un equipo más manejable en espacios pequeños.

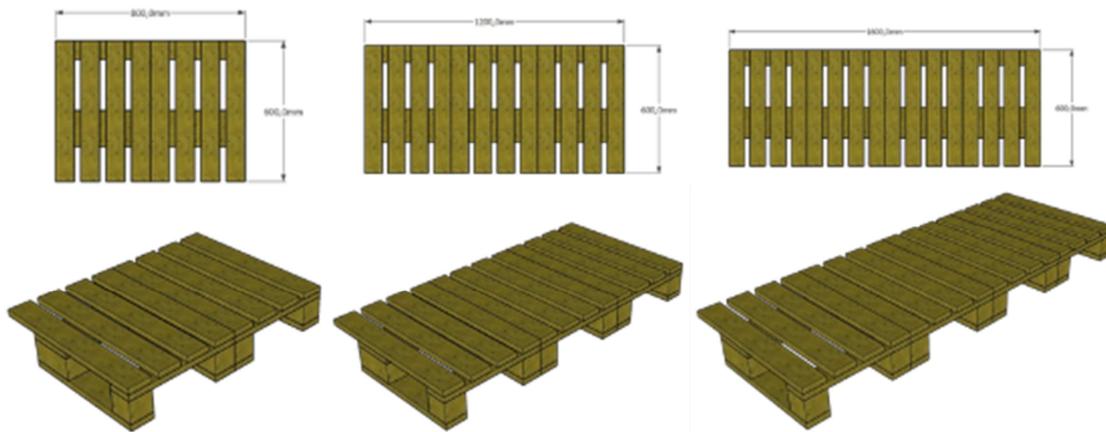
REQUISITOS EN LA ZONA DE CARGA:

- 1.-Agrupado rápido de los cuartos de palet.
- 2.-Las tareas de agrupado de los cuartos de palet no deben conllevar un riesgo de accidente para las personas.
- 3.-Agrupado sencillo (intuitivo) de los cuartos de palet. No debe requerir unos conocimientos específicos.
- 4.-Evitar la necesidad de usar herramientas específicas para el agrupado de los cuartos de palet.
- 5.-Principalmente la manipulación de los cuartos de palet agrupados es con carretilla elevadora, o en su defecto con la transpaleta manual, (cuatro entradas).

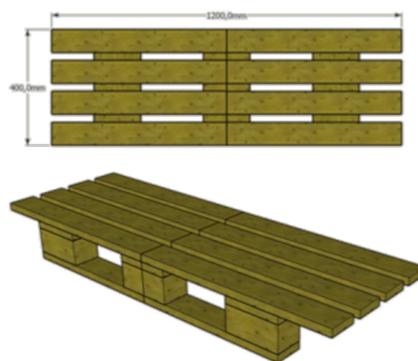
REQUISITOS EN EL PUNTO DE VENTA:

- 1.-Desagrupado rápido (segundos) de los cuartos de palet con carga.

- 2.-Las tareas de desagrupado de los cuartos de palet no deben conllevar un riesgo de accidente para las personas.
- 3.-Desagrupado sencillo (intuitivo) de los cuartos de palet. No debe requerir unos conocimientos específicos.
- 4.-Evitar la necesidad de usar herramientas específicas para el desagrupado de los cuartos de palet.
- 5.-Principalmente la manipulación de los cuartos de palet es con transpaleta manual, (dos entradas). (*Transpaleta manual normalizada UNE 58407:1977*).
- 6.-Evitar en la medida de lo posible, la generación de piezas o elementos utilizados para el agrupado de los cuartos de palet, que deban gestionarse como residuos tras su uso.
- 7.-Posibilidad de agruparse más de 2 palets en la dirección trasversal



Agrupación de 2, 3 y 4 cuartos de palet por el lado de 600 mm



Agrupación de 2 cuartos de palet por el lado de 400 mm

ESTABLECER LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

El objeto de este apartado es establecer los requisitos constructivos que deben cumplir los cuartos de palet, es decir las especificaciones técnicas que debe tener en cuenta un diseñador durante la etapa de construcción de un prototipo. Los requisitos constructivos los podemos agrupar de la siguiente manera:

MATERIAL

Excepto los elementos utilizados para el agrupado de los cuartos de palet, el resto serán de madera, sin concretar la especie.

DIMENSIONES PRINCIPALES

- Largo = 600 mm
- Ancho = 400 mm
- Altura del hueco para la entrada de las horquillas de la carretilla = 100 mm

COMPONENTES DEL PALET (PLATAFORMA SUPERIOR E INFERIOR, LISTONES, TACOS, ETC.)

Seguirán en la medida de lo posible las características establecidas para el palet europeo.

ELEMENTOS PARA EL ENSAMBLAJE DE LOS CUARTOS DE PALET

Se evitará que la pieza o piezas utilizadas para el ensamblaje de los cuartos de palet sobresalgan del perímetro del palet, interfiriendo en su correcta manipulación mediante carretilla o transpaleta manual.

ESTABLECER EL PROTOCOLO DE ENSAYOS

Analizando las normas citadas y los resultados de los ensayos realizados se va a proceder a desarrollar un protocolo de ensayos a medida para el cuarto de palet +PALET, que nos permitirá establecer si cumple con los requisitos.

El protocolo desarrollado, se aplicará más adelante con el prototipo definitivo del +PALET, y servirá para evaluar la funcionalidad del binomio: cuarto de palet / carga paletizada.

OBJETO DEL PROTOCOLO DE ENSAYOS

El protocolo desarrollado para la evaluación del +PALET, tiene como objetivo establecer la idoneidad del conjunto formado por el cuarto de palet y la carga apilada.

En el paquete de trabado anterior se estableció al altura máxima admisible de una carga paletizada sobre un cuarto de palet, para trabajar con unas buenas condiciones de seguridad.

Por lo tanto este protocolo de ensayos se ejecutará con una carga de las siguientes características:

- Altura máxima del conjunto 1m.
- Carga homogéneamente repartida.
- Carga bien agrupada y sujeta al +PALET mediante algún elemento de sujeción.

SECUENCIA DE ENSAYOS

En la siguiente tabla se establecen la secuencia de ensayos y sus características principales:

Secuencia	Categoría de ensayo	Tipo de ensayo	Nivel de Severidad
1	Manipulación	Circuito de carretilla	2 obstáculos y curva
2	Choque	Impacto horizontal	2 impactos a 1 m/s
3	Vibración	Transporte carretera	2 horas a distintos niveles de aceleración.
5	Choque	Manipulación mecánica	4 empujes y rotaciones
4	Choque	Caída rotacional	2 caídas a 100 mm
6	Manipulación	Circuito de carretilla	2 obstáculos y curva

Los detalles del protocolo de ensayos desarrollados se muestran en el entregable E3: Informe de requisitos técnicos

3.3 PAQUETE DE TRABAJO 4. DESARROLLO DE LOS ANCLAJES

El objetivo de este paquete de trabajo es realizar una búsqueda de anclajes existentes en el mercado y establecer los requisitos tanto de usabilidad como constructivos, que deben cumplir.

Para lograr estos objetivos se ha seguido la siguiente metodología de trabajo:

- Selección de la tipología de anclajes viables, teniendo en cuenta aspectos técnicos y productivos.
- Establecimiento de los requisitos de usabilidad de los anclajes.
- Adecuación y desarrollo de las tipologías de anclaje elegidas para que cumplan sus diferentes funciones de uso y resistencia.
- Establecimiento de los requisitos constructivos de los anclajes.

Como resultado de este proceso se han definido varias tipologías de anclajes y ha comenzado la evaluación de los mismos.

Esta tarea culminará en los siguientes paquetes de trabajo, con la elección del anclaje definitivo, su integración en el cuarto de palet, y su evaluación final.

BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ANCLAJES EXISTENTES EN EL MERCADO

Se ha llevado a cabo un trabajo de búsqueda y selección de herrajes existentes en el mercado, que potencialmente pueden realizar la función de anclar dos palets.

Se han establecido una serie de características funcionales que deben cumplir los anclajes:

CARACT. FUNCIONALES	DESCRIPCIÓN
USABILIDAD	Características del anclaje que permitan que su uso sea rápido, ergonómico, y a ser posible sin necesidad de herramientas adicionales.
SEGURIDAD	El anclaje debe permitir su accionamiento de forma segura para el usuario y debe asegurar el cierre durante las operaciones de manipulación de los palets.
ADAPTABILIDAD	El anclaje de debe tener unas características constructivas que permita su adaptación a la zona de los tacos de palet.

En base a estas características, se han seleccionado una serie de anclajes que se enumeran a continuación y que cumplen en mayor o menor medida los tres requisitos básicos de usabilidad, seguridad y adaptabilidad:

CLIP PARA LA UNIÓN DE DOS CUBIERTAS	UNION DESMONTABLE
HERRAJE DE UNIÓN POR SUSPENSIÓN	GRAPA DESMONTABLE
CERROJO GIRATORIO	PLETINAS METALICAS

<p>CIERRE DE ENGANCHE CON MUELLE.</p>	<p>ENGANCHE RANURA EXCENTRICA</p>

REQUISITOS DE USABILIDAD DE LOS ANCLAJES

Como dato de partida para el diseño de un anclaje para palets de madera, hay que tener muy en cuenta los requisitos relacionados con la usabilidad. Este concepto, engloba aspectos como la facilidad de su colocación para la unión de un cuarto de palet con otro, así como la facilidad para separarlos, una vez se requiere el manejo independiente del cuarto de palet.

El concepto usabilidad proviene del inglés *usability* y hace referencia a la facilidad con que un usuario puede utilizar una herramienta fabricada por otras personas con el fin de alcanzar un cierto objetivo.

Los principales usuarios del anclaje para palets de madera se encuentran en la sección de embalaje/expediciones de las empresas, y en el área de carga y descarga de mercancía.

Las dos operaciones donde el operario interacciona con los anclajes de palet son:

- 1-AGRUPADO: Operación de unión que permite la manipulación y transporte de los cuartos de palet agrupados.
- 2-DESAGRUPADO: Operación de desanclaje, donde los cuartos de palet unidos quedan liberados para permitir su manipulación independiente.

A continuación se establecen los requisitos exigibles a los anclajes, tanto en la operación de unión de los cuartos de palets, como en la operación de desagrupado:

Nº	REQUISITOS	COMENTARIOS
1	SEGURO	La operación de unión no debe, en ningún caso, generar una situación de riesgo para el usuario, por ejemplo atrapamiento de dedos, cortes, golpes, etc.
2	FACILIDAD	La operación de unión no debe ser compleja ni requerir de conocimientos específicos por parte del operario.
3	INTUITIVO	Para personas que nunca han visto el anclaje en el cuarto de palet deben ser capaces de activarlo de manera intuitiva.
4	RAPIDEZ	La operación de unión debe realizarse lo más rápidamente posible.
5	NO USO DE FUERZA	En ningún caso debe requerir de uso de fuerza por parte del operario.
6	NO USO DE HERRAMIENTAS	En la medida de lo posible evitar la necesidad de usar alguna herramienta o útil, aunque sea de tipo universal. En todo caso evitar el uso de herramientas muy específicas.
7	ERGONÓMICO	La operación, por parte del operario, para activar el anclaje de los cuartos de palets debe ser lo más ergonómica posible, evitando posiciones o posturas incómodas.
8	ECOLÓGICO	Evitar en la medida de lo posible, la generación de piezas o elementos que deban gestionarse como residuos tras cada uso. El material del anclaje debería ser reutilizable o permitir su reciclado tras el fin de su vida útil.

REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ANCLAJES

RESISTENCIA

Las cargas paletizadas se manipulan con medios mecánicos en las operaciones logísticas. Todos los procesos de manipulación, almacenaje, carga y descarga son operaciones rápidas y de gran exigencia, en la cuales se producen arrastres, empujes y golpes de diferentes intensidades.

Los actuales palets de madera que se utilizan en los pulls de palets, aun siendo robustos en su construcción, para soportar varios ciclos logísticos, acaban sufriendo roturas. Y una de las ventajas que ofrecen los palets de madera, frente a los de plástico es que se pueden reparar.

Teniendo en cuenta que el objetivo del +PALET, es competir con los palets de plástico de los pulls actuales, debe mantener la capacidad de poder repararse como el resto de palets de madera.

Para ello, el primer requisito es que los elementos que lo conforman y en concreto los anclajes deberán ser constructivamente robustos y sustituibles en caso de rotura.

ZONAS DE ANCLAJE

Por otra parte, el anclaje de unión no debe en ningún caso, molestar la introducción de las palas de la carretilla en los huecos del palet. Esto restringe las zonas donde se puede usar o colocar el anclaje en el palet.

Las posibles zonas para la colocación del anclaje serían las siguientes:

CANTO DE LOS LISTONES SUPERIORES DEL PALET

Para solucionar la limitación de no sobresalir excesivamente de las dimensiones totales de los 4 cuartos de palets unidos: 1.200mm x 800mm., una posibilidad es buscar elementos de unión que agrupen los cuartos de palet en la zona del canto de los listones superiores.

Esta unión se puede conseguir con algún tipo de cinta agrupadora, que podría ser de material plástico, textil, metálico, etc... Esta cinta se ajustaría al perímetro del canto de los 4 palets, por lo que el ancho no debería superar el espesor de los tabloncillos superiores del palet (22 mm).

Se han llevado a cabo distintas pruebas en el laboratorio de simulación de transporte de AIDIMME, para evaluar la idoneidad de esta solución.

PRUEBA 1-. CINTA TEXTIL



PRUEBA 2- . FLEJE



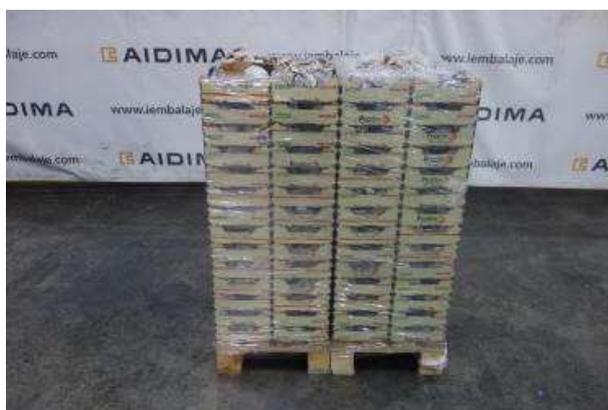
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE AGRUPACIÓN DE CARGAS

MUESTRA 1:

Identificación del cliente: **2 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO**

Dimensiones externas: 599 x 802 x 1014 mm

Masa total: 381 Kg



Fotografía 11

MUESTRA 2:

Identificación del cliente: **4 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO**

Dimensiones externas: 802 x 1198 x 1015 mm

Masa total: 760,45 Kg



Fotografía 12

MUESTRA 3:

Identificación del cliente: **4 +PALET AGRUPADOS CON CINCHA TEXTIL**

Dimensiones externas: 804 x 1202 x 1015 mm

Masa total: 761,3 Kg



Fotografía 13

MUESTRA 4:

Identificación del cliente: **4 +PALET AGRUPADOS CON FLEJE**

Dimensiones externas: 802 x 1200 x 1015 mm

Masa total: 760,60 Kg



Fotografía 14

ENSAYOS REALIZADOS

En primer lugar se ha evaluado la agrupación de 2 +PALET, formando una medio palet.

ENSAYO DE CIRCUITO DE CARRETILLA, según ASTM D 6055-96 (2014)

Muestra 1: 2 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO

Equipo: Carretilla N1234

Velocidad máxima: 1,5 m/s

Velocidad en la curva: 1 m/s

Orientaciones: Lado corto y lado largo

Nº de obstáculos: 2

Nº de ciclos: 3

Condiciones climáticas durante el ensayo: 25,3°C y 43,0% Hr.



Fotografía 15. Lado largo



Fotografía 16. Lado corto

RESULTADO:

El resultado Posición LADO LARGO es **NO SATISFACTORIO**

El resultado posición LADO CORTO es **SATISFACTORIO.**

Observaciones:

- La carga, manipulada por el lado largo, se inclina excesivamente tras pasar por los obstáculos y llegar a la curva definida en el circuito.
- Tras el ensayo es necesario los dos cuartos de palet se quedan separados, por lo que es necesario reconfigurar la carga y volver a enfardarla, para poder continuar.



Fotografía 17.

ENSAYO DE CHOQUE POR CAÍDA ROTACIONAL según UNE-EN 14149:2004

Muestra 1: 2 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO

Nº de caídas: 2

Altura caídas: 100 mm

Nº de embalajes sometidos a ensayo: 1.

Condiciones climáticas durante el ensayo: 23,5°C y 46,0% Hr.

RESULTADO

# caída	Zona de ensayo	Resultado
1	Arista 2-3	No Satisfactorio
2	Arista 4-3	No Satisfactorio

Observaciones:

- Tras la primera caída, lo dos cuartos de palet se separan.
- La caída por el lado largo, nos e puede realizar, ya que la carga supera su eje de equilibrio y podría volcar.



Fotografía 18. Caída 1



Fotografía 19. Resultado Caída 1



Fotografía 20. Preparación Caída 2



Fotografía 21. Preparación Caída 2

ENSAYO DE MANIPULACIÓN CON CARRETILLA,

según protocolo ISTA 3B step 1

Muestra 1: 2 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO

Equipo: Carretilla N1234

Tipo de ensayo: Desplazamiento Plano (P) / Rotación (R)

Posición de ensayo: Cara 3

Desplazamiento mínimo en plano (P): 1 metro

Ángulo de rotación (R): 90°

Condiciones climáticas durante el ensayo: 23,5°C y 46,5% Hr.

# Secuencia	Zona de ensayo	Tipo ensayo
1	Cara 5	P
2	Esquina 3-4-5	R
3	Cara 4	P
4	Esquina 3-4-6	R
5	Cara 6	P
6	Esquina 2-3-6	R

INFORME DE RESULTADOS

7	Cara 2	P
8	Esquina 2-3-5	R



Fotografía 22.



Fotografía 23



Fotografía 24



Fotografía 25



Fotografía 26.



Fotografía 27



Fotografía 28



Fotografía 29

RESULTADO:

El resultado es **SATISFACTORIO**.

Observaciones:

- La carga mantiene su funcionalidad, aunque en la secuencia 6 los dos palets se separan.



Fotografía 30

ENSAYO DE IMPACTO HORIZONTAL, según la norma ISO 8611-1.

Muestra 1: 2 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO

Equipo: Máquina de impacto horizontal Lansmont, Mod. HITS 40G.

Velocidad mínima de impacto: 1 m/s.

Nº de muestras sometidas a ensayo: 1.

Zona de impacto: CARA

Nº de impactos: 2

Condiciones climáticas durante el ensayo: 22,4°C y 55,0% Hr.

# Impacto	Zona de ensayo	Velocidad (m/s)
1	Cara 5	1,31
2	Cara 6	1,31



Fotografía 31



Fotografía 32

RESULTADO:

El resultado es **SATISFACTORIO**.

Observaciones:

- La carga e mantiene bien agrupada.

MUESTRA 2

ENSAYO DE CIRCUITO DE CARRETILLA, según ASTM D 6055-96 (2014)

Muestra 2: 4 +PALET AGRUPADOS CON FILM PLASTICO

Equipo: Carretilla N1234

Velocidad máxima: 1,5 m/s

Velocidad en la curva: 1 m/s

Orientaciones: Lado largo y lado corto

Nº de obstáculos: 2

Nº de ciclos: 3

Condiciones climáticas durante el ensayo: 28,7°C y 46,5% Hr.



Fotografía 33. Lado largo



Fotografía 34. Lado corto

RESULTADO:

El resultado Posición LADO LARGO es **NO SATISFACTORIO**.

El resultado Posición LADO CORTO es **NO SATISFACTORIO**.

Observaciones:

- La carga, manipulada por el lado largo, se inclina excesivamente tras pasar por los obstáculos, parando el ensayo para evitar el vuelco.
- La carga manipulada por el lado corto, pasa el ensayo aunque tiende a abrirse por la parte central.
- Los ensayos finalizan ya que la carga no presenta la suficiente agrupación para continuar con los ensayos.

MUESTRA 3

ENSAYO DE CIRCUITO DE CARRETILLA, según ASTM D 6055-96 (2014)

Muestra 3: 4 +PALET AGRUPADOS CON CINCHA TEXTIL

Equipo: Carretilla N1234

Velocidad máxima: 1,5 m/s

Velocidad en la curva: 1 m/s

Orientaciones: Lado largo y lado corto

Nº de obstáculos: 2

Nº de ciclos: 3

Condiciones climáticas durante el ensayo: 28,3°C y 47,5% Hr.



Fotografía 35. Lado largo

RESULTADO:

El resultado Posición LADO LARGO es **SATISFACTORIO**.

El resultado Posición LADO CORTO es **SATISFACTORIO**.

Observaciones:

INFORME DE RESULTADOS

- La carga, manipulada por el lado largo, se inclina ligeramente en la curva, pero se mantiene agrupada.
- La carga manipulada por el lado corto se mantiene agrupada.

MUESTRA 4

ENSAYO DE CIRCUITO DE CARRETILLA, según ASTM D 6055-96 (2014)

Muestra 4: 4 +PALET AGRUPADOS CON FLEJE

Equipo: Carretilla N1234

Velocidad máxima: 1,5 m/s

Velocidad en la curva: 1 m/s

Orientaciones: Lado largo y lado corto

Nº de obstáculos: 2

Nº de ciclos: 3

Condiciones climáticas durante el ensayo: 28,5°C y 47,0% Hr.



Fotografía 36. Lado largo

RESULTADO:

El resultado Posición LADO LARGO es **SATISFACTORIO**.

El resultado Posición LADO CORTO es **SATISFACTORIO**.

Observaciones:

- La carga, manipulada por el lado largo, se inclina ligeramente en la curva, pero se mantiene agrupada.
- La carga manipulada por el lado corto se mantiene agrupada.

CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS DE AGRUPACIÓN DE CARGAS

- Con el resultado de las muestras 1 y 2, se confirma que la agrupación de los cuartos de palets realizada únicamente de la manera habitual con film estirable resulta insuficiente para mantener correctamente agrupadas las cargas.
- Las soluciones planteadas en las muestras 3 y 4 han dado unos resultados favorables, por lo que se van a tener en cuenta en los siguientes paquetes de trabajo como una alternativa viable para la solución del anclaje de los cuartos de palet.

TACO DEL PALET

De la misma manera que en el caso anterior, cualquier elemento que se utilice de unión entre los tacos de madera, en ningún caso pueden interferir el camino de las palets de la carretilla. Por lo tanto, no podrán sobresalir de las dimensiones del taco.

Por ello, cualquier solución pasará en hacer un hueco en el taco para que el anclaje de unión quede empotrado en el mismo, y así evitar que pueda ser golpeado por las palas de la carretilla.

También se puede plantear que sea el propio taco el elemento de unión, pudiéndose plantear soluciones diferentes al taco de madera y buscando otros materiales, que además de ser robustos puedan facilitar el diseño de un taco que incorpore a su vez el anclaje de unión.

Por último, cabe la posibilidad de utilizar la solución planteada en el punto anterior, pero en este caso la cinta, en vez de unir el perímetro de las tablas superiores, uniría los tacos centrales, como se muestra en la siguiente fotografía.



Fotografía 37.

Se llevan a cabo las primeras manipulaciones y se aprecia un buen funcionamiento de la carga, por lo que se decide realizar el ensayo de manipulación mecánica.

ENSAYO DE CIRCUITO DE CARRETILLA, según ASTM D 6055-96 (2014)

Muestra 5: 4 +PALET AGRUPADOS CON FLEJE EN LOS TACO CENTRALES

Equipo: Carretilla N1234

Velocidad máxima: 1,5 m/s

Velocidad en la curva: 1 m/s

Orientaciones: Lado largo y lado corto

Nº de obstáculos: 2

Nº de ciclos: 3

Condiciones climáticas durante el ensayo: 27,5°C y 48,0% Hr.



Fotografía 38.

RESULTADO:

El resultado Posición LADO LARGO es **SATISFACTORIO**.

El resultado Posición LADO CORTO es **SATISFACTORIO**.

Observaciones:

- La carga, manipulada por el lado largo se mantiene agrupada.
- La carga manipulada por el lado corto se mantiene agrupada.

CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS DE AGRUPACIÓN DE CARGAS

- La solución planteada ha dado un resultado favorable, por lo que se va a tener en cuenta en los siguientes paquetes de trabajo como una alternativa viable para la solución del anclaje de los cuartos de palet.

Otra solución que se ha analizado y estudiado es el cambio del taco de madera, por otro tipo de soporte, que además pueda facilitar la unión entre los cuartos de palet.

Tras realizar una tormenta de ideas, se ha decidido optar **por desarrollar un soporte metálico**, que pueda cumplir con las funciones del taco de un palet y además sea capaz de proporcionar una unión segura y resistente entre palets.

SUPERFICIE SUPERIOR O INFERIOR DEL PALET.

De la misma manera que en los casos anteriores se ha de evitar que el anclaje pueda sobresalir de las dimensiones propias de los tablones de madera. Por lo tanto, una posible solución es mecanizar un hueco en el tablón para empotrar el anclaje y así evitar que sea golpeado por las palas de la carretilla.

Algunos anclajes seleccionados en el apartado 2 del presente documento, se podrían aplicar en los tablones superiores.

Previamente a realizar las primeras pruebas se ha realizado un análisis de pros y contras y se ha decidido descartar esta opción debido a que tiene un inconveniente insalvable: **la mercancía tapa el acceso al posible anclaje, y por lo tanto no se podría accionar con el palet cargado.**

CONCLUSIONES FINALES DEL PAQUETE DE TRABAJO 4.

Los anclajes deben cumplir, como mínimo, las siguientes funcionalidades:

- **Usabilidad:** Su uso debe ser rápido, ergonómico, y a ser posible sin necesidad de herramientas adicionales.
- **Seguridad:** Su accionamiento debe ser de forma segura para el usuario y debe asegurar el cierre durante las operaciones de manipulación de los palets.
- **Adaptabilidad:** Debe tener unas características constructivas que permita su adaptación a la zona de los tacos de palet.

Los anclajes **deberán ser constructivamente robustos y sustituibles en caso de rotura.**

Las soluciones de **agrupación en la zona del canto de los listones superiores y en los tacos centrales, han dado resultados favorables**, por lo que se van a tener en cuenta en los siguientes paquetes de trabajo como una alternativa viable para la solución del anclaje de los cuartos de palet.

Analizando las funcionalidades a cumplir y los resultado obtenidos, se ha decidido **desarrollar un soporte metálico**, que pueda cumplir con las funciones del taco de un palet y además sea capaz de proporcionar una unión segura y resistente entre palets.

Tras el trabajo realizado se concluye la necesidad de avanzar en el diseño preliminar del +PALET, para poder concretar que anclajes pueden ser viables y llevar a cabo en ese momento el desarrollo de los mismos.

3.4. PAQUETE DE TRABAJO 5. DISEÑO CONCEPTUAL DE +PALET

IMPLANTACIÓN DE REQUISITOS TECNICOS

En base a la información recopilada en el paquete de trabajo nº 3 “*Establecimiento de requisitos técnicos*” y teniendo en cuenta las necesidades a cubrir por los diferentes usuarios a lo largo de la cadena de distribución, se han definido las características o funcionalidades principales (FP) y secundarias (FS) que deberá cumplir nuestro diseño de palet.

Este tipo de palet se utiliza mayoritariamente en el Sector de la Distribución Comercial. Las empresas que utilizan este tipo de palet suelen hacerlo para productos de *Alimentación y Frescos entre otros* y suelen enviar 4 cuartos de palet agrupados y consolidados con film estirable, bien individualmente o de dos en dos para conseguir bultos más estables para una correcta manipulación conjunta durante todo el proceso logístico.

Este conjunto se desagrupa y se manipula mecánicamente de forma individual (cuarto de palet) únicamente en las últimas etapas.

Durante las operaciones de manipulación aparecen los siguientes **problemas**:

- La **agrupación** de cuatro cuartos de palet es **deficiente**.
- La carga **no se comporta como una unidad**.
- Para evitar este problema algunas empresas utilizan “**palet esclavo**”: colocan los 4 cuartos de palet enfardados encima de una palet de 800 x 1200 mm, añadiendo un **sobrecoste** en los procesos logísticos.

Otros problemas detectados para los cuartos de palet son:

- **Inestabilidad estructural**.
- Necesitan de un **dimensionado perfecto** para poder utilizarse en sistemas automáticos de alta velocidad.

- Requieren de **4 entradas** para facilitar su manipulación: que para el almacenaje suele ser por el lado corto (400 mm) y para su transporte y desplazamiento por el lado largo (600 mm)

Como hemos visto en documentos anteriores **existe una gran diversidad** de cuartos de palet fabricados en varios tipos **de materiales**: plástico, madera, fibra de madera, cartón ondulado y otros materiales. Y la mayoría de estos palets se utilizan para **Displays** en los puntos de venta.

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES

A la hora de diseñar el nuevo cuarto de palet vamos a pedirle que cumpla una serie de características funcionales y necesidades, con la finalidad de tratar de mejorar los cuartos de palet existentes en la actualidad.

Si recordamos cuales son los objetivos del Proyecto, podremos extraer las principales funcionalidades que le vamos a exigir al diseño:

Estas características se convierten en básicas o principales (**FP**) por la propia definición/objetivo del proyecto:

FUNCIONALIDADES PRINCIPALES	DESCRIPCIÓN
FP1 - Dimensiones	Las dimensiones (<i>Largo x Ancho</i>) preestablecidas para el cuarto de palet serán las de: 600 x 400 mm
FP2 - Material	El material elegido para llevar a cabo el diseño del nuevo cuarto de palet es la MADERA .
FP3 - Manipulación con medios mecánicos	Debe tener la capacidad de ser manipulado con facilidad por los medios mecánicos habituales: Transpaletas manuales y carretillas mecánicas.
FP4 - Fijación entre cuartos de palet:	Debe existir algún elemento de unión o anclaje que permita funcionar como una unidad la agrupación de varios cuartos de palet.

Hemos desarrollado también un listado de características y funcionalidades secundarias (**FS**) del que trataremos de extraer con posterioridad las características con más peso, después de las principales, a la hora de diseñar el cuarto de palet.

Las funcionalidades consideradas a la hora de crear propuestas de diseño del cuarto de palet son los siguientes:

FUNCIONALIDADES SECUNDARIAS	DESCRIPCIÓN
FS1 – Peso en vacío	Se buscará el menor posible del +PALET, siempre teniendo en cuenta los requisitos de Ecodiseño.
FS2 – Durabilidad / reutilizable	Debe tener la capacidad de ser reutilizable y duradero para que el ciclo de vida del producto se amplíe.
FS3 – Carga nominal	Lo habitual es no sobrepasar los 150 kg sin embargo, analizando las cargas más pesadas, vamos a establecer un peso máximo de 200 kg .
FS4 – Estética	Que tenga un aspecto agradable en su diseño.
FS5 – 4 entradas	El cuarto de palet y su agrupación resultante deben poder manipularse por los dos lados de la carga (largo y ancho).
FS6 – Superficie antideslizante	La plataforma del cuarto de palet debe tener una buena resistencia al deslizamiento de la carga.
FS7 – Coste fabricación	El coste de fabricación del palet debe ajustarse a los precios medios de mercado en productos similares.
FS8 – Mantenimiento	Debe tener la capacidad de poder repararse si es necesario en algún momento de su ciclo de vida.
FS9 – Uso en sistemas automáticos	El cuarto de palet debe tener la capacidad de poder ser utilizado en sistemas automáticos de almacenamiento.
FS10 – Seguridad	Las tareas de agrupado y desagrupado de los cuartos de palet, así como su manipulación no deben conllevar un riesgo de accidente para las personas.
FS11 – Ergonomía	Las tareas de agrupado y desagrupado deberán seguir criterios ergonómicos, en la medida de los posible.
FS12 – Cumplimiento normativa	Será recomendable que tanto el cuarto de palet de manera independiente, como la agrupación de cuatro cuartos formando un palet europeo puedan cumplir la siguiente normativa:

INFORME DE RESULTADOS

	UNE-EN ISO 8611-1	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 1: Métodos de ensayo.
	UNE-EN ISO 8611-2	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 2: Requisitos para las prestaciones y selección de ensayos.
	UNE-EN ISO 8611-3	Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 3: Cargas máximas en servicio.

Estas características que deberá cumplir el cuarto de palet, en el proceso de diseño se convertirán en restricciones que junto a las impuestas por la normativa aplicable al producto, justificarán el diseño final.

DISEÑO CONCEPTUAL +PALET

En esta Fase se buscarán conceptos o principios de solución para los problemas o necesidades identificados (Funcionalidades FP y FS), sintetizando una o varias posibles soluciones.

Para ello nos vamos a servir de una herramienta multicriterio que nos va a ayudar a tomar decisiones.

MATRIZ DE DOMINACIÓN PARA FACTORES

Con esta matriz se determinan cuáles son los factores dominantes y cuáles los dominados en las posteriores propuestas de diseño.

Se comparan los factores por parejas, estableciendo cuál de ellos es más importante y en qué porcentaje con respecto al otro. Una vez concluido el criterio de comparación se realiza el sumatorio tanto por filas como por columnas. Los factores dominantes serán aquellos que hayan obtenido los valores más altos en el sumatorio por filas, mientras que los factores dominados serán los que correspondan a la máxima valoración por columnas.

$$(a_{ij} + a_{ji} = 1)$$

	f_1	f_2	f_3	...	f_j	...	f_n	$\sum f_i$
f_1	-	a_{12}	a_{13}	...	a_{1j}	...	a_{1n}	
f_2	a_{21}	-	a_{23}	...	a_{2j}	...	a_{2n}	
f_3	a_{31}	a_{32}	-	...	a_{3j}	...	a_{3n}	
...	-	
f_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	...	-	...	a_{in}	
...	-	...	
f_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	...	a_{nj}	...	-	
$\sum f_j$								-

VALORES ALTOS → FACTORES DOMINADOS

VALORES ALTOS → FACTORES DOMINANTES

Una vez comparados todos los factores secundarios (FS) vistos en el punto anterior esta es la tabla resultante con las relaciones:

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	TOTAL
F01		3	3	8	3	2	2	3	3	1	5	3	36
F02	7		5	9	6	6	5	6	6	4	6	6	66
F03	7	5		9	6	7	5	7	7	4	7	7	71
F04	2	1	1		1	2	1	1	2	0	2	1	14
F05	7	4	4	9		6	5	7	6	3	6	6	63
F06	8	4	3	8	4		3	3	4	1	5	5	48
F07	8	5	5	9	5	7		6	7	3	6	6	67
F08	7	4	3	9	3	7	4		6	2	4	6	55
F09	7	4	3	8	4	6	3	4		2	6	6	53
F10	9	6	6	10	7	9	7	8	8		7	7	84
F11	5	4	3	8	4	5	4	6	4	3		5	51
F12	7	4	3	9	4	5	4	4	4	3	5		52
TOTAL	74	44	39	96	47	62	43	55	57	26	59	58	-

Y éstas son las tablas resumen con el total de puntuaciones para cada uno de los factores (FS). En verde los **dominantes** y en rojo los **dominados**:

FUNCION SECUNDARIA			TOTAL	TOTAL	FUNCION SECUNDARIA			TOTAL	TOTAL
Seguridad	F10	84			Estética	F04	96		
Carga nominal	F03	71			Peso en vacío	F01	74		
Coste fabricación	F07	67			superficie antideslizante	F06	62		
Durabilidad / reutilizable	F02	66			Ergonomía	F11	59		
4 entradas	F05	63			Cumplimiento normativa	F12	58		
Mantenimiento	F08	55			Uso en sistemas automáticos	F09	57		
Uso en sistemas automáticos	F09	53			Mantenimiento	F08	55		
Cumplimiento normativa	F12	52			4 entradas	F05	47		
Ergonomía	F11	51			Durabilidad	F02	44		
Superficie antideslizante	F06	48			Coste fabricación	F07	43		
Peso en vacío	F01	36			Carga nominal	F03	39		
Estética	F04	14			Seguridad	F10	26		

Analizando los datos obtenidos en la matriz, los factores más **dominantes** para diseñar el cuarto de palet son los siguientes:

- 1º. **Seguridad**
- 2º. **Carga Nominal**

Por lo tanto concluimos que:

Las tareas de agrupado y desagrupado de los cuartos de palet, así como su manipulación no deben conllevar un riesgo de accidente para las personas.

El peso máximo que deberá poder soportar un cuarto de palet será de 200 kg.

Observando los datos de la matriz, los factores más dominados y por lo tanto, los menos importantes para diseñar el cuarto de palet son:

- **Estética**
- **Peso en vacío**

El factor estética en este producto concreto no es influyente ya que aunque el cuarto de palet se va a utilizar en muchos casos como un elemento de *Displays*, realmente su labor es de soporte del producto en venta sin llegar a constituir un elemento de reclamo publicitario.

El peso en vacío es otro de los factores menos influyentes ya que el peso de los productos paletizados no es excesivo y por otro lado el cuarto de palet será manipulado con transpaleta y/o carretilla mecánica. Aun así se intentará mantener el mínimo peso posible, atendiendo también a los requisitos de Ecodiseño.

CICLO DE VIDA & ECODISEÑO

Se define Ciclo de Vida como las etapas consecutivas e interrelacionadas del sistema del producto desde la adquisición de materias primas o generación de recursos naturales hasta su eliminación final.

Las etapas del ciclo de vida de cualquier producto son:

- Extracción de materias primas.
- Procesado de materiales.
- Producción y montaje.
- Distribución.
- Uso y servicio.
- Retiro, que incluye las alternativas:
 - Reutilización, refabricación y reciclaje.
 - Aprovechamiento energético u otro.
 - Deposición en vertedero.

El Diseño para el Ciclo de Vida consiste en un enfoque proactivo para integrar la prevención de la contaminación y las estrategias de conservación de recursos, en el desarrollo de nuevos productos

más sostenibles medioambiental y económicamente. El objetivo del diseño para el ciclo de vida consiste en minimizar los riesgos e impactos agregados sobre este ciclo.

Una de las metodologías de diseño a aplicar para tener en cuenta el ciclo de vida de un producto es el **Ecodiseño (Design for Environment)** o Diseño respetuoso con el medio ambiente.

Para ello tenemos que tener en cuenta los siguientes parámetros:

Selección de materiales de bajo impacto.

- Materiales limpios: son materiales y aditivos que no causan emisiones peligrosas durante su producción o eliminación. La madera es un material completamente ecológico y natural ya que no requiere de un proceso industrial en las etapas de plantación, cultivo, mantenimiento y tala, no generando impactos ambientales significativos hasta la etapa de transformación.
- Materiales renovables.
- Materiales con bajo contenido energético: se dice que un material tiene alto contenido energético si en su extracción u obtención ha sido necesaria una alta cantidad de energía. La madera es menos intensiva en consumo de energía que otros materiales como el acero, el aluminio y los plásticos.
- Materiales reciclados: se aprovecha la energía invertida en la obtención de estos materiales y se disminuye su eliminación como residuos.

El material elegido para fabricar el cuarto de palet es la madera, aparte de por sus propiedades mecánicas y estructurales, por su bajo impacto medioambiental.

Reducción del uso de materiales.

- Reducción en peso: menos peso supone, generalmente, menos cantidad de material y por lo tanto menos residuos. Aumentar la rigidez de un producto mediante el diseño de refuerzos apropiados en lugar de recurrir a un sobredimensionado podría ser una solución en este caso. Uno de los factores de diseño es el peso ya que un menor peso facilitará la manipulación del cuarto de palet en todos los puntos de la cadena de suministro.

- Reducción en volumen a transportar: en este caso se tiene como objetivo reducir el impacto durante el transporte del producto. Las dimensiones del cuarto de palet aseguran un volumen menor que el del resto de formatos. La logística inversa del cuarto de palet es más eficiente que la del resto de formatos debido al menor peso y volumen que tiene en relación con el palet completo.

Optimización de las técnicas de producción.

- Técnicas de producción alternativas: siempre que exista la posibilidad deberán buscarse tecnologías de producción más limpias.
- Reducción de etapas del proceso de fabricación: lo que puede significar la reducción del consumo de energía, los movimientos de materiales, los costes e incluso los residuos generados.
- Menor consumo de energía y consumo de energía limpia en las industrias.
- Reducción de residuos: con el uso de las Mejores Tecnologías Disponibles (MTDs) o la reducción de etapas en el proceso se pueden complementar con la mejora del mantenimiento, el incremento del reciclaje...
- Consumo de menos recursos o consumo de recursos más limpios.

Se estudiará si estas técnicas de producción de bajo impacto se aplican en la empresa que fabrique el cuarto de palet para tratar de optimizar al máximo su fabricación.

Optimización de los sistemas de distribución.

- Embalaje: que cumpla los parámetros de menos peso / más limpio / reutilizable.
- Modos de transporte energéticamente más eficientes.
- Logística energéticamente más eficiente.

El cuarto de palet influirá positivamente en reducir el consumo energético de la logística del sector de la Distribución Comercial, ya que permitirá mejorar las operaciones de manipulación, carga / descarga y transporte realizándolas de una forma más rápida y reduciendo incidencias.

Reducción del impacto durante el uso.

- Asegurar un bajo consumo energético: para ello se buscarán los componentes más eficientes. El cuarto de palet es un producto que por sí sólo no consume energía, en su manipulación es donde se utilizan diferentes medios de transporte, alimentados algunos mediante electricidad y otros con combustible.
- Empleo de fuentes de energía limpias.
- Reducción de consumibles.
- Consumibles limpios: los repuestos deberán ser vistos como un producto individual con su propio ciclo de vida.

Optimización de la vida del producto.

- Alta fiabilidad y durabilidad: con ello se consigue una reducción importante del impacto ambiental de los productos. Al unificar varias funciones en un solo producto la durabilidad está justificada.
- Facilidad de mantenimiento y reparación: son factores que se tienen en cuenta y se analizan posteriormente.
- Estructura de producto modular / adaptable: lo que se pretende conseguir con el cuarto de palet es distribuir los productos que contiene haciendo un solo grupo de forma ordenada y segura para reducir tiempos y optimizar el espacio. Su versatilidad y modularidad permitirá crear varias configuraciones de distribución, y además su tamaño individual permitirá su colocación directa en puntos de venta.
- Conseguir un diseño “clásico”: el objetivo de diseño desde la perspectiva medioambiental consiste en lograr que la vida estética del producto sea similar o superior a su vida técnica. El factor “estética” en este producto apenas es determinante porque el segmento de mercado al que va dirigido es el sector de la distribución comercial, siendo prioritarios otros factores, como la posibilidad de fijación y combinación entre cuartos de palet para facilitar su manipulación y transporte. La carga estética en este caso se la llevaría la carga o producto transportados en el cuarto de palet.

Optimización del fin de vida del sistema.

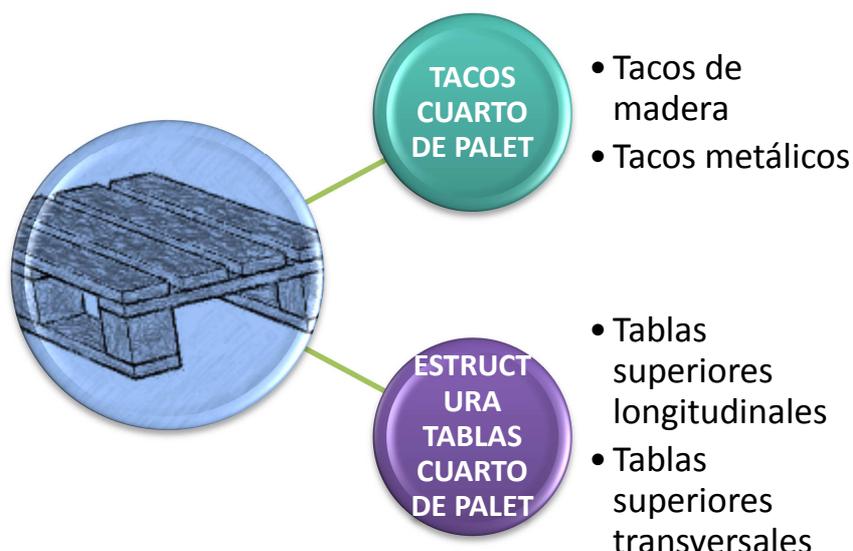
- Favorecer la reutilización del producto completo: cuanto más retenga el producto su forma original para posteriores usos mayores serán las disminuciones de impacto logradas; aunque este principio puede ser contraproducente si la tecnología logra nuevos productos energéticamente más eficientes. Una de las restricciones en el diseño del cuarto de palet es que sea reutilizable y al no tener impacto energético por sí mismo es un producto con un amplio ciclo de vida ya que también se contempla su mantenimiento y reparación.
- Favorecer la refabricación o el re-acondicionamiento: cuando la reutilización del producto completo no es posible se puede analizar el aprovechamiento de alguna de sus partes o componentes antes de que éste termine en el vertedero.
- Favorecer el reciclaje: cuando las dos posibilidades anteriores no sean viables, se podrá tratar de recuperar al menos los materiales. Existen tres niveles de reciclaje:
 - Para el mismo fin que el material original.
 - Para aplicaciones de menor exigencia.
 - Descomposición química del material en sus elementos.
- Incineración segura (recuperación energética): con esta técnica se asegura la recuperación de ciertos materiales pero los elementos tóxicos deben separarse para ser tratados aparte.
- Eliminación segura: los desechos restantes deben ser eliminados, tratados o almacenados convenientemente.

PROPUESTAS DE DISEÑO. BOCETAJE.

Una vez revisados todos los factores a tener en cuenta para el diseño del cuarto de palet:

- Requisitos estructurales
- Requisitos logísticos
- Requisitos constructivos
- Requisitos de ecodiseño
- Funcionalidades principales
- Funcionalidades secundarias....

Se llevan cabo una serie de propuestas conceptuales generales de diseño del cuarto de palet:



DISEÑO PRELIMINAR

En esta fase se concretizará la solución seleccionada definiendo de una forma general los distintos componentes del cuarto de palet y proponiendo un resultado con una forma específica y unas dimensiones y planimetría que se irán aproximando al resultado final pero sin llegar a ser el diseño definitivo.

VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE DISEÑO

Viendo las distintas propuestas realizadas podríamos obtener varias configuraciones de cuartos de palet:

	TACO MADERA (Ma)	TACO METÁLICO (Me)
TABLAS LONGITUDINALES (TL)	CF1	CF3
TABLAS TRANSVERSALES (TT)	CF2	CF4

Configuraciones posibles:

- **Configuración 1:** Tablas Longitudinales + Taco Madera (CF1)
- **Configuración 2:** Tablas Transversales + Taco Madera (CF2)
- **Configuración 3:** Tablas Longitudinales + Taco Metálico (CF3)

▪ **Configuración 4:** Tablas Transversales + Taco Metálico (CF4)

Con el fin de seleccionar la opción idónea en cuanto a la configuración y distribución de las tablas superiores del cuarto de palet hemos llevado a cabo un análisis teórico estructural para ver cuál de las configuraciones (Tablas Longitudinales vs Transversales) ofrece una mejor respuesta frente a las cargas.

ANÁLISIS DE SIMULACIÓN DE ESFUERZOS Y TENSIONES

OBJETO DEL ANALISIS.

El presente análisis tiene por objeto realizar la comparativa entre las varias configuraciones o geometrías diseñadas:

- Modelo completamente de madera pero diferente disposición longitudinal y transversal.
- Modelo con tacos metálicos y con disposición de la madera longitudinal o transversal.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO.

Para discretizar las diferentes partes del modelo, se han utilizado elementos 3D de alto orden del tipo hexaedro y tetraedro parabólico, los cuales nos permitirán obtener una distribución de tensiones detallada del taco. Para el estudio de los elementos comentados se ha utilizado el software ANSYS PROFESIONAL v18.

El programa considera un comportamiento elástico y lineal de los materiales.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Las características del material utilizado para los diferentes tacos, de acuerdo con los datos facilitados por el solicitante, son las siguientes: **ACERO ST 37** y **MADERA**

TIPO DE FALLO ESTUDIADO

Para el taco el objetivo del análisis será determinar las tensiones y desplazamientos en nodos y elementos.

De este modo se podrá comprobar la distribución de tensiones y si en algún punto se superan las tensiones límite características de cada material, la tensión elástica y de rotura.

El objetivo del análisis será determinar tensiones en nodos y elementos, comparando los resultados con el criterio de fallo de von Mises para determinar la validez del diseño.

El criterio de tensión máxima de Von Mises está basado en la teoría de von Mises-Hencky (también conocida como teoría del esfuerzo cortante o teoría de máxima distorsión de energía).

Esta teoría afirma que el fallo en materiales dúctiles ocurre cuando la energía de distorsión por unidad de volumen del material iguala o supera la energía de distorsión por unidad de volumen del mismo material cuando este es sometido al ensayo de tracción. Esta teoría tiene en cuenta la energía asociada a los cambios de forma del material.

El fallo está previsto que ocurra cuando:

$$\sigma_{\text{VON MISES}} \geq \sigma_{\text{LIMITE}}$$

$$\sigma_{\text{vonMises}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}$$

La tensión equivalente de Von Mises puede ser expresada en términos de tensiones principales como sigue:

La tensión límite σ_{LIMITE} puede ser expresada como un factor del límite elástico del material, por lo tanto:

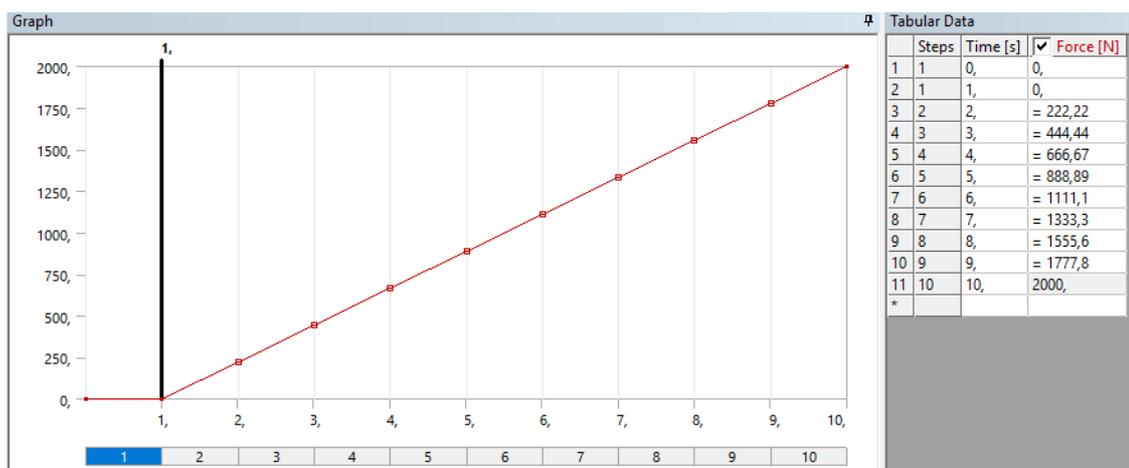
$$\text{Factor de seguridad: } \sigma_{\text{LIMITE}} / \sigma_{\text{VON MISES}}$$

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO UTILIZADAS

Las caras de color azul marino van a estar fijas durante el estudio. Y será la misma condición de contorno para los cuatro modelos estudiados.

CARGAS E HIPÓTESIS DE CARGA

- 1 Se han realizado los cálculos siguiendo las indicaciones marcadas en cuanto a cargas que se transmiten al palet.
- 2 Dichas cargas se describen a continuación: se aplica la carga desde 0 a 200 kg en 10 intervalos.



RESULTADOS DEL CÁLCULO

Un resumen de los resultados gráficos de los análisis de tensiones y deformaciones para la carga normal de trabajo de 200kg realizado, se muestra en el ANEXO I. del entregable E 5: Informe de diseño conceptual/preliminar de +PALET.

Se recogen, las tensiones equivalentes de VON MISES basadas en las tensiones principales, que nos indican los puntos con mayor probabilidad de ser críticos y que se pueden comparar directamente con el límite elástico del material, en Newtons por milímetro cuadrado (N/mm² ó MPa).

Los desplazamientos globales del taco se dan en milímetros (mm).

A continuación se recoge un resumen de las Tensiones Máximas observadas en los distintos elementos estudiados. Para la comparativa de tensiones se ha tomado el límite elástico del material con un límite elástico de 235 MPa.

MODELOS COMPLETAMENTE DE MADERA

Modelo longitudinal 222 N 444N 666N 888N 1111N 1333N 1555N 1777 N 2000 N

Deformación (mm)	1,28	2,57	3,85	5,14	6,43	7,71	9,00	10,29	11,58
Tensión (Mpa)	0,63	1,27	1,91	2,55	3,19	3,83	4,47	5,11	5,75

Modelo transversal 222 N 444N 666N 888N 1111N 1333N 1555N 1777 N 2000 N

Deformación (mm)	1,42	2,85	4,2	5,70	7,13	8,56	9,98	11,4	12,84
Tensión (Mpa)	0,76	1,53	2,30	3,07	3,83	4,60	5,37	6,14	6,90

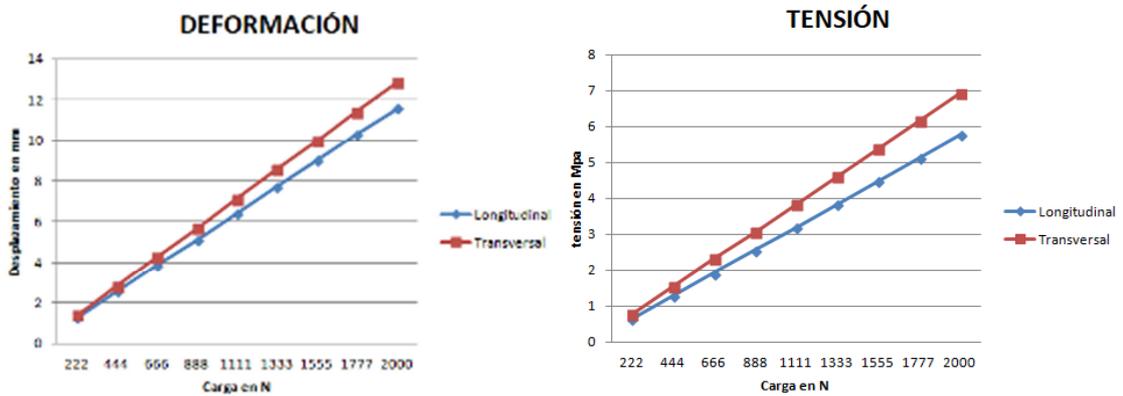


Fig. 1 Graficas comparativas

MODELO MADERA + METAL

Modelo longitudinal 222 N 444N 666N 888N 1111N 1333N 1555N 1777 N 2000 N

Deformación (mm)	2,01	4,03	6,04	8,06	10,08	12,1	14,11	16,133	18,15
Tensión (Mpa)	39,4	78,8	118,2	157,6	197,1	236,5	275,9	315,3	345,8

Modelo transversal 222 N 444N 666N 888N 1111N 1333N 1555N 1777 N 2000 N

Deformación (mm)	1,37	2,74	4,11	5,48	6,85	8,22	9,59	10,9	13,34
Tensión (Mpa)	32	63,8	95,7	127,6	159,5	191,4	223,3	255,2	287,1

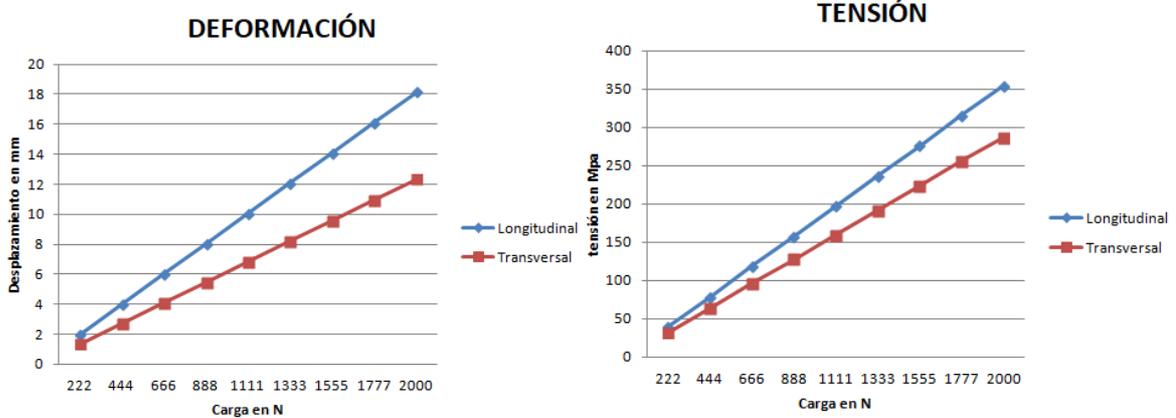


Fig. 2 Graficas comparativas

CONCLUSIONES FINALES DEL PAQUETE DE TRABAJO 5

Del análisis de los resultados de los mismos, se concluye:

1-Modelos de madera: En la comparativa de ambos modelos se observa que el modelo longitudinal se comporta algo mejor que el modelo transversal, aunque la diferencia no es significativa.

2-Modelos madera + metal: En este tipo de configuración de los tacos de metal el modelo transversal tiene un mejor comportamiento que el longitudinal.

Vistos los resultados arrojados en el análisis de simulación de esfuerzos y tensiones, la decisión final respecto al diseño definitivo del palet y su configuración en cuanto a disposición de las tablas, espesores o material del taco, se tomará en la siguiente fase del proyecto.