



INFORME PROYECTOS— 2024

INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN VIBRACIÓN DE CAJAS DESTINADAS AL TRANSPORTE
Y ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y VERDURAS FRESCAS
“VIBRAFRUIT”

Informe: “Final de resultados”

Expediente: IMAMCA/2024/2

Coordinado en AIDIMME por: Enrique Rueda Delgado



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE+i

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACIÓN

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

1	<u>INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</u>	<u>1</u>
2	<u>DESARROLLO DEL PROYECTO. ACTIVIDADES REALIZADAS</u>	<u>2</u>
2.1	SELECCIÓN DE LOS ENVASES	2
2.1.1	CARACTERIZACIÓN DEL EMBALAJE	2
2.1.2	INFORMACIÓN FACILITADA POR LAS EMPRESAS COLABORADORAS	2
2.1.3	SELECCIÓN DE MUESTRAS	5
2.1.4	CUADRO RESUMEN	6
2.1.5	SELECCIÓN DE MUESTRAS POR EMPRESA COLABORADORA.....	6
2.2	PROTOCOLO DE ENSAYO	7
2.2.1	PROTOCOLO DE ENSAYO NIVEL 1: ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA PLANCHA DE CARTÓN ONDULADO.	9
2.2.2	PROTOCOLO DE ENSAYO NIVEL 2: ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA CAJA. ESTAS PRUEBAS SE REALIZAN EN TODO CASO CON CARGA SIMULADA Y A UNA CAJA INDEPENDIENTE.	10
2.2.3	PROTOCOLO DE ENSAYO NIVEL 3: ENSAYOS DE VIBRACIÓN A COLUMNA. ESTA PRUEBA SE REALIZA A UN CONJUNTO DE 3 CAJAS APILADAS EN COLUMNA, CON CARGA SIMULADA.	11
3	<u>RESULTADOS OBTENIDOS</u>	<u>13</u>
4	<u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	<u>14</u>
5	<u>ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>15</u>

1 Introducción. Objetivos del proyecto

El proyecto VIBRAFRUIT tiene como objetivo optimizar la composición de los embalajes destinados al transporte y almacenamiento de frutas y verduras frescas, sin disminuir su capacidad de protección durante las operaciones de transporte, analizando el comportamiento de los embalajes actuales empleados por las empresas de la Comunidad Valenciana durante su ciclo de distribución, centrándonos en los efectos de las vibraciones a los que están sometidos.

El proyecto está enclavado dentro de la línea estratégica de I+D Sistemas de embalaje, y permitirá a las empresas fabricantes de embalajes de cartón optimizar sus productos, dando una respuesta más adecuada a las necesidades de sus empresas clientes, además de una fabricación más eficiente, un mejor aprovechamiento de las materias primas y productos optimizados, lo que reducirá el impacto sobre el medio ambiente.

En este paquete de trabajo se cuenta con la colaboración de las siguientes empresas:

- Cartonajes Bernabeu, S.A.U.
- Cartonajes de La Plana, S.L.
- Envases Durá, S.L.

El resumen de las tareas realizadas dentro del Paquete de Trabajo 4, son:

- Selección de embalajes de cajas de cartón que se requieren para alcanzar los objetivos.
- Desarrollo de un protocolo de caracterización mediante ensayos de laboratorio.

2 Desarrollo del proyecto. Actividades realizadas

2.1 Selección de los envases

Inicialmente se identificaron las diferentes variables que influyen en las características del envase de cartón, y que determinan la caracterización de estos. La selección de los envases de cartón se centró en los envases utilizados para el transporte y almacenamiento de frutas y verduras.

2.1.1 Caracterización del embalaje

Característica	Valores
Dimensión del embalaje (Capacidad)	▪ Caja de 400 mm x 300 mm (4 y 5 kg) ▪ Caja de 500 mm x 300 mm (5 kg) ▪ Caja de 600 mm x 400 mm (Entre 5 y 20kg)
Estructura del embalaje	▪ Caja doble testero ▪ Caja con tejadillo ▪ Caja de columna
Calidad del cartón	▪ Cartón ondulado: simple cara, doble cara, doble doble y triple. ▪ Canal: EB o BC. ▪ Calidad de los papeles: test-liner, kraft-liner y semiquímicos, con variaciones de su gramaje.

Tabla nº 1 Caracterización del embalaje

Una vez fijadas las características principales de los envases de cartón, se estudió la oferta comercial de las tres empresas colaboradoras, para establecer los distintos valores que conforman cada característica, y que sirvió de base para confeccionar una relación inicial de envases a solicitar (Ver Tabla nº 1).

2.1.2 Información facilitada por las empresas colaboradoras

De cada empresa colaboradora se obtuvo información sobre la oferta disponible para los envases de cartón ondulado.

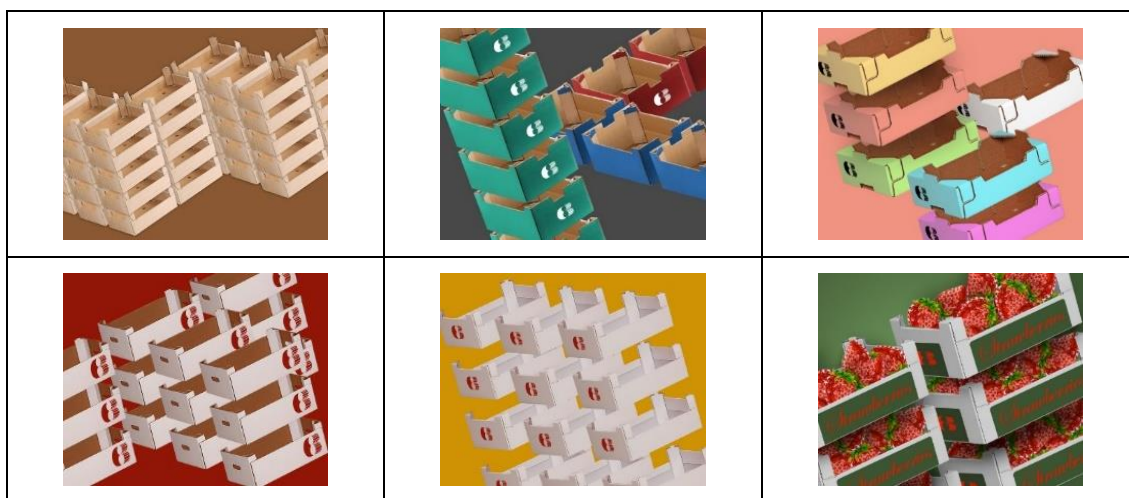
GRUPO LA PLANA

Grupo la Plana se dedica a la fabricación de cajas para el transporte y exposición de productos hortofrutícolas: Soluciones Agrícolas. Se trata de cajas robustas y apilables que aseguran el correcto transporte de frutas y verduras, ofreciendo resistencia a la humedad y asegurando la correcta ventilación y conservación de los productos manteniéndolos en perfecto estado a lo largo de toda la cadena de suministro.

		
Caja Doble Testero Estos embalajes se adaptan bien a entornos húmedo ya que suelen portar frutas	Caja Tipo C (Columna) Este tipo de cajas pueden apilarse de tal manera que formen una columna. No se cierran con el fin de que los productos que contienen, que suelen ser alimentos, puedan estar ventilados.	Caja Tipo T (Tejadillo) Con varias opciones para cubrirlas con tejadillo plegado o escote de gualdera.

CARTONAJES BERNABEU

Cartonajes Bernabeu, S.A., es especialista en la fabricación de envases para agricultura, acumulando una larga experiencia. Entre su oferta incorpora cajas de diferentes dimensiones y capacidades, así como cajas de tejadillo o de columna.



ENVASES DURA

Dentro del sector hortofrutícola, Envases Durá aborda temas como la mejora y optimización de la protección del embalaje de los productos, así como la utilización de materiales respetuosos con el medio ambiente. De esta manera, da una respuesta eficaz a la gran demanda de soluciones por parte del sector agrícola, ayudando a cumplir con las especificaciones técnicas requeridas.

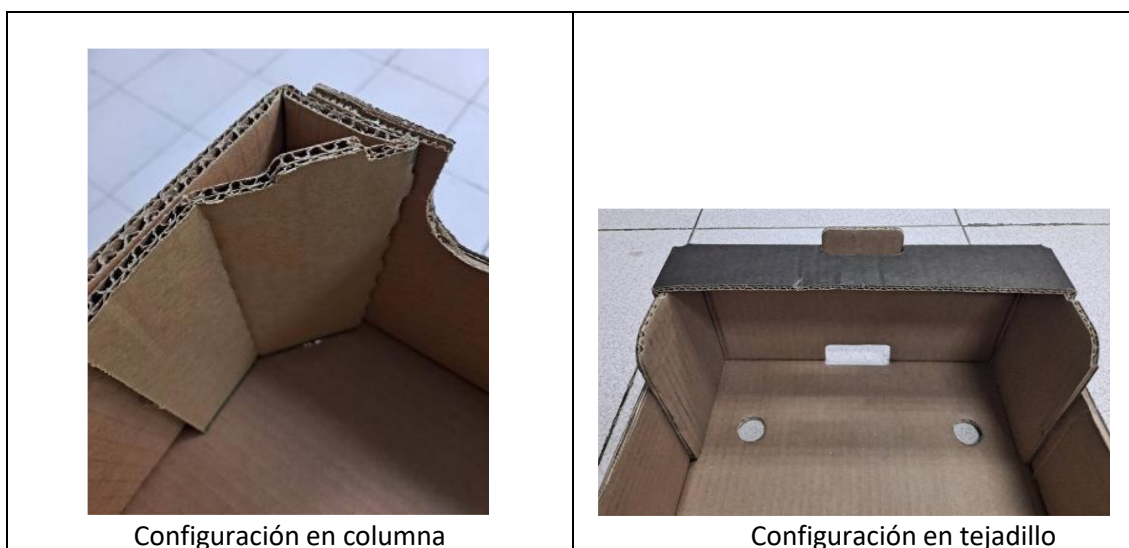


2.1.3 Selección de muestras

A continuación, se muestra los materiales seleccionados para la realización de las actividades de proyecto. Estos embalajes son representativos de la producción en la Comunidad Valenciana y suponen un importante nicho de fabricación en las empresas participantes en el proyecto.

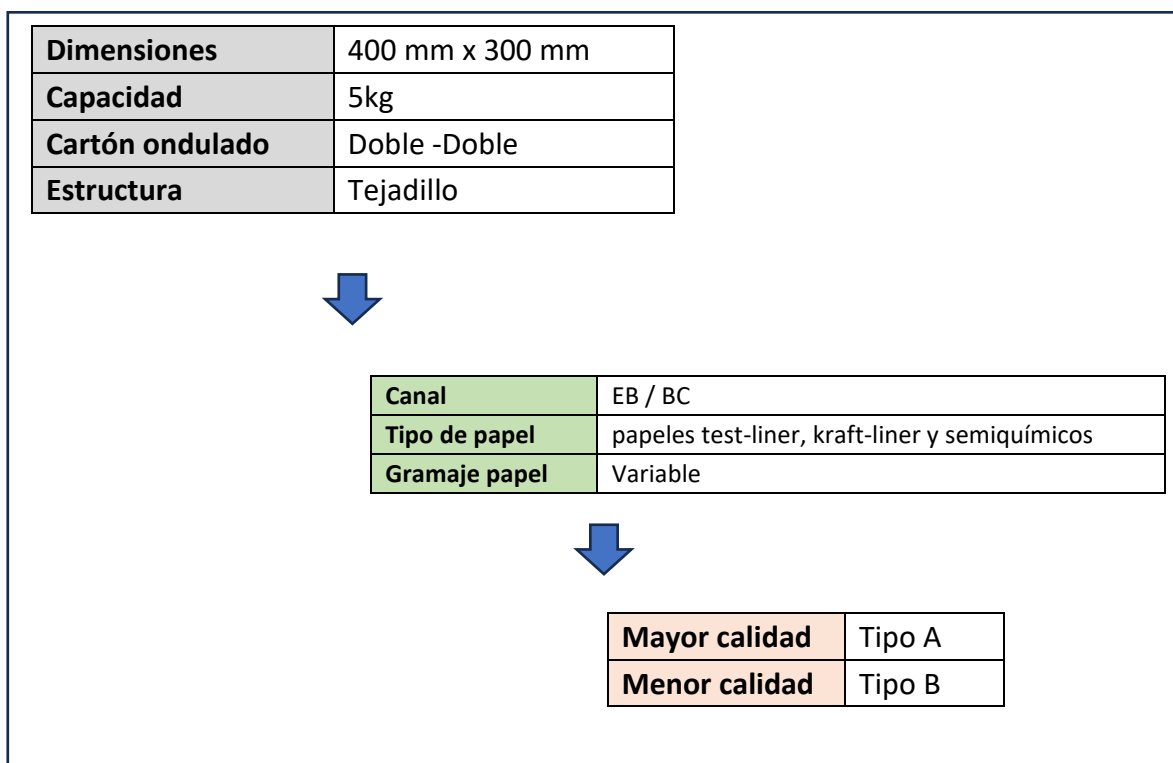
A su vez, los embalajes destinados al transporte y almacenamiento de productos hortofrutícolas son también muy interesantes, ya que tienen que ser capaces de mantener su resistencia cuando las condiciones de transporte son desfavorables. Las frutas y verduras se distribuyen refrigeradas y liberan humedad en el ambiente, lo que afecta a las propiedades del cartón ondulado.

Los embalajes para frutas y verduras se seleccionaron según las dimensiones del fondo en una única medida 400 mm x 300 mm, de altura y capacidad también única 5kg. Todas las cajas seleccionadas están formadas por cartón ondulado doble-doble, y configuración de la caja con tejadillo. Se ha seleccionado una dimensión y configuración de la caja única para que los resultados que se obtengan tras los ensayos se ciñan a un solo diseño de caja.



Con respecto a las especificaciones del ondulado (Canal) y el papel que conforma el cartón, se dejará a decisión de las empresas el envío de dos tipologías de caja: A y B, siendo la tipología A de calidad sensiblemente superior a la tipología B.

2.1.4 Cuadro resumen



2.1.5 Selección de muestras por empresa colaboradora

Las muestras que se han seleccionado y que se van a solicitar a cada una de las empresas colaboradoras del proyecto son las siguientes:

GRUPO LA PLANA				
Nº de Cajas	Dimensiones (mm)	Configuración	Peso contenido (Kg)	Canal/ Papel /Gramaje
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo A (↑)
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo B (↓)

CARTONAJES BERNABEU				
Nº de Cajas	Dimensiones (mm)	Configuración	Peso contenido (Kg)	Canal/ Papel /Gramaje
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo A (↑)
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo B (↓)

ENVASES DURA				
Nº de Cajas	Dimensiones (mm)	Configuración	Peso contenido (Kg)	Canal/ Papel /Gramaje
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo A (↑)
10	400x300	Tejadillo	5	Calidad Tipo B (↓)

Además, se incluyen planchas de cartón ondulado con la misma composición y estructura de las empleadas en la fabricación de los embalajes seleccionados.

2.2 Protocolo de ensayo

Los técnicos de AIDIMME establecieron las pruebas que van a conformar el protocolo de ensayo a realizar con las muestras seleccionadas y pendientes de solicitar.

Antes de identificar las pruebas que van a conformar el protocolo de ensayos para establecer el comportamiento de esta tipología de embalajes, se abordaron los aspectos relativos a su montaje. Habitualmente estos embalajes se sirven en forma de plancha y son montados posteriormente por centros de montaje, dependientes de las empresas fabricantes o bien de las usuarias, pero independientes de la fabricación del cartón ondulado. Los técnicos de las empresas y de AIDIMME decidieron, para evitar la influencia del montaje, que éste se llevase a cabo en AIDIMME. El laboratorio de AIDIMME ya contaba con los medios necesarios y con un protocolo de montaje para cajas hortofrutícolas.

Con respecto a los ensayos, se han considerado tres niveles a tener en cuenta:

Nivel 1: Ensayos de caracterización de la plancha de cartón ondulado.

Nivel 2: Ensayos de caracterización de la caja. Estas pruebas se realizan en todo caso con carga simulada y a una caja independiente.

Nivel 3: Ensayos de vibración a columna. Esta prueba se realiza a un conjunto de 3 cajas apiladas en columna, con carga simulada.

En los tres casos se propuso incorporar condiciones climáticas que se aproximen a condiciones reales de transporte y a condiciones de alta humedad. Los dos acondicionamientos climáticos propuestos son:

Acondicionamiento 1	23º C / 50%
Acondicionamiento 2	20º C / 90%

Los ensayos propuestos para cada nivel establecido se detallan en los siguientes apartados.

2.2.1 Protocolo de ensayo Nivel 1: Ensayos de caracterización de la plancha de cartón ondulado.

Para la caracterización de las planchas de cartón ondulado se decidió realizar las caracterizaciones básicas de determinación del gramaje y del espesor, incluyendo además los ensayos a resistencia al aplastamiento y a la perforación.

- Determinación del gramaje según UNE-EN ISO 536:2021
Dimensiones de la probeta: 10 000 mm²
Pre-acondicionamiento: 25 °C de temperatura y 35% de humedad relativa
Acondicionamiento: 23 °C de temperatura y 50% de humedad relativa
Probetas ensayadas: 20
- Determinación del espesor según UNE-ISO 3034:2016
Dimensiones de la probeta: 10 000 mm²
Pre-acondicionamiento: 25 °C de temperatura y 35% de humedad relativa
Acondicionamiento: 23 °C de temperatura y 50% de humedad relativa
Probetas ensayadas: 10
- Determinación de la resistencia al aplastamiento sobre el canto ECT según UNE-EN ISO 3037:2023
Dimensiones de la probeta: 25 mm x 100 mm
Velocidad de los platos: 12,5 mm/min
Pre-acondicionamiento: 25 °C de temperatura y 35% de humedad relativa
Acondicionamientos:
 23 °C de temperatura y 50% de humedad relativa
 20 °C de temperatura y 90% de humedad relativa
Probetas ensayadas: 10 en cada condición
- Determinación de la resistencia a la perforación según UNE-ISO 3036:2013
Dimensiones de la probeta: 175 mm x 175 mm
Pre-acondicionamiento: 25 °C de temperatura y 35% de humedad relativa
Acondicionamientos:
 23 °C de temperatura y 50% de humedad relativa
 20 °C de temperatura y 90% de humedad relativa
Probetas ensayadas: 20 en cada condición

2.2.2 Protocolo de ensayo Nivel 2: Ensayos de caracterización de la caja. Estas pruebas se realizan en todo caso con carga simulada y a una caja independiente.

- Determinación de la flexión estática del fondo, según UNE 49706:2002

Envases y embalajes. Envases para el transporte de frutas y hortalizas. Determinación de la flexión estática del fondo.

Máquina de ensayo: Equipo de flexión estática del fondo.

Nº envases a ensayar: 5.

Duración ensayo: 10 minutos.

En el interior de la caja se coloca un sobrepeso que viene dado por la fórmula:

$$S = \left(\frac{P}{2} \right) + P$$

donde:

P es el peso del contenido de un envase (kg).

Contenido para el ensayo: Pelotas de plástico rellenas de agua de 200 g.

- Ensayo de compresión (carga dinámica), según UNE-EN ISO 12048:2001

Envases y embalajes. Embalajes de expedición completos y llenos. Ensayos de compresión y apilamiento utilizando una máquina de ensayo de compresión.

El envase de ensayo se coloca entre los platos de una máquina de ensayo de compresión y se aplica la carga hasta que se produce el fallo, o hasta que se alcanzan los valores de la carga, o de un desplazamiento fijados previamente.

Velocidad de ensayo: 10 mm/min $\pm$ 3 mm/min.

Número de envases a ensayar: 5.

2.2.3 Protocolo de ensayo Nivel 3: Ensayos de vibración a columna. Esta prueba se realiza a un conjunto de 3 cajas apiladas en columna, con carga simulada.

- Ensayo de vibración a baja frecuencia fija, según UNE-EN ISO 2247:2003 (Método A).

Envases y embalajes. Embalajes de expedición completos y llenos y unidades de carga. Ensayos de vibración a baja frecuencia fija.

Se coloca el envase de ensayo en una mesa de vibración y se somete a una vibración aplicando una excitación aproximadamente sinusoidal de una frecuencia baja fija.

Método A: pico de aceleración entre 0,5 y 1 g.

Según indica también la norma UNE 49705:2002 los ensayos se realizarán sobre 3 envases llenos apilados en la posición normal de utilización. Sobre el envase superior se coloca un sobrepeso que viene dado por la fórmula:

$$m = \left(\frac{220}{h} - 3 \right) \cdot P$$

donde:

- m es el sobrepeso (kg).
- h es la altura de la muestra (cm).
- P es el peso de un envase lleno (kg).
- 220 es la altura de apilado (cm).

Máquina de ensayo:	Eje Z. Combinación de equipo de vibración y choque LDSv850 y cámara climática Weiss.
Frecuencia:	4 Hz.
Aceleración:	0,5 g.
Tiempo de ensayo:	30 minutos.
Envases a ensayar:	1 serie de 3 envases.
Contenido para el ensayo:	Pesas.

Esta prueba se llevará a cabo en un equipo (ver imagen), acondicionado climáticamente, de manera que la muestra a ensayar estará en las condiciones establecidas desde el momento de inicio del ensayo hasta su finalización.



Combinación de equipo de vibración y choque LDSv850 y cámara climática Weiss

3 Resultados obtenidos

Como resultado final de las tareas realizadas podemos concretar las siguientes:

1. Determinación de las características generales de los envases de cartón.
2. Determinación de dos niveles de calidad en los envases a seleccionar.
3. Determinación de las condiciones para el montaje de las cajas de cartón, como fase previa a la realización de los ensayos.
4. Determinación de los ensayos a realizar, a las planchas de cartón y a los envases individuales.
5. Determinación de los acondicionamientos climáticos requeridos para simular las condiciones refrigeradas y de alta humedad.

4 Resumen y conclusiones

En este documento se muestra la selección de los embalajes de cajas de cartón necesarias para la realización de los ensayos establecidos en el Protocolo de caracterización, también desarrollado en este documento.

Con ambas tareas finalizadas, los siguientes pasos a desarrollar serían en primer lugar realizar la solicitud de las muestras seleccionadas a las empresas colaboradoras, con el objeto de poder disponer de los envases en el laboratorio, donde se procedería a su montaje en primer lugar, a su acondicionamiento climático en segundo lugar y por último a la realización de los ensayos planificados en este documento.

5 Anexos y bibliografía

1. *Reglamento Técnico Grow Quality (FEDEMCO). Versión 2020.*
2. *UNE 49706:2002. Envases y embalajes. Envases para el transporte de frutas y hortalizas. Determinación de la flexión estática del fondo.*
3. *UNE-EN ISO 12048:2001. Envases y embalajes. Embalajes de expedición completos y llenos. Ensayos de compresión y apilamiento utilizando una máquina de ensayo de compresión.*
4. *UNE-EN ISO 2247:2003. (Método A). Envases y embalajes. Embalajes de expedición completos y llenos y unidades de carga. Ensayos de vibración a baja frecuencia fija.*
5. *UNE-EN ISO 2233:2002. Envases y embalajes. Embalajes de expedición completos y llenos y unidades de carga. Acondicionamiento para ensayos.*
6. *UNE-EN ISO 536:2021. Papel y cartón. Determinación del gramaje.*
7. *UNE-ISO 3034:2016. Cartón ondulado. Determinación del espesor de una sola plancha.*
8. *UNE-EN ISO 3037:2023. Cartón ondulado. Determinación de la resistencia al aplastamiento sobre el canto (método sin impregnación de parafina).*
9. *UNE-ISO 3036:2013. Cartón. Determinación de la resistencia a la perforación*

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)

Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es