

Gestión energética de la cadena de frío en el transporte multimodal de productos frescos

Trabajo Final de Grado



Facultad de Náutica de Barcelona
Universidad Politécnica de Cataluña

Trabajo realizado por:
Nuria Estellé Almansa

Dirigido por:
Sergio Iván Velásquez Correa

Grado en Sistemas y Tecnología Naval
Grado en Tecnologías Marinas

Barcelona, 2018



Resumen

El objetivo del presente proyecto es analizar todos los eslabones de la cadena de frío implicados en el transporte multimodal de productos frescos. Con ello se pretende investigar qué puntos son los más débiles y dónde es posible ahorrar energía. Se estudiará la legislación y la logística implicada, así como la demanda del mercado y la situación tecnológica referente al suministro eléctrico en contenedores frigoríficos en la actualidad.

Este trabajo se centrará en los productos frescos (aquellos que necesariamente deben ser transportados en contenedores con control de temperatura, humedad relativa y/o CO₂) con origen en países del sur de Europa y destino en el norte de Europa, dado que los mercados de productos alimenticios frescos tienen una alta demanda y un futuro prometedor en el contexto del comercio intra-europeo. Todo ello servirá para demostrar la efectividad del transporte multimodal en el transporte de productos frescos.

Abstract

The objective of this project is to analyse all the actors of the cold chain that are involved in the multimodal transport of fresh products. This will help to find out which points are the weakest and where along the cold chain it is possible to save energy. The legislation and the logistics involved will be studied, as well as the present market demand and technological changes regarding electricity supply on refrigerated containers.

This work will focus on fresh products (those that must be transported in containers with temperature control, relative humidity control and / or CO₂ control), which originate from southern European countries to be destined for northern Europe, given that the markets of Fresh food products have a high demand and a promising future in the context of intra-European trade. All this will help to demonstrate the effectiveness of multimodal transport in the transport of fresh products.

Tabla de contenidos

RESUMEN	III
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VII
LISTADO DE IMÁGENES	XI
LISTADO DE TABLAS	XIII
LISTADO DE ECUACIONES	XV
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	17
1.1 IMPORTANCIA DE DESARROLLAR UN MODELO DE TRANSPORTE MULTIMODAL A GRAN ESCALA	18
CAPÍTULO 2. MARCO LEGISLATIVO DEL TRANSPORTE EN EUROPA	19
2.2 TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA	20
2.3 TRANSPORTE FERROVIARIO	20
2.4 TRANSPORTE MARÍTIMO	21
2.5 TRANSPORTE COMBINADO	21
2.6 RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE (RTE-T)	21
2.6.1 SÍNTESIS DE LA LEGISLACIÓN RELATIVA A LA RED RTE-T	22
2.7 EL LIBRO BLANCO DEL TRANSPORTE EUROPEO (2011)	24
CAPÍTULO 3. MARCO LEGISLATIVO EN RELACIÓN AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PERECEDERAS	27
3.1 MARCO LEGISLATIVO SOBRE EL CONTROL ALIMENTICIO	27
3.2 MARCO LEGISLATIVO TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PERECEDERAS	28
3.2.1 LAS MERCANCÍAS PERECEDERAS Y SUS TEMPERATURAS SEGÚN ATP:	28
3.2.2 TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA NORMATIVA ATP:	29
3.3 NORMATIVA REQUISITOS TÉCNICOS DURANTE EL TRANSPORTE REFRIGERADO	29
3.3.1 ISO 1496-2	30
3.3.2 NORMA UNE 49-759-79	30
CAPÍTULO 4. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE INTERMODAL EN EUROPA	35
4.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE EN LA RED EUROPEA	36
4.1.1 EVOLUCIÓN LEGISLATIVA	36
4.2 VISIÓN ACTUAL DEL PARLAMENTO EUROPEO	37

4.3 EVOLUCIÓN EN LA DEMANDA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN LA UNIÓN EUROPEA	38
4.3.1 EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y FLUVIAL EN LA UE	39
4.3.2 EL TRANSPORTE FERROVIARIO EN LA UE	39
4.3.3 EL TRANSPORTE INTERMODAL EN LA UE	41
4.4 EVALUACIÓN DEL COMERCIO EXTERIOR INTERMODAL DE PRODUCTOS FRESCOS	41
4.4.1 ANÁLISIS IMPORTACIONES/EXPORTACIONES EN ESPAÑA	43
4.5 OPORTUNIDAD DE EXPLOTACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS FRESCOS	55
4.6 REFLEXIÓN SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE EN EUROPA	55

CAPÍTULO 5. LOGÍSTICA DEL FRÍO **57**

5.1 INTRODUCCIÓN A LA LOGÍSTICA	57
5.1.1 CADENAS DE SUMINISTRO	58
5.1.2 TRANSPORTE	60
5.1.3 MODOS DE TRANSPORTE	65
5.1.4 COMPARATIVA DE LOS DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE	66
5.1.5 TRANSPORTE MULTIMODAL	67
5.1.6 PAPEL DEL CONTENEDOR MULTIMODAL DENTRO DEL TRANSPORTE MULTIMODAL	68
5.1.7 TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN APLICADA AL TRANSPORTE	72
5.2 INTRODUCCIÓN A LA LOGÍSTICA DEL FRÍO	74
5.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS	75
5.2.2 CADENA DE FRÍO	76
5.2.3 EL TRANSPORTE EN LA CADENA DE FRÍO	76
5.2.4 BUENAS PRÁCTICAS EN LA CADENA DE FRÍO	78

CAPÍTULO 6. TECNOLOGÍA DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS FRESCOS **91**

6.1 MÉTODOS DE REFRIGERACIÓN	92
6.1.1 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA	92
6.1.2 HIELO	92
6.1.2 PLACAS EUTÉCTICAS	93
6.1.3 REFRIGERANTES CRIOGÉNICOS	94
6.2 TECNOLOGÍA DEL TRANSPORTE MULTIMODAL DE PRODUCTOS FRESCOS	94
6.2.1 REQUISITOS DE LA CARGA	95
6.2.2 ATMÓSFERAS CONTROLADAS Y ATMÓSFERAS MODIFICADAS	96
6.2.3 DAÑOS CAUSADOS POR CONGELACIÓN Y ENFRIAMIENTO	99
6.2.4 COMPATIBILIDAD DE CARGAS MIXTAS	101
6.2.5 INFORMACIÓN NECESARIA SOBRE EL PRODUCTO FRESCO	102
6.3 TECNOLOGÍA EMPLEADA	102
6.3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CONTENEDORES	103
6.3.2 ESTIMACIÓN DEL CALOR EN EL INTERIOR DEL CONTENEDOR	109
6.4 DATOS TÉCNICOS DE LAS UNIDADES DE REFRIGERACIÓN DE LOS CONTENEDORES	110

6.4.1 CONSUMO DE ELECTRICIDAD REAL DE UN CONTENEDOR REFRIGERADO	110
6.4.2 SUMINISTRO ELÉCTRICO	112
6.4.3 CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA DE UN GENSET	114
6.4.4 INCREMENTO DE TEMPERATURA EN CASO DE PARADA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	117
CAPÍTULO 7. PROYECTOS EXISTENTES	118
7.1 FRESH FOOD CORRIDORS (FFC)	118
7.1.1 CONTEXTO	118
7.1.2 OBJETIVOS	119
7.1.3 RESULTADOS ESPERADOS	119
7.1.5 ACTIVIDADES QUE SE DEBÍAN REALIZAR EN FFC	119
7.1.6 PARTICIPANTES	120
7.1.7 RESULTADOS	120
7.2 PROYECTO RAIL2PORT	120
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES	123
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXO A. TABLA COMPARATIVA DEL TRANSPORTE INTERMODAL	127
ANEXO B. RECOMENDACIONES DE TRANSPORTE SEGÚN LA CARGA	131
B 1.1 EMPRESA HAMBURG SÜD	131
B 1.2 DOCUMENTO TÉCNICO DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	134
ANEXO C. GLOSARIO	139
ANEXO D. INDICADORES MEDIOAMBIENTALES	146

Listado de imágenes

ILUSTRACIÓN 1. CONECTOR TRIFÁSICO CON LÍNEA A TIERRA. FUENTE: HAPAG LLOYD	30
ILUSTRACIÓN 2. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN DE CALOR. FUENTE: UNE 49-759-79	31
ILUSTRACIÓN 3. MAPA DE EUROPA CON LOS NUEVE CORREDORES PROPUESTOS POR LA RTE-T. FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO DE ESPAÑA	40
ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE EUROPA DEL CORREDOR MEDITERRÁNEO. FUENTE: ASOCIACIÓN VALENCIANA DE EMPRESARIOS	40
ILUSTRACIÓN 5. MAPA DE EUROPA DE ANCHOS DE VÍA FERROVIARIA. FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO DE ESPAÑA	41
ILUSTRACIÓN 6. GRÁFICA DE EXPORTACION/IMPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DEL MUNDO EN TONELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	43
ILUSTRACIÓN 7. GRÁFICA DE EXPORTACION/IMPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DEL MUNDO EN MILLONES DE EUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	44
ILUSTRACIÓN 8. OPERACIONES DE COMERCIO EXTERIOR (EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN) ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DE PAÍSES DEL MUNDO DE TODO TIPO DE PRODUCTOS EN TONELAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	45
ILUSTRACIÓN 9. GRÁFICA DE IMPORTACIÓN/EXPORTACIÓN DE ESPAÑA CON EL RESTO DEL MUNDO DE PRODUCTOS FRESCOS EN TONELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	46
ILUSTRACIÓN 10. OPERACIONES DE COMERCIO EXTERIOR (EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN) ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DE PAÍSES DEL MUNDO DE PRODUCTOS FRESCOS EN TONELAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	47
ILUSTRACIÓN 11. OPERACIONES DE COMERCIO EXTERIOR (EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN) ENTRE PAISES DE LA UE Y EL RESTO DE PAÍSES DEL MUNDO DE TODO TIPO DE PRODUCTOS EN TONELAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	48
ILUSTRACIÓN 12. GRÁFICA DE EXPORTACION/IMPORTACIÓN ENTRE PAISES DE LA UE Y EL RESTO DEL MUNDO DE PRODUCTOS FRESCOS EN TONELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	49
ILUSTRACIÓN 13. GRÁFICA DE EXPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y PAÍSES DE LA UE DE PRODUCTOS FRESCOS EN MILLONES DE EUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	50
ILUSTRACIÓN 14. MAPA DE ESPAÑA REFERENTE A EXPORTACIONES EN EL AÑO 2010 DURANTE LOS MESES DE ENERO Y FEBRERO MEDIANTE DIFERENTES MEDIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	53
ILUSTRACIÓN 15. MAPA DE ESPAÑA REFERENTE A EXPORTACIONES EN EL AÑO 2017 DURANTE LOS MESES DE ENERO Y FEBRERO MEDIANTE DIFERENTES MEDIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	53
ILUSTRACIÓN 16. MAPA DE ESPAÑA REFERENTE A EXPORTACIONES EN EL AÑO 2010 MEDIANTE TRANSPORTE MARÍTIMO Y FERROVIARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	54
ILUSTRACIÓN 17. MAPA DE ESPAÑA REFERENTE A EXPORTACIONES EN EL AÑO 2017 MEDIANTE TRANSPORTE MARÍTIMO Y FERROVIARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	54
ILUSTRACIÓN 18. EVOLUCIÓN DE LOS PORTACONTENEDORES. FUENTE: LIBRO "THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS", DE JEAN PAUL RODRIGUE	70
ILUSTRACIÓN 19. CONCEPTUALIZACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZAJE RFID. FUENTE: SILVIA ESTRADA, DAVID TANNER. <i>RFID SMART TAG FOR TRACEABILITY AND COLD CHAIN MONITORING OF FOODS: DEMONSTRATION IN AN INTERCONTINENTAL FRESH FISH LOGISTIC CHAIN</i> . 2009.....	86
ILUSTRACIÓN 20. GRÁFICA DE LA TASA DE RESPIRACIÓN EN RELACIÓN CON EL TIEMPO. FUENTE: INSTITUTO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN AGRICULTURA, INTAGRI S.C.	95
ILUSTRACIÓN 21. GRÁFICA DE LA DURACIÓN DE ALGUNOS FRUTOS EN ATMÓSFERAS CONTROLADAS. FUENTE: EMPRESA CARRIER	97

ILUSTRACIÓN 22. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA PASIVO DE ATMÓSFERA CONTROLADA CON MEMBRANA. FUENTE: EMPRESA MAERSK	98
ILUSTRACIÓN 23. CONTENEDOR REFRIGERADO CON SISTEMA TOP-AIR DELIVERY. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	104
ILUSTRACIÓN 24. CONTENEDOR REFRIGERADO CON SISTEMA BOTTOM-AIR DELIVERY. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	105
ILUSTRACIÓN 25. EJEMPLO DE ESTIBA GENÉRICA: FRUTAS Y VEGETALES ALMACENADOS CAJAS EN PALÉS. FUENTE: EMPRESA HAMBURG SÜD	106
ILUSTRACIÓN 26. EJEMPLO DE ESTIBA DE PLÁTANOS. FUENTE: EMPRESA HAMBURG SÜD	106
ILUSTRACIÓN 27. EJEMPLO DE ESTIBA DE CARNE FRESCA. FUENTE: EMPRESA HAMBURG SÜD	107
ILUSTRACIÓN 28. APERTURA DE VENTILACIÓN DE UN CONTENEDOR REFRIGERADO. FUENTE: HAMBURG SÜD	108
ILUSTRACIÓN 29. IMAGEN DEL MODELO POWERLINE® RG15 TIER 4 INTERIM. FUENTE: EMPRESA CARRIER	113
ILUSTRACIÓN 30. IMAGEN DEL MODELO POWERLINE® UG15 TIER 4 INTERIM. FUENTE: EMPRESA CARRIER	114
ILUSTRACIÓN 31. CORREDORES PROPUESTOS EN EL PROYECTO FRESH FOOD CORRIDORS. FUENTE: PÁGINA WEB DEL PROYECTO FFC ...	118
ILUSTRACIÓN 32. PARTICIPANTES EN EL PROYECTO FFC. FUENTE: PÁGINA WEB DEL PROYECTO FFC	120

Listado de tablas

TABLA 1. CLASIFICACIÓN CONTENEDORES SEGÚN LA NORMATIVA ISO 1496-2	30
TABLA 2. DATOS DE EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DEL MUNDO EN TONELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	43
TABLA 3. DATOS DE EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EL RESTO DEL MUNDO EN MILLONES DE EUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	44
TABLA 4. DATOS DE LAS OPERACIONES DE COMERCIO EXTERIOR (EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN) ENTRE PAISES DE LA UE Y EL RESTO DE PAÍSES DEL MUNDO DE TODO TIPO DE PRODUCTOS EN TONELAJE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	48
TABLA 5. DATOS DE EXPORTACION/IMPORTACIÓN ENTRE PAISES DE LA UE Y EL RESTO DEL MUNDO DE PRODUCTOS FRESCOS EN TONELADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX	49
TABLA 6. DATOS DE EXPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y PAÍSES DE LA UE DE PRODUCTOS FRESCOS EN MILLONES DE EUROS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	50
TABLA 7. DATOS DE EXPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y PAÍSES DE LA UE DE CARNE , PESCADO Y FRUTAS EN MILLONES DE EUROS EN EL AÑO 2000. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	51
TABLA 8. DATOS DE EXPORTACIÓN ENTRE ESPAÑA Y PAÍSES DE LA UE DE CARNE , PESCADO Y FRUTAS EN MILLONES DE EUROS EN EL AÑO 2017. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL USO DE LA BASE DE DATOS DATACOMEX.....	52
TABLA 9. RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DE LA CADENA DE SUMINISTROS	60
TABLA 10. PRINCIPALES VENTAJAS DEL TRANSPORTE MULTIMODAL PARA LOS DIFERENTES USUARIOS.....	67
TABLA 11. NIVEL DE MANDO ENTRE LOS ACTORES DE LA CADENA MULTIMODAL DE TRANSPORTE.	68
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CONTENEDORES MÁS EMPLEADOS.....	72
TABLA 14. EFECTOS SUFRIDOS POR EL DESCENSO DE LA TEMPERATURA CORPORAL. FUENTE: AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH)	81
TABLA 15. TEMPERATURA OBTENIDA EN FUNCIÓN DE LAS PROPORCIONES DE MEZCLA DE HIELO CON UNA SAL INORGÁNICA. FUENTE: PÁGINA WEB TÉCNICAS Y OPERACIONES AVANZADAS EN EL LABORATORIO QUÍMICO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA.	93
TABLA 16. CLASIFICACIÓN DE FRUTOS EN CLIMATÉRICOS Y NO CLIMATÉRICOS.....	96
TABLA 17. EFECTOS DEL EMPOBRECIMIENTO DE OXÍGENO EN FRUTAS Y HORTALIZAS. FUENTE: ARTÍCULO OSPINA MENESES AT EL. LA ATMÓSFERA MODIFICADA: UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS. 2008	99
TABLA 18. EFECTOS DEL EMPOBRECIMIENTO DE CO2 EN FRUTAS Y OXÍGENO, EFECTOS DEL EMPOBRECIMIENTO DE OXÍGENO EN FRUTAS Y HORTALIZAS. FUENTE: ARTÍCULO OSPINA MENESES AT EL. LA ATMÓSFERA MODIFICADA: UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS. 2008.....	99
TABLA 19. SENSIBILIDAD A LA CONGELACIÓN DE ALGUNAS FRUTAS Y VEGETALES. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS.....	100
TABLA 20. TEMPERATURAS SEGURAS DE ALMACENAMIENTO. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS.....	101
TABLA 21. DATOS TÉCNICOS DEL CONTENEDOR STAR COOL INTEGRATED. FUENTE: EMPRESA MAERSK	111
TABLA 22. DATOS TÉCNICOS DEL CONTENEDOR PRIMELINE. FUENTE: EMPRESA CARRIER.....	111
TABLA 23. COLOCACIÓN DE LAS UNIDADES INDEPENDIENTES DE GRUPOS ELECTRÓGENOS. FUENTE: EMPRESA THERMO KING.....	113
TABLA 24. DATOS TÉCNICOS DE UN GRUPO ELECTRÓGENO. FUENTE: EMPRESA SOLÉ DIÉSEL.....	115
TABLA 25. DATOS TÉCNICOS DEL GENSET POWERLINE UG15 TIER 4 INTERIM. FUENTE: EMPRESA CARRIER.....	115
TABLA 26. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA AUTONOMÍA EN HORAS EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO DEL MOTOR. OPCIÓN 1	115
TABLA 27. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA AUTONOMÍA EN HORAS EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO DEL MOTOR. OPCIÓN 2	116

TABLA 28. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA AUTONOMÍA EN HORAS EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO DEL MOTOR. OPCIÓN 3	116
TABLA 29. DATOS TÉCNICOS DEL GENSET MODELO POWERLINE RG15 TIER 4 INTERIM. FUENTE: EMPRESA CARRIER	116
TABLA 30. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA AUTONOMÍA EN HORAS EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO DEL MOTOR PARA EL MODELO POWERLINE RG15 TIER 4 INTERIM DE LA EMPRESA CARRIER	116
TABLA A 31. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MEDIANTE TREN Y MEDIANTE VÍA MARÍTIMA.	127
TABLA A 32. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MEDIANTE TREN Y MEDIANTE VÍA MARÍTIMA. COMENTARIOS.....	128
TABLA A 33. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MEDIANTE VÍA FLUVIAL Y AÉREA....	128
TABLA A 34. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MEDIANTE VÍA FLUVIAL Y AÉREA. COMENTARIOS.	129
TABLA A 35. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MULTIMODAL Y PIPELINE.	129
TABLA A 36. ANEXO A. COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE MULTIMODAL Y PIPELINE. COMENTARIOS.	130
TABLA B 37. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: HAMBURG SÜD	131
TABLA B 38. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: HAMBURG SÜD.....	132
TABLA B 39. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: HAMBURG SÜD.....	132
TABLA B 40. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: HAMBURG SÜD.....	133
TABLA B 41. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: HAMBURG SÜD.....	133
TABLA 42. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	134
TABLA B 43. REQUERIMIENTOS DE LA CARGA. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	134
TABLA B 44. CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNOS PRODUCTOS FRESCOS. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	135
TABLA B 45. CALOR DE RESPIRACIÓN DE DETERMINADOS PRODUCTOS FRESCOS. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	136
TABLA B 46. CALOR DE RESPIRACIÓN DE DETERMINADOS PRODUCTOS FRESCOS. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	136
TABLA B 47. CALOR DE RESPIRACIÓN DE DETERMINADOS PRODUCTOS FRESCOS. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	137
TABLA B 48. CARGAS COMPATIBLES Y REQUISITOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA SU TRANSPORTE. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	137
TABLA B 49. CARGAS COMPATIBLES Y REQUISITOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA SU TRANSPORTE. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	138
TABLA B 50. CARGAS COMPATIBLES Y REQUISITOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA SU TRANSPORTE. FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS	138

Listado de ecuaciones

ECUACIÓN 1. RÉGIMEN DE ESCAPE EN FUNCIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR	32
ECUACIÓN 2. TEMPERATURA MEDIA POR CONVECCIÓN.....	32
ECUACIÓN 3. SUPERFICIE MEDIA	32
ECUACIÓN 4. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR GLOBAL K	33
ECUACIÓN 5. CÁLCULO DE LA CARGA CALORÍFICA DEL PRODUCTO A TRANSPORTAR.	109
ECUACIÓN 6. CÁLCULO DEL CALOR PRODUCIDO A CAUSA DEL PROCESO DE RESPIRACIÓN.....	109
ECUACIÓN 7. CÁLCULO DEL CALOR FILTRADO EN EL INTERIOR DEL CONTENEDOR.	110
ECUACIÓN 8. CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA DE UN GRUPOR ELECTRÓGENO EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE Y EL CONSUMO ESPECÍFICO DEL MOTOR.	114

Capítulo 1. Introducción

El transporte refrigerado está destinado principalmente a los productos perecederos, los cuales requieren sistemas de refrigeración para evitar su degradación y aumentar su vida útil. Son ejemplos de este tipo de productos los alimentos, las flores, los medicamentos o los productos químicos.

No todos los alimentos se degradan de igual forma ni a la misma velocidad. Los alimentos frescos o perecederos acostumbran a perder rápidamente sus propiedades dejando de ser aptos para el consumo humano. Para que ello no ocurra, se emplean técnicas de conservación, la más extendida es la tratada en este proyecto: la refrigeración. Se considera que éste es el mejor método de preservación de alimentos ya que combina la extensión de la vida útil del producto con el mantenimiento de sus propiedades físicas, químicas, nutricionales y sensoriales, casi como en su inicio. La mayoría de productos alimenticios han sufrido algún proceso de refrigeración en su etapa de elaboración. Ejemplos de estos alimentos pueden ser frutas, vegetales, lácteos y carnes.

La finalidad de refrigerar los productos alimenticios es conservar la calidad y prolongar el tiempo de durabilidad antes de que llegue a manos del consumidor (durante su almacenamiento y distribución), manteniendo la temperatura del producto en un punto donde el deterioro metabólico y microbiológico sea mínimo. En resumen, mediante este proceso se quiere evitar el crecimiento de microorganismos, reducir la emisión de calor del propio producto y reducir el desprendimiento de vapor de agua, CO₂ y oxígeno.

La cadena logística dentro del sector alimenticio está caracterizada por una alta complejidad debido a la caducidad de las mercancías y el consiguiente control de la cadena de frío. La merma de calidad del producto viene dada tanto por las variaciones en la temperatura como por el tiempo que ocupa llevar el producto del proveedor al cliente.

En cualquier cadena de suministro cumplir con los plazos de entrega en el tiempo acordado es crucial para mantener el nivel competitivo de la empresa. Sin embargo, el objetivo principal en la logística de la cadena de frío es establecer una temperatura y unos valores ambientales determinados y conservarlos durante todo el proceso del proveedor al cliente. Por lo tanto, la tecnología del transporte frigorífico debe alcanzar y mantener los valores predeterminados (de temperatura, humedad relativa o CO₂ en una atmósfera controlada) con la mayor carga posible en contenedores y vehículos.

Es importante recalcar que los equipos utilizados durante el transporte de mercancías perecederas están diseñados para mantener la temperatura, no para disminuirla. Es decir, estos equipos no están diseñados para asumir una disminución muy significativa de la temperatura interna del producto: no se deberán emplear para congelar cargas que se encuentren a temperatura ambiente y las cargas deberán

pre-enfriarse antes de introducirse en los contenedores. El uso inadecuado de la temperatura es causado tanto por temperaturas elevadas como por temperaturas muy bajas. Por ejemplo, altas temperaturas pueden provocar la pérdida de vitamina C en los espárragos y bajas temperaturas pueden provocar la pérdida de azúcar en el maíz dulce. En las frutas y verduras las bajas temperaturas pueden causar una maduración inadecuada, una pérdida de sabor, una pérdida de coloración o picaduras.

La importancia de preservar la cadena del frío radica en aumentar las posibilidades de comercio, tanto a nivel mundial como local, y en disminuir el número de alimentos contaminados que causan intoxicaciones y muertes. Según datos de la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO) la producción mundial anual de productos perecederos se estima en 630 millones de toneladas, de los cuales cerca del 10% son objeto de comercio mundial, un 30% se pierden durante su producción primaria y un 60% se consumen dentro del país de origenⁱ.

Además, la refrigeración desempeña un papel vital en la reducción de las pérdidas post-cosecha de frutas y vegetales. Se supone que la producción agrícola actual es más que suficiente para abastecer las necesidades de la población mundialⁱⁱ. Es por ello que se considera que la optimización de los recursos de refrigeración y de la cadena de frío garantizaría una mejor nutrición mundial, en términos de cantidad y de calidad, solucionando parte del problema de la desnutrición, especialmente en países subdesarrollados.

1.1 Importancia de desarrollar un modelo de transporte multimodal a gran escala

El medio de transporte de los productos refrigerados se elige a partir de la distancia que se debe recorrer y del tipo de carga. Las mejoras en las tecnologías de refrigeración permiten una gran variedad de medios de transporte. El interés que provoca el transporte multimodal (carretera, tren, buque) se encuentra en que gracias a este se puede conseguir trazar la ruta más eficiente y que menos emisiones contaminantes genera.

Los contenedores son los elegidos para garantizar un transporte multimodal eficiente. Los traslados de un medio de transporte a otro son mucho más cómodos y rápidos ya que en ningún momento se opera con la carga que hay en su interior. El uso de estas estructuras normalizadas a TEU's (twenty feet unit) y FEU's (forty feet unit) facilita su manipulación mediante grúas STS (ship to shore) y demás maquinaria, reduciendo el tiempo de manejo. Del mismo modo, ello ha permitido la estandarización del embalaje que va en su interior, asegurando un mayor control sobre la mercancía.

Si normalmente en una red logística de frío los momentos más delicados son carga y descarga, y distribución, al transporte combinado hay que añadirle la etapa de transbordo de un medio a otro. Actualmente, el transporte ferroviario es el único que no puede garantizar un suministro continuo de energía para un contenedor estándar de 40', lo cual representa uno de los mayores obstáculos a la hora de implementar una red de transporte multimodal. Es por ello que se han desarrollado grupos electrógenos portátiles para que se puedan conectar a cualquier contenedor llamados gensets (se estudiarán más adelante).

Como respuesta a dicha necesidad nacieron los proyectos Fresh Food Corridors y Rail2Port de los cuales se hablará más adelante.

Capítulo 2. Marco legislativo del transporte en Europa

En 1957 nació la Comunidad Económica Europea y con ella múltiples políticas destinadas a fortalecer la cohesión económica (construir un mercado común). De esta manera, se crearon leyes para la unificación del transporte terrestre (carretera y ferrocarril), marítimo y fluvial. Más tarde, en 1970, se añadieron políticas de transporte aéreo.

En 1992, con la firma del Tratado de la Unión Europea (o Tratado de Maastrich), se consolidó el nombre de Unión Europea (UE) y se evidenció un nuevo carácter de cohesión social; ya no se trataba únicamente de una cuestión económica. Desde entonces todas las medidas que se han emprendido han sido con el fin de garantizar la movilidad de personas y de mercancías, tanto en el mercado interior europeo como hacia terceros países. En concreto en este tratado se reúnen una serie de objetivos para la mejora en el transporte: la seguridad en el transporte, la red transeuropea y la protección del entorno.

La política de transportes se considera un pilar básico para consolidar la unidad europea debido a que, entre otras, ayuda a reducir las disparidades regionales, mejorando el acceso a las regiones insulares y periféricas, y contribuye a la creación de puestos de trabajo, ya sea por la necesidad de mano de obra en la construcción de infraestructuras o por el incremento de la movilidad de los trabajadores.

Existen tres instituciones europeas responsables del poder legislativo dentro de la UE, estas son el Parlamento Europeo, el Consejo de la Unión Europea y la Comisión Europea. La Comisión es la encargada de presentar propuestas de ley, y más adelante, el Parlamento y el Consejo las aprueban o las rechazan. De este modo, los objetivos de los Tratados de la UE se alcanzan por medio de distintos tipos de actos legislativos:

- Reglamentos: son vinculantes, es decir son actos jurídicos que se aplican automáticamente y uniforme en toda la UE.
- Directivas: son actos legislativos vinculantes en los que se establecen objetivos que todos los países de la UE deben cumplir. No obstante, atañe a cada país elaborar sus propias leyes sobre cómo lograr esos objetivos.
- Decisiones: son vinculantes destinados a entidades concretas, puede ser un país miembro, una empresa o un particular.
- Recomendaciones: no son vinculantes, no tienen obligación jurídica a los destinatarios. El objetivo es que las instituciones puedan dar a conocer sus puntos de vista y sugerir acciones, sin imposiciones legales. Van dirigidos a todos los países miembro de la UE.

- Dictámenes: no son vinculantes, no tienen obligación jurídica a los destinatarios. El objetivo es que las instituciones puedan dar a conocer sus puntos de vista y sugerir acciones, sin imposiciones legales. Van dirigidos a algunos países de la UE, empresas o particulares.

A continuación, se recopilan los actos legislativos más destacables en relación con los diferentes medios de transporte y la red transeuropea de transporte.

2.2 Transporte de mercancías por carretera

Con la licencia comunitaria de transporte, que se obtiene si se cumplen unas determinadas condiciones de calidad, se pueden transportar mercancías libremente entre los estados miembro de la UE. Para proteger los mercados existe un sistema de supervisión constituido por diferentes reglamentos cuyo objetivo es crear las condiciones necesarias para establecer una competencia leal y asegurar el buen funcionamiento del mercado:

- Reglamento (CEE) nº881/92 del Consejo, relativo al acceso al mercado del transporte de mercancías por carretera.
- Reglamento (CE) nº484/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la obtención del certificado de conductor.
- Directiva 96/26/CE del Consejo, relativa al acceso a la profesión de transportista de mercancías.

2.3 Transporte ferroviario

La Comisión Europea se propuso la revitalización del transporte ferroviario. Este proceso comporta la liberalización de los mercados ferroviarios, cosa que provoca una competencia necesaria entre los diferentes actores del mercado. En el llamado “primer paquete ferroviario” se incluyen las tres directivas que abren el mercado de los servicios internacionales e instauran normas para la concesión de licencias, la adjudicación de capacidades de infraestructura y su tarificación:

- Directiva 2001/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios (acceso).
- Directiva 2001/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la concesión de licencias a las empresas ferroviarias.
- Directiva 2001/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria, la aplicación de cánones por su uso y la certificación de seguridad.

También se han elaborado directivas de cara a mejorar la interoperabilidad, a causa de las diferencias técnicas en el transporte ferroviario entre los países miembro. Éstas se centran en la búsqueda de normas comunes para los sistemas de señalización y mando, la cualificación del personal y la explotación:

- Directiva 96/48/CE, relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.
- Directiva 2001/16/CE, relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo convencional.

2.4 Transporte marítimo

Cabe destacar el siguiente reglamento en cuanto al transporte marítimo:

- Reglamento (CEE) nº3577/92, relativo a la introducción de la libre prestación de servicios entre los estados miembros.

También se encuentran políticas de seguridad marítima, creadas a raíz de los accidentes de los buques petroleros Erika y Prestige, centradas en los riesgos para el medio ambiente.

2.5 Transporte combinado

El transporte combinado pretende desviar tráfico comercial de las carreteras al transporte ferroviario, marítimo o fluvial.

- Directiva 92/106 del Consejo Europeo, año 1992, relativa al establecimiento de normas comunes para determinados transportes combinados de mercancías entre estados miembros de la UE.

En 1998 esta directiva fue modificada con el objetivo de favorecer la utilización del transporte combinado como alternativa al transporte por carretera. Para lograr esto, se establecen una serie de medidas de competitividad: reducciones fiscales para los sistemas de transporte combinado, supresión de las restricciones de horario laboral (fin de semana, noches y festivos) para el transporte por carretera de “últimas/primeras millas” correspondiente a una operación de transporte combinado (asegurando una mejor calidad en los servicios puerta a puerta) y la autorización a un peso máximo de 44 toneladas en los vehículos de transporte por carretera correspondiente a una operación de transporte combinado.

- Directiva 96/53/CE, relativa al establecimiento de dimensiones máximas autorizadas en tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional para determinados vehículos de carretera.

2.6 Red Transeuropea de transporte (RTE-T)

Como ya se ha explicado, en 1992 el tratado de Maastrich reforzó los fundamentos políticos, institucionales y presupuestarios de la Comunidad Europea y fue dónde se introdujo por primera vez el concepto de red transeuropea de transporte en los sectores de infraestructuras de transporte, de telecomunicaciones y de energía. La propuesta de la RTE-T reúne en un único ámbito un conjunto de acciones que hasta entonces se desarrollaban en el marco de otras políticas de la Comunidad Europea (transportes, industria y política regional).

Se considera que esta red constituye un elemento básico para reforzar el mercado interior, el crecimiento económico y la cohesión económica y social de la UE. La RTE-T cubre todo el territorio de la Unión Europea y, además, puede extenderse a la Asociación Europea de Libre Comercio y a los países socios de Europa sudoriental y del Mediterráneo.

En 1994, el Consejo Europeo de Essen, aprobó los proyectos prioritarios de las redes transeuropeas que podían recibir financiación comunitaria. La mayoría tienen relación con la integración de los distintos

medios de transporte, con la interoperabilidad y con la creación de una red europea de ferrocarril de alta velocidad.

En 2013 se modificaron los actos legislativos que envuelven la red transeuropea de transporte. Se propone una red integrada con una estructura de doble capa, con una red global y una red básica. Y se establecen nueve corredores fundamentales a lo largo del territorio europeo.

En 2016, se ha consolidado el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, que pone de manifiesto la conservación de las redes transeuropeas en los sectores de transporte, energía y telecomunicaciones. El objetivo principal de la RTE-T continúa siendo el de conectar todas las regiones de la Unión Europea, con la misma creencia de que contribuirá al crecimiento del mercado interior y al empleo, y con el aliciente de propósitos de desarrollo sostenible.

2.6.1 Síntesis de la legislación relativa a la red RTE-T

- Reglamento (UE) n.º 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las orientaciones de la Unión para el desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte, y por el que se deroga la Decisión n.º 661/2010/UE.

En este reglamento se reclama una estructura de doble capa para las rutas de transportes de la Unión Europea, formada por una red básica y una red global. Por un lado, la red básica está conformada por las zonas de la red global de mayor importancia estratégica para los flujos de comercio europeos y mundiales. Uno de los objetivos es asegurar conexiones sin fisuras. Esta red deberá implementarse antes del año 2030. Por otro lado, la red global está conformada por una red multimodal de alta densidad principalmente para los flujos de comercio europeos. Esta red deberá implementarse antes del año 2050 y es fundamentalmente responsabilidad de los Estados Miembros.

Otra novedad es la introducción de nueve corredores multimodales principales, que se deben implementar uniendo los recursos de las partes interesadas de los sectores público y privado. Cada corredor cuenta con el apoyo de un coordinador europeo, ya que éstos son un instrumento estratégico para facilitar la ejecución coordinada de los proyectos de la red básica.

Energía en la RTE-T

- Decisión n.º 1364/2006/CE, con relación a las nuevas orientaciones para la actualización de las RTE-E. Establece la diversificación de las fuentes de suministro y la mejora de la seguridad del suministro mediante el refuerzo de las relaciones con terceros países.

Telecomunicaciones en la RTE-T

- Decisión n.º 2717/95/CE, con relación a las orientaciones para el desarrollo de la EURO-RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) como red transeuropea. Recoge los objetivos, las prioridades y los proyectos para el desarrollo de servicios basados en la EURO-RDSI, con el propósito de crear una futura red europea de comunicaciones de banda ancha.
- Decisión n.º 1376/2002/CE, con relación a las orientaciones para la red transeuropea de telecomunicaciones (RTE-Telecom), donde destacan las aplicaciones basadas en satélites.

Red transeuropea de carreteras

- Directiva 93/629/CEE, relativa a facilitar el transporte de personas y de mercancías por carretera dentro de la Unión Europea. Las medidas más relevantes que establece son:

- Realización de los tramos que faltan, con prioridad para ejes transfronterizos y regiones periféricas o sin litoral.
- Realización y/o mejora de las conexiones existentes entre ejes transfronterizos y ejes de regiones periféricas.
- Realización de conexiones entre la UE y terceros países.
- Realización de conexiones intermodales.
- Circunvalación de los principales nudos urbanos.
- Aplicación de Sistemas de Transporte Inteligentes en el control y gestión del tráfico.

Red transeuropea de vías navegables

- Decisión 93/630/CEE del Consejo Europeo, relativa a fomentar el contacto comercial entre los principales puertos marítimos y las regiones del interior de Europa. Las medidas más relevantes que establece son:
 - Realización de las conexiones entre las cuencas fluviales existentes con los grandes puertos marítimos, para así poder abastecer las zonas industriales y los grandes núcleos urbanos.
 - Establecer las bases de los proyectos necesarios con el fin de eliminar los cuellos de botella y crear nuevos enlaces.

Red transeuropea de trenes de alta velocidad

- Decisión 96/48/CEE, relativa a la creación de una red europea de ferrocarriles de alta velocidad. El objetivo es favorecer la interconexión y la interoperabilidad de las todas las redes de ferrocarriles de alta velocidad de la Unión Europea. Las medidas más relevantes que establece son:
 - Materializar la interoperabilidad de la red de alta velocidad europea.
 - Armonizar todos los parámetros de tecnología, señalización o normas de seguridad, con el fin de garantizar la interoperabilidad de la red.

A esta decisión se incorporaron nuevas, con relación a los parámetros fundamentales del sistema ferroviario de alta velocidad:

- Decisión 2002/730 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “mantenimiento” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.
- Decisión 2002/731 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “control y mando de señalización” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.
- Decisión 2002/732 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “infraestructura” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.
- Decisión 2002/733 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “energía” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.
- Decisión 2002/734 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “explotación” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.

- Decisión 2002/735 CE de la Comisión, relativa a la especificación técnica de interoperabilidad sobre el subsistema “material rodante” del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad mencionado en la Directiva 96/48/CE.

Marco Polo

- Reglamento (CE) n.º 923/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al establecimiento del segundo programa Marco Polo, cuyo objetivo es la concesión de ayuda financiera comunitaria a diferentes proyectos a fin de mejorar el comportamiento medioambiental del sistema de transporte de mercancías.

El programa Marco Polo está en disposición de financiar y apoyar todos aquellos proyectos con relación a la intermodalidad, incluso aquellos en el marco geográfico de los Estados candidatos a la incorporación a la Unión Europea. Define tres líneas de trabajo: acciones de transferencia entre modos, acciones de efectos catalizadores y acciones de aprendizaje común.

La meta de este proyecto es conseguir un desplazamiento real del volumen de transporte de mercancías por carretera hacia otros modos menos contaminantes, como el transporte ferroviario o el marítimo. Es por ello que se centra en la promoción de servicios comerciales de cara al mercado del transporte.

2.7 El Libro Blanco del Transporte Europeo (2011)

La Comisión Europea publicó en 2011 un nuevo Libro Blanco del transporte europeo. Este documento estratégico refleja la visión de la Comisión para el futuro del sistema de transporte de la Unión Europea y define una agenda política para la próxima década.

La lista de acciones (una hoja de ruta y unas medidas) suponen un incremento de la competitividad del transporte a la par que cumplen con la reducción mínima del 60% de emisiones contaminantes producidas directamente por las actividades de transporte, necesaria antes del 2050.

Estas medidas conformaran propuestas de ley que deben ser aprobadas por las instituciones europeas correspondientes. Es por ello que la Comisión Europea invita al Parlamento Europeo y al Consejo a validar la hoja de ruta y las medidas propuestas. Puesto que el último Libro Blanco data del 2011, en la reforma del reglamento de la red RTE-T de 2013 se reflejan algunas de las propuestas, pero todavía quedan muchas por aprobar y legislar.

Las medidas principales envuelven, como es lógico, los mismos valores que los de la red RTE-T, y se centran en la revitalización del ferrocarril, la promoción del transporte marítimo (*short sea shipping* y creación de autopistas marítimas), materializar la intermodalidad y mejorar la seguridad en el transporte por carretera, todo ello cumpliendo con las exigencias medioambientales.

Del Libro Blanco destacan los siguientes objetivos:

- Intentar transferir a otros modos, como el ferrocarril o la navegación fluvial, de aquí a 2030, el 30 % del transporte de mercancías por carretera, y para 2050, más del 50 %, apoyándose en corredores eficientes y ecológicos de tránsito de mercancías. Para cumplir este objetivo también será preciso desarrollar la infraestructura adecuada.
- Para 2050, completar una red europea de ferrocarriles de alta velocidad. Triplicar la longitud de la red existente de ferrocarriles de alta velocidad para 2030 y mantener una densa red ferroviaria en todos los Estados miembros.

- Disponer para 2030 de una “red básica” de RTE-T que cubra toda la UE, multimodal y plenamente operativa, con una red de alta calidad y capacidad para 2050 y el conjunto de servicios de información correspondiente.
- De aquí a 2050, conectar todos los aeropuertos de la red básica a la red ferroviaria, preferiblemente de alta velocidad; garantizar que todos los puertos de mar principales estén suficientemente conectados con el sistema ferroviario de transporte de mercancías y, cuando sea posible, con el sistema de navegación interior.

Las iniciativas propuestas se pueden clasificar en:

- Iniciativas con relación a la implementación de un sistema de movilidad eficiente e integrado: conseguir un espacio único europeo, fomento del empleo y las condiciones laborales, seguridad del transporte, calidad y fiabilidad del servicio.
- Iniciativas con relación a la innovación y tecnología: política europea de investigación e innovación en el transporte, fomento de un comportamiento más sostenible y movilidad urbana integrada.
- Iniciativas con relación a la infraestructura moderna y financiación: cohesión territorial y crecimiento económico, precios correctos y eliminación de las distorsiones.
- Iniciativas con relación al transporte en el mundo fuera de las fronteras de la UE.

Cabe remarcar las siguientes:

- Las directrices sobre el flete electrónico para el transporte multimodal. Herramienta que supondrá la localización de mercancías en tiempo real, garantizará la responsabilidad intermodal y fomentará el transporte limpio de mercancías. Se propone para ello:
 - Creación e implantación de un documento de transporte único en formato electrónico (carta de porte electrónica).
 - Creación de un marco adecuado para el uso de las tecnologías de seguimiento y localización (como la tecnología RFID).
- Las directrices sobre la seguridad en el transporte marítimo:
 - Trabajar con la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) para modernizar la legislación de seguridad de los buques de pasajeros.
 - Convertir SafeSeaNet en el sistema central de todas las herramientas pertinentes de información marítima necesarias para fomentar la seguridad y la protección marítimas, así como la protección del medio ambiente marino.
 - Creación de un registro y de una bandera de la UE para el transporte marítimo y para el transporte por vías de navegación interior. En esencia, el símbolo de la UE representaría una etiqueta de calidad que certificaría buques seguros física y operacionalmente, respetuosos del medio ambiente y tripulados por profesionales.
 - Evaluar la viabilidad de funciones compartidas para los guardacostas en la UE.
- Las directrices sobre cohesión territorial en cuanto a la Red Europea de Movilidad:
 - Concentrar la actuación europea en los componentes de las RTE-T con el mayor valor añadido europeo (enlaces transfronterizos pendientes, puntos de conexión intermodal y principales cuellos de botella).
 - Fomentar las tecnologías a gran escala, inteligentes e interoperables (SESAR, ERTMS, RIS, ITS) para optimizar la capacidad y el uso de la infraestructura.
 - Garantizar las necesidades de la eficiencia energética y los retos del cambio climático (capacidad de resistencia climática de la infraestructura global, estaciones de

reabastecimiento de combustible/recarga para vehículos limpios, selección de los materiales de construcción, etc.).

- Las directrices sobre la creación de corredores multimodales de mercancías para unas redes de transporte sostenibles:
 - Apoyar el transporte multimodal y el negocio de la expedición de mercancías por vagón completo, impulsar la integración de las vías interiores de navegación en el sistema de transporte y promover la innovación ecológica en el transporte de mercancías. Apoyar la introducción de nuevos vehículos y buques y la readaptación de los existentes.
- Las directrices sobre el transporte fuera de las fronteras de la UE:

Se adoptarán estrategias flexibles para garantizar a la UE un papel central en el establecimiento de normas en el sector del transporte. A tal fin, la Comisión se centrará en las siguientes áreas de actuación:

- Ampliar las reglas del mercado interno del trabajo en organismos internacionales (OMC, OACI, OMI, OTIF, OSJD, CEPE, comisiones fluviales internacionales, etc.) y, si procede, lograr la integración plena de la UE. Fomentar la adopción en todo el mundo de las normas europeas de seguridad, protección, respeto a la intimidad y protección del medio ambiente.
- Finalizar la construcción del Zona Europea Común de Aviación de 58 países y 1 000 millones de habitantes. Celebrar acuerdos globales de servicios aéreos con los principales socios económicos (Brasil, China, Corea del Sur, India, Rusia, etc.) y eliminar las restricciones a la inversión en transporte aéreo en países terceros. Fomentar el despliegue de la tecnología SESAR en todo el mundo.
- Promover políticas orientadas a los objetivos de eficiencia energética y de lucha contra el cambio climático.
- Proseguir el combate contra el terrorismo a nivel multilateral (en la OACI, la OMI y la OMA) y bilateral: celebrar acuerdos internacionales y entablar diálogos reforzados sobre seguridad con los socios estratégicos (como los Estados Unidos). Cooperar en la evaluación común de amenazas, en la formación de agentes de países terceros, en inspecciones conjuntas, en la prevención de la piratería, etc. Garantizar el reconocimiento internacional del concepto de “control único de la seguridad”.
- Cooperar con los interlocutores del Mediterráneo en la aplicación de una estrategia marítima mediterránea para incrementar la seguridad, la protección y la vigilancia marítimas.
- Investigación para encontrar respuestas comunes a las problemáticas de la interoperabilidad de los sistemas de gestión de los transportes, de los combustibles hipocarbónicos sostenibles, de la seguridad y de la protección.

Capítulo 3. Marco legislativo en relación al transporte de mercancías perecederas

3.1 Marco legislativo sobre el control alimenticio

Las empresas alimentarias son legalmente responsables de la seguridad de los alimentos que producen y, por lo tanto, transportan. Las leyes establecen la base de todos los sistemas de gestión de seguridad alimentaria. Esencialmente recogen prácticas en cuanto a la higiene y la definición de las autoridades responsables:

- Comisión Europea. (2004) Reglamento (CE) nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la higiene de los productos alimenticios
- Comisión Europea (2002). Reglamento (CE) nº 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria, se establece la autoridad europea de seguridad alimentaria y se establecen procedimientos en materia de seguridad alimentaria.

La legislación europea obliga a todas las empresas alimentarias a implementar un plan HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control). Este sistema se utiliza para garantizar la seguridad de los alimentos. La ley marca las pautas y los requisitos mínimos, pero no describe cómo se debe implementar dicho plan. Por este motivo, existen organizaciones nacionales e internacionales que desarrollan los estándares y las normas básicas.

- Las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) contienen un capítulo sobre el almacenamiento y la entrega de productos alimenticios.
- El Codex Alimentarius establecido en 1962 por la Organización Mundial de la Salud y la Organización para la Agricultura y la Alimentación incluye los temas de transporte y almacenamiento en las recomendaciones generales para la conservación de los alimentos.

Las normas no son un sustituto de la legislación, pero facilitan su interpretación para asegurar el cumplimiento por parte de las empresas. Cabe mencionar que algunas normas son más completas que los requisitos demandados en la legislación.

Muchos estándares son auditables y certificables por terceros independientes. Sin embargo, la certificación no prueba que un alimento sea seguro, únicamente que se ha manufacturado bajo un sistema de gestión debidamente implementado.

3.2 Marco legislativo transporte de mercancías perecederas

Dentro de la legislación europea para el transporte de mercancías perecederas se encuentra el Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Perecederas y sobre Vehículos Especiales (ATP), que fue aprobado en septiembre de 1970, y al que España se añadió en 1976. Dicho acuerdo se revisa periódicamente y se incluyen las modificaciones en las resoluciones estatales. De este modo, se ha extendido el uso del ATP en España y en el resto de Europa.

El acuerdo internacional ATP establece las normas que garantizan el transporte de alimentos en condiciones óptimas para su consumo, es decir, hasta la llegada al usuario final. Se definen normas sobre construcción, control y ensayo de vehículos para el transporte de dichas mercancías. También determina cuáles deben ser las condiciones higiénicas y de temperatura para el transporte de productos perecederos, fijando la temperatura mínima y máxima a la que pueden ser transportados y refleja los procedimientos de control necesarios para asegurar el cumplimiento de las normas. Por lo tanto, es la norma que rige las condiciones y características en la construcción de contenedores refrigerados.

La finalidad del ATP es asegurar que las mercancías perecederas sean transportadas en el ámbito internacional de modo que se garanticen las condiciones óptimas para su consumo, así como que los vehículos encargados del transporte satisfagan las condiciones técnicas regidas por el propio acuerdo. Este acuerdo ha servido de referencia para el desarrollo posterior de la legislación del transporte de mercancías perecederas a nivel nacional.

Dentro de la legislación española para el transporte de mercancías perecederas se encuentran los siguientes reales decretos:

- Real Decreto 1202/05, sobre el transporte de mercancías perecederas y los vehículos especiales utilizados para este tipo de transporte (se ciñe a lo expuesto en el ATP).
- Real Decreto 1010/2001, sobre el establecimiento de unas autoridades competentes en materia de transporte de mercancías perecederas, así pues, se constituye y regula la comisión para la coordinación de dicho transporte.

3.2.1 Las mercancías perecederas y sus temperaturas según ATP:

El ATP define un listado de mercancías consideradas como perecederas. Los operadores encargados de trasladar mercancías perecederas deben utilizar vehículos isoterms, refrigerantes, frigoríficos o caloríficos; a excepción de que las temperaturas previsibles durante el transporte conviertan a esta obligación en no aplicable.

Mercancías perecederas a efectos de la aplicación del ATP:

- Productos ultracongelados y congelados: crema congelada, -20 °C; pescados, productos preparados a base de pescado, moluscos y crustáceos congelados o ultracongelados y cualquier otro producto ultracongelado, -18 °C; cualquier producto congelado, excepto mantequilla, -12 °C; mantequilla congelada, -10 °C.
- Mantequilla: 6 °C.
- Productos de caza: 4 °C.
- Carne roja y caza mayor (exceptuados despojos rojos): 7°C.
- Despojos rojos: 3°C.
- Leche cruda: 6 °C.
- Leche cruda recogida de la granja para su inmediato tratamiento: 10°C.

- Leche pasteurizada: 6 °C.
- Productos lácteos frescos (yogur, kéfir, crema, nata y queso fresco): 6°C.
- Pescado, moluscos y crustáceos (con exclusión del pesado ahumado, salado seco o vivo, los moluscos vivos y crustáceos vivos): deberán envasarse en hielo fundente o a la temperatura del hielo fundente (0°C).
- Productos preparados a base de carne (de los que se excluyen los que se han estado estabilizado por salazón, ahumado, secado o esterilización): 6 °C.
- Aves y conejos: 4 °C.
- Carne picada: 2°C, o a la temperatura indicada en la etiqueta o documento de transporte.

3.2.2 Tipos de vehículos según la normativa ATP:

Dependiendo de la mercancía a transportar los vehículos deberán obligatoriamente cumplir con una serie de requisitos. El acuerdo ATP hace una primera distinción en el tipo de vehículos:

- Vehículo isoterma: vehículo cuya caja está construida con materiales de paredes aislantes, incluidos las puertas, el suelo y el techo, hecho que limita el intercambio de calor entre el interior y el exterior.
- Vehículo refrigerado: vehículo isoterma que, gracias a un sistema de refrigeración (hielo hídrico, con o sin sal; placas eutécticas; hielo carbónico, con o sin regulación de sublimación; gases licuados, con o sin regulación de evaporación) permite reducir la temperatura del interior de la caja vacía, y mantenerla después para una temperatura exterior media de 30°C. La temperatura a la que mantenga el frío dependerá de la clase del vehículo y de la clase de refrigerante. El potencial de temperatura disminuye a medida que la cantidad de refrigerante disminuye.
- Vehículo frigorífico: vehículo isoterma que incorpora un sistema de refrigeración mecánico, individual o colectivo. Este vehículo dispone de los medios para disminuir la temperatura interior de la caja vacía y mantenerla de forma permanente a una temperatura exterior media de 30°C. La temperatura a la que mantenga el frío dependerá de la clase del vehículo.
- Vehículo calorífico: vehículo isoterma que incorpora un dispositivo de producción de calor. Este vehículo dispone de los medios para elevar la temperatura interior de la caja vacía y mantenerla después hasta doce horas sin necesidad de repostar, a un valor prácticamente constante y no inferior a 12°C. En función de la clase del vehículo se mantendrá la temperatura interior a una temperatura exterior dada.

El control de la conformidad de los vehículos especiales destinados al transporte internacional de mercancías perecederas deberá hacerse antes de su puesta en servicio y, periódicamente, al menos cada seis años.

3.3 Normativa requisitos técnicos durante el transporte refrigerado

Como ya se ha comentado previamente, las normas no son un sustituto de la legislación, pero facilitan su interpretación para asegurar el cumplimiento por parte de las empresas. Para facilitar el entendimiento del acuerdo ATP y de la legislación europea se desarrolló la norma ISO 1496-2 (de la Organización Internacional de la Estandarización) y la norma UNE 49-759-79 (de Asociación Española de Normalización y Certificación). Ambas normativas contienen información muy similar.

3.3.1 ISO 1496-2

La parte número dos de la normativa ISO 1496 proporciona las especificaciones básicas y los requisitos de prueba para los contenedores térmicos de la serie ISO 1. Estos requisitos se refieren a los contenedores usados en el intercambio internacional de mercancías por carretera, ferrocarril y mar, incluidos los transbordos entre estos medios de transporte.

Destaca la siguiente información ofrecida por dicha normativa:

- El suministro de energía deberá ser trifásico sin neutro. Por lo tanto, los cables de conexión serán de 4 cables (las tres líneas de fase y la línea de tierra).

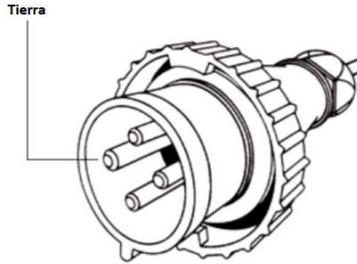


Ilustración 1. Conector trifásico con línea a tierra. Fuente: Hapag Lloyd

- Se clasifican los contenedores en tipo 1 y tipo 2 en función del voltaje y la frecuencia de la red eléctrica:

Clasificación normativa ISO 1496 - 2				
	TIPO 1		TIPO 2	
Frecuencia de red [Hz]	Voltaje mínimo [V]	Voltaje máximo [V]	Voltaje mínimo [V]	Voltaje máximo [V]
50 Hz	180	230	360	460
60 Hz	200	250	400	500

Tabla 1. Clasificación contenedores según la normativa ISO 1496-2

- La potencia máxima que debe consumir un contenedor refrigerado es de 15 kW. Por lo tanto, en el caso de los contenedores tipo 1, no se debe exceder una corriente de 300 A, y en el caso de los contenedores tipo 2, no se debe exceder una corriente de 150 A.

3.3.2 Norma UNE 49-759-79

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones básicas y los ensayos aplicables a los contenedores de la serie ISO de la serie 1 de características térmicas, convenientes para el tráfico internacional y para el transporte por carretera, por ferrocarril y por mar y que permiten los transbordos entre estos diferentes modos de transporte.

Dentro de la norma UNE destaca el ensayo nº 15 destinado a averiguar el coeficiente de transferencia de calor para el contenedor. En ninguna de las normas, ni en la norma ISO ni en la UNE, se establecen requisitos de operación a una temperatura exterior dada. Tan solo se remarca la necesidad de que el coeficiente no supere unos valores determinados.

Código	Tipo	K máx. W/(m ² ·°C)	Temperaturas			
			°C		°F	
			en el interior	en el exterior	en el interior	en el exterior
20	Isotermo	0,4 (*)	—	—	—	—
21	Isotermo	0,7 (*)	—	—	—	—
22	Calentado	0,4	16	-20	60	-4
23 a 29	Números reservados para otros contenedores isotermos o calentados					
30	Refrigerado, refrigerante renovable	0,4	-18	38	0	100
31	Refrigerado mecánicamente	0,4	-18	38	0	100
32	Refrigerado y calentado	0,4	-18/16	38/-20	0/60	100/-4
33 a 39	Números reservados para otros refrigerados, refrigerados mecánicamente y refrigerados y calentados					
40	Refrigerado y/o calentado con equipo amovible, aparato colocado al exterior	0,4	(**)	(**)	(**)	(**)
41	Refrigerado y/o calentado con equipo amovible, aparato colocado al interior	0,4	(**)	(**)	(**)	(**)
42	Refrigerado y/o calentado con equipo amovible, aparato colocado al exterior	0,7	(**)	(**)	(**)	(**)
43 a 49	Números reservados para otros refrigerados y/o calentados con equipo amovible					

(*) 0,4 W/m² °C = 0,0704 BTU/h. ft². °F
 0,7 W/m² °C = 0,1232 BTU/h. ft². °F

(**) Esta categoría no tiene especificados límites de temperatura. Su aptitud de servicio está en función de las posibilidades del equipo fijado según el modo de transporte.

Ilustración 2. Coeficientes de transmisión de calor. Fuente: UNE 49-759-79

Clasificación entre contenedores isotermos, en los que no se utilizan aparatos para el enfriamiento y/o la calefacción, y contenedores refrigerados (de refrigerante renovable como hielo, nieve carbónica, gas licuado), estos contenedores no tienen que recurrir a una fuente de energía exterior, y contenedores refrigerados mecánicamente, que están provistos de un aparato refrigerante (unidad de compresión, de absorción, etc.).

Ensayo nº15 – ensayo térmico

Este ensayo debe efectuarse después del ensayo de estanqueidad al aire, si este es satisfactorio. También debe hacerse bajo las condiciones de empleo, utilizando bien el método de calefacción interior o el método de refrigeración interior. Todos los instrumentos y aparatos deben estar escogidos y calibrados de la forma siguiente:

Aparatos de medida de temperatura ± 0.5°C.

Sistema de medida de la potencia ± 2% de la cantidad medida.

Sistema de medida de régimen ± 3%.

El régimen de escape debe estar expresado en función de la transferencia de calor total (U_θ) definido por la fórmula:

$$U_{\theta} = \frac{Q}{\theta_e - \theta_i}$$

Ecuación 1. Régimen de escape en función de la transferencia de calor

El coeficiente de transferencia de calor (K) es tal que

$K = U_{\theta}/S$, expresado en vatios por metro cuadrado por grado Celsius;

Siendo:

U_{θ} = Transferencia de calor total expresada en vatios por grado Celsius.

$$1 \text{ W/}^{\circ}\text{C} = 0.556 \text{ W/}^{\circ}\text{F} = 0.860 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}) = 1.895 \text{ Btu}/(\text{h}\cdot^{\circ}\text{F}).$$

Q = Potencia disipada o absorbida en el curso de las operaciones de calefacción o de ventilación interiores o por las unidades de refrigeración interior, en vatios;

θ_e = Temperatura exterior media, que debe ser la media aritmética de las temperaturas anotadas al fin de cada intervalo y medidas a 100 mm de las paredes para los doce puntos siguientes, por lo menos, como se indica en el anexo H.

- a) Las ocho esquinas exteriores del contenedor
- b) Los centros de las paredes laterales del piso y del techo

θ_i = Temperatura interior media, que debe ser la media aritmética de las temperaturas anotadas al fin de cada intervalo, y medidas a 100 mm de las paredes para los doce puntos siguientes, por lo menos, conforme se indica en el anexo H.

- a) Las ocho esquinas interiores del contenedor
- b) Los centros de las paredes laterales del piso y del techo

θ es la temperatura media de las paredes; por convección:

$$\theta = \frac{\theta_e + \theta_i}{2}$$

Ecuación 2. Temperatura media por convección

S es la superficie media del contenedor en metros cuadrados, que es la media geométrica de la superficie interior S_i y la superficie exterior S_e ; por convección

$$S = \sqrt{S_i \times S_e}$$

Ecuación 3. Superficie media

Para todas las superficies onduladas debe utilizarse la proyección de la superficie.

Procedimiento operatorio. La fecha del ensayo para la determinación de la pérdida en temperatura del contenedor debe fijarse de manera que puedan realizarse las condiciones siguientes, por lo menos durante un período de 8 h consecutivas:

- a) El ensayo debe efectuarse a una temperatura media de paredes escogida entre 20 y 32°C y con una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de 20°C.
- b) Diferencia máxima entre el punto más caliente y el más frío en el interior, en todo momento, 3°C.
- c) Diferencia máxima entre el punto más caliente y el punto más frío en el exterior, en todo momento, 3°C.
- d) Diferencia máxima entre dos temperaturas medias interiores, θ_i , en momentos diferentes, 1.5°C.

- e) Diferencia máxima entre dos temperaturas medias exteriores, θ_e , en momentos diferentes, 1.5°C.
- f) La diferencia máxima en porcentaje entre los valores más bajos y los valores más altos de la disipación de energía $W \cdot h/h$, no debe pasar del 3% de la cifra más baja.
- g) Las lecturas deben hacerse a intervalos de 30 min como máximo.
- h) Todos los instrumentos de medida de la temperatura colocados en el interior y en el exterior del contenedor deben estar protegidos contra las radiaciones.

Ninguna temperatura utilizada podrá perjudicar los materiales.

Ningún método de ensayo dará origen a la formación de hielo que podría afectar a los resultados del ensayo.

Condiciones requeridas. El coeficiente de transferencia de calor global, K , calculado a partir de la media de 17 o más lecturas – ver fórmula más abajo – obtenido durante el período continuado de 8 h (en el que $U\theta$ es corregido según el factor de corrección del ensayo núm. 14, si ello es necesario) no debe sobrepasar el valor previsto para la clase de contenedor sometida a ensayo

$$K = \frac{\sum_1^n U_{\theta}}{n} \times \frac{1}{S} \text{ si } n \geq 17$$

Ecuación 4. Coeficiente de transferencia de calor global K

Observación. Dado que este ensayo podrá ser efectuado en condiciones distintas a las de utilización y que el equipo de refrigeración y/o de calefacción no funcionará durante el ensayo, deberá tenerse en cuenta esta circunstancia al aplicar el valor obtenido para K en este ensayo a los cálculos que se realicen para condiciones de utilización.

Capítulo 4. Situación actual del transporte intermodal en Europa

La demanda de mercancías en el territorio europeo ha ido fluctuando a lo largo del tiempo, pero la tendencia es que aumente año tras año. Este incremento de la demanda lleva asociado un incremento en el uso de los transportes. Como es lógico, el aumento en los volúmenes de transporte conlleva congestiones del tráfico por carretera y puertos. En consecuencia, se visibilizan los problemas de enlaces entre los centros urbanos y la periferia, así como la carencia de conexiones entre las redes nacionales.

Ante esta necesidad de mejora del transporte se han desarrollado diferentes políticas, que pretenden eliminar las barreras físicas, técnicas y administrativas, para garantizar el libre comercio entre los diferentes países miembros y terceros países. Por este motivo la situación actual del transporte intermodal en Europa está muy ligada al conjunto de políticas acometidas; observando la evolución legislativa se puede entender la actualidad en relación al transporte europeo.

Las herramientas legislativas de las instituciones de la Unión Europea son varias, y destacan los actos legislativos para la elaboración de una red transeuropea de transportes (RTE-T), para una red transeuropea de telecomunicaciones y para una red transeuropea de energía, competencias que al inicio de la Comunidad Europea se legislaban en diferentes órganos ministeriales. También, gracias al Libro Blanco de Transporte, se refleja la visión de la Comisión Europea para el futuro del sistema de transporte de la Unión Europea y define el futuro inmediato de la agenda política mediante la exposición de planes de acción. A través de la lectura de dichos actos legislativos (reglamentos, directivas, decisiones y recomendaciones) se puede establecer un análisis de la situación actual y de la evolución temporal en el transporte de mercancías.

Las necesidades de la red de transporte intermodal son las mismas desde su inicio y únicamente se han añadido restricciones en cuanto a los parámetros medioambientales. Esto es debido especialmente al retraso en la construcción de las infraestructuras.

Entre los principales objetivos para la implementación de una red eficiente de transporte sobresalen las políticas de revitalización del ferrocarril, de promoción del transporte marítimo y fluvial, de materialización de interoperabilidad entre los diferentes modos; y todo ello asumiendo el compromiso medioambiental. Para conseguir tales objetivos la normativa europea va encaminada a dirigir cierto volumen de tráfico por carretera hacia otros modos de transporte, es decir, equilibrar el actual reparto entre modos de transporte. De esta forma se logrará descongestionar las carreteras, aumentar la seguridad vial, reducir el consumo energético y proteger el medio ambiente. Las actuaciones principales

para conseguir un mercado único pasan por la liberación de las restricciones cuantitativas (cantidad, peso, valor), la supresión de los obstáculos administrativos o la concesión de reducciones fiscales.

4.1 Evolución del transporte en la red europea

A partir del 1990 empezaron los fenómenos de congestión en las carreteras y en las vías ferroviarias, principalmente en las áreas urbanas y en zonas concretas (cuellos de botella). La congestión en las carreteras se calcula considerando los costes de infraestructura, los efectos perjudiciales en el medio ambiente y los accidentes. Se calcula que en el año 2005 el coste externo derivado de la congestión del transporte por carretera representaba el 0.5% del PIB de toda la UE. En el año 2010 esta cifra ya había alcanzado el 1% del PIB de la UE.

Una fracción de la congestión producida es debida al incumplimiento de los plazos en la ejecución de las infraestructuras asociadas a la RTE-T. A día de hoy, únicamente se han finalizado una quinta parte de las infraestructuras proyectadas. Adicionalmente, contrariamente a las recomendaciones de la Comisión Europea en el Libro Blanco, la mitad de los Fondos de Cohesión y los préstamos del Banco Europeo de Inversiones han favorecido al transporte por carretera, en lugar del transporte ferroviario.

4.1.1 Evolución legislativa

A fecha de hoy, año 2018, las fichas técnicas sobre la Unión Europea en cuanto a política de transportes recogen las mismas disposiciones y objetivos que hace 22 años. Se hace constar en todas las políticas que el elemento integrador básico es la red transeuropea de transportes (RTE-T), desde su primera mención el año 1996 en el marco legislativo con la Decisión nº 1692/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo hasta su última actualización legislada el año 2013 con el Reglamento (UE) n.º 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

En este último reglamento se reitera la definición de una política de infraestructura de transportes de la Unión que tiene por objeto transformar el actual panorama de carreteras, ferrocarriles, vías de navegación interior, aeropuertos, puertos interiores y marítimos y terminales ferroviarias/viales en una red integrada que abarque todos los Estados miembros. Se vuelve a incidir en el hecho de que la ausencia de una infraestructura de transportes coherente constituye un obstáculo grave para el buen funcionamiento del mercado interior.

Se declara que la creación de esta red requiere la preparación y ejecución de miles de proyectos destinados a suprimir las deficiencias técnicas en cuanto a cuellos de botella, conexiones pendientes y una efectiva interoperabilidad entre los distintos modos de transporte y entre las infraestructuras de transportes regionales y nacionales. También destacan el papel imprescindible de nuevas soluciones tecnológicas que permitan un transporte sostenible, con bajas emisiones de carbono y eficiente desde el punto de vista energético.

La nueva infraestructura de transportes de la Unión establece una estructura de doble capa para las rutas de transportes de la Unión Europea, formada por una red básica y una red global. Por un lado, la red básica está conformada por las zonas de la red global de mayor importancia estratégica para los flujos de comercio europeos y mundiales. Uno de los objetivos es asegurar conexiones sin fisuras. Esta red deberá implementarse antes del año 2030 y está prevista una revisión para el año 2023. Por otro

lado, la red global está conformada por una red multimodal de alta densidad principalmente para los flujos de comercio europeos. Esta red deberá implementarse antes del año 2050.

Otra novedad es la introducción de nueve corredores multimodales principales, que se deben implementar uniendo los recursos de las partes interesadas de los sectores público y privado. Cada corredor cuenta con el apoyo de un coordinador europeo, ya que éstos son un instrumento estratégico para facilitar la ejecución coordinada de los proyectos de la red básica.

La política de la RTE-T se centra también en el desarrollo de las autopistas del mar, así como en la implantación del sistema europeo de gestión del transporte ferroviario (ERTMS); cada uno de estos proyectos consta con el apoyo de un coordinador europeo.

Además del programa Marco Polo (indicado especialmente para proyectos de intermodalidad) se ha creado un mecanismo denominado “Conectar Europa” con el fin de financiar los proyectos más relevantes para el periodo 2014-2020. Estos proyectos son los que se centran fundamentalmente en la red básica de transporte y los elementos de la red global que aportan mayor valor añadido europeo. Los beneficiarios principales de la financiación europea son los países que forman parte del Fondo de Cohesión; durante el periodo 2014-2020, el Fondo de Cohesiónⁱⁱⁱ apoya a: Bulgaria, Croacia, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Grecia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Portugal, República Checa y Rumanía.

En 2014, la Agencia Ejecutiva de la Red Transeuropea de Transporte pasó a llamarse Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA). Esta agencia se ocupa de proseguir con la implantación de la RTE-T y la ejecución de los programas Marco Polo. También se encarga de la gestión técnica y financiera del mecanismo “Conectar Europa” y de partes del programa Horizonte 2020 de la UE, que proporciona apoyo a la investigación en el ámbito del transporte inteligente, ecológico e integrado, entre otros sectores.

Las inversiones de la Unión Europea son menores en la red transeuropea de energía (RTE-E) y la red transeuropea de telecomunicaciones, en comparación a la red RTE-T. Actualmente la financiación por parte de la UE en la red de telecomunicaciones se focaliza en la modernización de las redes existentes. Por otro lado, la red RTE-E recibe más inversión que la anterior y consta de cuatro coordinadores europeos para su supervisión. Las prioridades de esta red es la promoción de la interconexión de las redes energética. Entre las prioridades de acción en el ámbito energético, compatibles con los objetivos de desarrollo sostenible, figuran las siguientes: destinar más recursos a la investigación de las energías renovables y mejor conexión entre las instalaciones que las producen, minimización de las pérdidas energéticas durante el transporte de energía mediante nuevas tecnologías, diversificación de las fuentes de energía, y la interoperabilidad de las redes de la UE con las de los nuevos estados miembros y los terceros países. En este sentido, se prevén 164 proyectos para la electricidad y 122 para el gas.

4.2 Visión actual del Parlamento Europeo

El Parlamento es otra institución europea que también secunda la idea de que la realización de la RTE-T es una condición indispensable para consolidar un sistema de transportes europeo sostenible y eficiente, que debe potenciarse mediante el mecanismo “Conectar Europa” y el Fondo Europeo para

Inversiones Estratégicas. Por ello, el Parlamento ha apoyado con firmeza la política de redes transeuropeas y ha denunciado constantemente los retrasos en la ejecución de los proyectos prioritarios. A día de hoy, insta a los gobiernos a hacer efectiva la ejecución de la RTE-T, con especial atención a las conexiones transfronterizas de la red básica, dentro de los plazos establecidos y finalizada en el año 2030. El Parlamento comparte su visión del panorama actual y hace hincapié en ciertas medidas sobre las que todavía no se ha legislado:

- Establece que los dos niveles de la RTE-T son cruciales para la logística de la UE ya que aportan capilaridad a la red principal, facilitando la distribución de “último kilómetro”. Considera que la red, además de ser renovada y modernizada, debe constar con el apoyo de un mantenimiento periódico que garantice la durabilidad y eficiencia de las infraestructuras y conexiones.
- Cree necesaria la simplificación de los documentos, y por ello, pide a la Comisión Europea que proponga un marco digital para el intercambio electrónico de información y la gestión del transporte para el transporte multimodal (porte electrónico). De esta manera se facilitará un flujo de información más dinámico. Este porte electrónico deberá tener validez y ser aceptado por todos los estados miembros.
- También resalta la necesidad de continuar trabajando en los sistemas de información y comunicación, haciendo uso de los sistemas europeos de navegación por satélite Galileo y EGNOS. Estos sistemas permitirán la armonización de los sistemas de seguimiento y guía de transportes y contribuirá a la mejora de la seguridad vial.
- Pide a la Comisión que estudie la viabilidad de establecer un método de medición único y común de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Cree que se debe aportar una mejor información estadística en cuanto a los volúmenes de importación y exportación en el transporte intermodal y en materia de logística. Además de la elaboración de nuevos indicadores que reflejen mejor las tendencias reales del transporte de mercancías.
- Considera necesario elaborar un plan de transportes para los vehículos aéreos no tripulados (drones).
- Pide a los estados miembro y a la Comisión que prevengan los daños colaterales en los flujos de mercancías en relación al impacto negativo del cierre de fronteras interiores causado por la crisis migratoria y humanitaria y la amenaza terrorista en la UE.
- Propone a la Comisión adoptar medidas disciplinarias contra los estados miembros que impidan la libre circulación (en caso de obstaculización intencionada).
- Considera necesario elaborar un plan de acción y evaluar las repercusiones en política de transportes de la decisión del Reino Unido de abandonar la Unión Europea (Brexit), especialmente en lo que se refiere al corredor Mar del Norte-Mediterráneo que une Irlanda con el Reino Unido.

4.3 Evolución en la demanda de transporte de mercancías en la Unión Europea

Se observa un crecimiento en el transporte de mercancías en la comunidad europea, motivado por los cambios en la propia economía y en el sistema de producción. Antes, los modelos de producción se basaban en una economía de almacenaje, ahora, los modelos de producción se basan en una economía de flujos (también denominada de producción ajustada). Junto a este hecho, se ha generado un proceso de deslocalización de determinadas industrias, especialmente de las que precisan gran cantidad de mano de obra. Estas industrias han desplazado sus centros de producción con el fin de reducir los gastos asociados a sus diferentes procesos productivos. También ha influido el abaratamiento del transporte y

la apertura de las fronteras, hechos que han permitido abrir los mercados nacionales al resto del mundo.

El crecimiento de la demanda no se produce de la misma manera para todos los medios de transporte. Los más favorecidos en este sentido han sido los transportes por carretera y los transportes marítimos de corta distancia. Para ellos, la tonelada por kilómetro transportada ha crecido exponencialmente en relación a los años. En cambio, el transporte por ferrocarril se ha mantenido, pero con pequeños decrementos. Por otro lado, el transporte por tubería (pipeline) y el transporte por vías fluviales se ha mantenido prácticamente constante.

4.3.1 El transporte marítimo y fluvial en la UE

Actualmente, el transporte marítimo de corta distancia puede ser un elemento clave en el desvío de mercancías del transporte por carretera, ya que la revitalización efectiva del transporte ferroviario tardará años. La infraestructura necesaria se reduce a la infraestructura portuaria, que debe contar con gran maquinaria y personal altamente cualificado, lo cual requiere una gran inversión. No obstante, se calcula que en el año 2005 los puertos europeos concentraban un volumen de mercancías correspondiente a más del 90% del comercio exterior de la UE con terceros países, y aproximadamente un 30% del comercio interior de la UE. Es decir, que los cimientos para lograr un mayor comercio intracomunitario están asentados, únicamente se necesita una mejor publicidad de este tipo de transporte.

Por otro lado, el transporte fluvial requiere una inversión mayor para materializar las buenas conexiones con los puertos marítimos. En los grandes ríos de Europa este tipo de transporte está más extendido, pero únicamente para mercancías de poco valor y gran volumen, en las que no prima la rapidez en la llegada a destino.

Iniciativas relevantes:

- Realización de las conexiones entre las cuencas fluviales existentes con los grandes puertos marítimos.
- Supresión de las barreras técnicas, eliminación de los cuellos de botella y creación de nuevos enlaces.
- Simplificación de la documentación.

4.3.2 El transporte ferroviario en la UE

La revitalización del ferrocarril se hará efectiva mediante la liberalización del mercado, y, en consecuencia, la libre competencia. Esta competencia favorecerá la mejora de las prestaciones y servicios de la red ferroviaria.

En la actualidad, pese a las medidas emprendidas, la competitividad del ferrocarril continúa siendo limitada debido a sus barreras técnicas: diferencias en cuanto a material, tecnología, señalización, normas de seguridad, frenado, corrientes de tracción y limitaciones de velocidad. Hecho que obliga a algunos trenes a detenerse en las fronteras. En consecuencia, el transporte por carretera ha aprovechado la inexistencia de barreras técnicas para reforzar su posición en el mercado.

Iniciativas relevantes:

- Se propone crear una red básica europea de 9 corredores multimodales en toda Europa. Estos corredores estarán conformados por infraestructuras homogéneas y de alta capacidad, tanto en carretera como en ferrocarril, y conectarán las principales terminales multimodales con los centros de producción y consumo. Entre ellos se encuentra el Corredor Mediterráneo, desde Algeciras hasta Budapest.

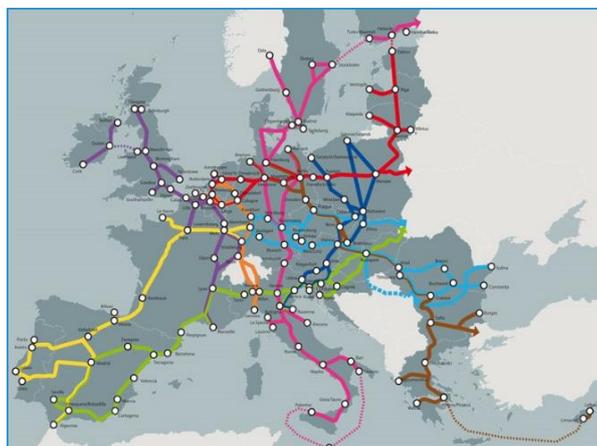


Ilustración 3. Mapa de Europa con los nueve corredores propuestos por la RTE-T. Fuente: Ministerio de Fomento de España



Ilustración 4. Mapa de Europa del corredor mediterráneo. Fuente: Asociación Valenciana de Empresarios

- Armonización de las características técnicas: sistemas de señalización, velocidad, longitud de tren, sistemas de electrificación, ancho de vía, etc.

En cuanto a la longitud de tren cabe mencionar que mientras en Francia la longitud máxima es de 740 metros, en España es de 450 metros, lo que reduce significativamente la competitividad del transporte de mercancías por ferrocarril.

En cuanto al ancho de vía, actualmente se dispone en España de tramos con ancho de vía ibérico, internacional y soluciones consideradas temporales como “el tercer carril”, que permiten la circulación de trenes con ambos anchos de vía, pero a una velocidad muy limitada. Esta situación también se produce en los países bálticos, Irlanda, Portugal y algunas zonas de Italia. Algunos países creen que la solución definitiva a este problema es la implementación de una doble plataforma (una vía en una dirección de ancho estándar, una vía en la dirección opuesta de ancho estándar, y mantener las vías originales).

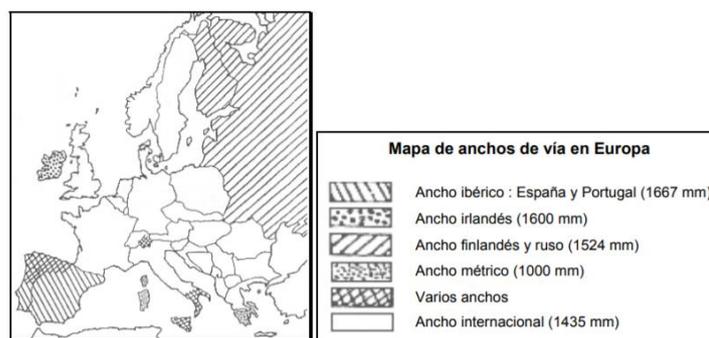


Ilustración 5. Mapa de Europa de anchos de vía ferroviaria. Fuente: Ministerio de Fomento de España

4.3.3 El transporte intermodal en la UE

En el Libro Blanco del Transporte se recomienda una concepción integral del transporte que potencie el modo idóneo en cada tramo, con el fin de cumplir con los requisitos mínimos medioambientales, y derivar todo el volumen de mercancías del transporte por carretera a otros medios de transporte. No se quiere forzar un reparto modal específico, sino lograr mejores conexiones entre los diferentes medios de transporte, y que a su vez se complementen, obteniendo así un uso óptimo del ferrocarril, de la navegación fluvial o del transporte marítimo de corta distancia (*Short Sea Shipping*).

Como se ha explicado anteriormente, dentro del marco legislativo, se encuentra el programa Marco Polo y el mecanismo “Conectar Europa”, ambos están en disposición de financiar y apoyar todos aquellos proyectos con relación a la intermodalidad, tanto a los propuestos por los países miembro como a por terceros países.

Actualmente, los principales obstáculos con los que se topa el transporte intermodal son:

- Infraestructuras:
 - Necesidad de una red coherente a escala europea, cosa que se conseguirá con la consolidación de todos los proyectos de la red RTE-T.
 - Nodos con valor añadido. Los puntos de transbordo serán los nodos de la red intermodal y las actividades que allí se realicen tendrán que aportar un valor añadido a la red europea.
 - Armonizar las normas de las unidades de carga, relativas a dimensiones y cargas máximas, de cara a facilitar los transbordos.
- Explotación y utilización de infraestructuras:
 - Libre acceso a las infraestructuras. La separación entre la gestión y la explotación de las infraestructuras garantizará un acceso abierto y no discriminatorio para los operadores.
 - Unificación de tarifas y costes. Los impuestos y gravámenes se establecen actualmente de forma muy diferente a cada modo de transporte.
 - Simplificación de la documentación.

4.4 Evaluación del comercio exterior intermodal de productos frescos

A continuación, se procede a realizar un análisis básico de los flujos y volúmenes de exportación e importación de mercancías perecederas dentro de la Unión Europea, para así deducir los puntos dónde

el transporte intermodal sería más competitivo que el transporte unimodal por carretera. De esta manera se pueden determinar las rutas donde es más probable garantizar un desvío del tráfico de las carreteras a otras modalidades de transporte.

Es necesario puntualizar que los datos estadísticos se extraen de las bases de datos AEAT (desarrollada por la Agencia Tributaria Española) y DataComex (desarrollada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España). Se ha decidido comparar los datos de ambas para obtener un análisis más fiable.

Primero de todo, es necesario comentar las limitaciones y ventajas de dichas bases de datos. Por un lado, AEAT contiene información sobre las operaciones de comercio exterior, denominadas importaciones o exportaciones, que son las realizadas por estados miembros con procedencia o destino en países terceros a la UE. Para estas operaciones existe la obligación de presentar el correspondiente Documento Único Aduanero (DUA) ante la aduana respectiva. Por otro lado, AEAT también contiene información sobre las operaciones de comercio intracomunitario, denominadas introducciones o expediciones. Éstas se documentan a través de la Declaración de Operaciones de intercambio de bienes entre Estados miembros (declaración INTRASTAT). La diferencia con la DUA es que la declaración INTRASTAT únicamente es de carácter obligatorio para aquellos cuyo volumen económico de operaciones anuales supere un umbral “de asimilación” (actualmente está fijado en 400000 euros).

Por lo tanto, se debe tener en cuenta que:

- Los operadores que no superen dicho umbral económico no están obligados a presentar la declaración. Este hecho supone una pérdida de información de los flujos de comercio intracomunitario.
- Los productos exportados pueden haber sido manufacturados en otras regiones.
- La información recogida en la declaración se refiere al primer modo de transporte en el que se ha efectuado el traslado de la mercancía. No se contempla el transporte multimodal.
- La aduana de entrada/salida no tiene por qué coincidir necesariamente con la provincia de entrada/salida de la mercancía. Sin embargo, las aduanas interiores no son comunes, y normalmente el DUA es presentado en la aduana correspondiente a la provincia de entrada/salida, por ello este error no influye en gran medida en los resultados.
- La cantidad real comercializada puede no coincidir con la variable de peso. Pese a este hecho se considera que los valores pueden servir como referencia para la evaluación de los flujos comerciales.
- No es posible diferenciar si el transporte ha sido realizado en contenedores puesto que la unidad de medida recoge pesos netos.

La base de datos DataComex proporciona información similar de forma más interactiva (por ejemplo, se pueden seleccionar productos concretos y/o en zonas geográficas concretas). DataComex extrae la información del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, Agencia Tributaria, y también de Eurostat. Otra diferencia notable, es que en AEAT la naturaleza de los bienes está clasificada en bienes de consumo, de capital o intermedios; mientras que en DataComex se pueden clasificar en tipología de producto (carne, pescado, textil, etc.). En general, se considera que los datos suministrados por ambas plataformas sirven para realizar un diagnóstico aproximado del tráfico de comercio exterior y la demanda del mercado.

4.4.1 Análisis Importaciones/Exportaciones en España

Para establecer un análisis comparativo se ha decidido usar la base de DataComex que extrae los datos de Eurostat de la Unión Europea. Los años a analizar serán el año 2000, 2003, 2006, 2008, 2010, 2012 y 2017. Cabe decir que los datos correspondientes al ejercicio del año 2018 todavía no están registrados y los del año 2017 se consideran datos provisionales. Además, se ha creído interesante incluir los datos del año 2008 para evaluar el efecto de la crisis económica que se produjo en dicho año.

Exportaciones/Importaciones entre España y el resto de países del mundo

Todo tipo de productos

Comercialización de todo tipo de productos en toneladas:

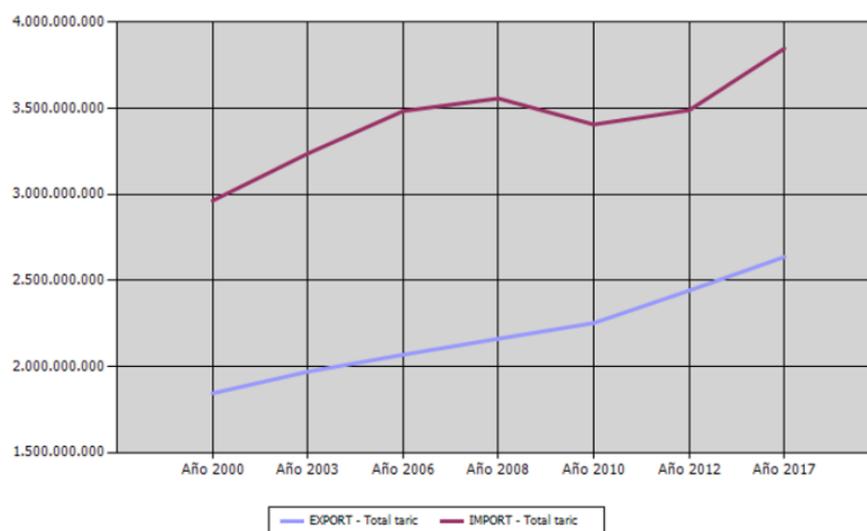


Ilustración 6. Gráfica de exportación/importación entre España y el resto del mundo en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Elemento ↑	EXPORT [t]	IMPORT [t]
Año 2000	1.843.308.172,50	2.962.296.645,30
Año 2003	1.968.986.853,40	3.236.172.319,20
Año 2006	2.067.567.095,90	3.482.846.952,40
Año 2008	2.160.537.620,70	3.556.003.247,50
Año 2010	2.251.658.279,50	3.404.841.929,80
Año 2012	2.440.157.574,10	3.487.794.184,80
Año 2017	2.635.597.511,77	3.845.902.766,35

Tabla 2. Datos de exportación/importación entre España y el resto del mundo en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Comercialización de todo tipo de productos en millones de euros:

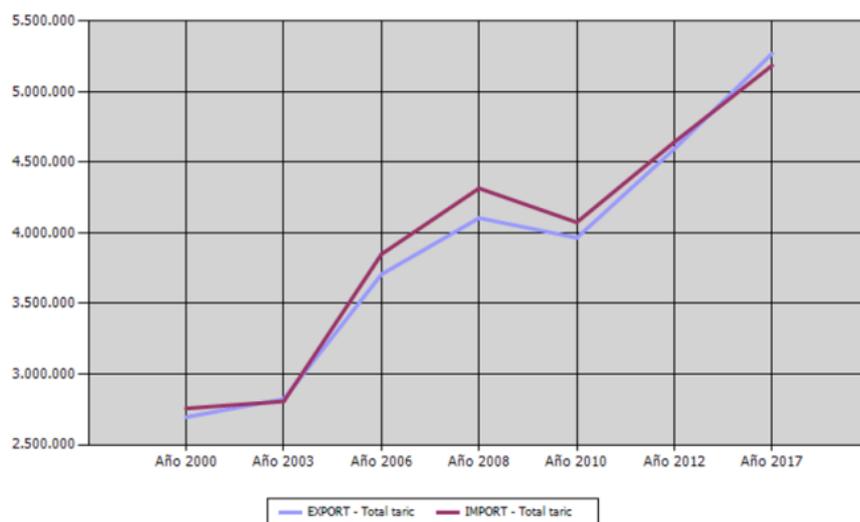


Ilustración 7. Gráfica de exportación/importación entre España y el resto del mundo en millones de euros.

Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Las operaciones de exportación e importación han incrementado sobremanera del año 2000 al 2017. Se puede apreciar el efecto de la crisis económica de 2008 que provocó la disminución de todas las operaciones de comercio exterior. Se refleja en la gráfica como en el año 2012 ya se habían alcanzado las mismas cifras que en las operaciones del año 2008.

Elemento ↑	EXPORT [millones de euro]	IMPORT [millones de euro]
Año 2000	2.695.381,65	2.756.960,72
Año 2003	2.823.485,27	2.806.881,10
Año 2006	3.705.835,43	3.848.657,36
Año 2008	4.105.151,40	4.315.391,05
Año 2010	3.964.842,91	4.074.461,83
Año 2012	4.594.878,39	4.643.010,80
Año 2017	5.269.135,53	5.184.721,49

Tabla 3. Datos de exportación/importación entre España y el resto del mundo en millones de euros. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Mapamundi de las operaciones de comercio exterior (exportación/importación) entre España y el resto de países del mundo de todo tipo de productos en tonelaje:

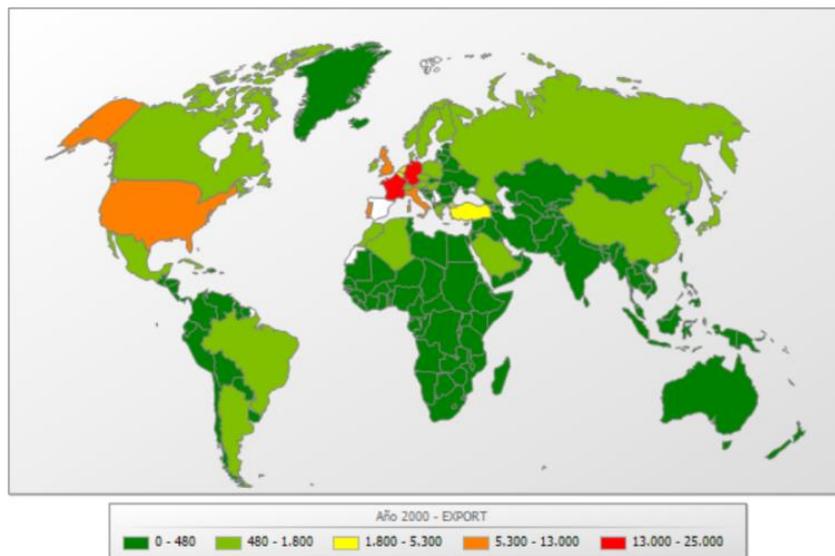


Ilustración 8. Operaciones de comercio exterior (exportación/importación) entre España y el resto de países del mundo de todo tipo de productos en tonelaje. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Observando las gráficas y las cifras sobresale el hecho de que España importa muchos más bienes en tonelaje de los que exporta, pero en relación a los millones de euros facturados las importaciones y las exportaciones van a la par. Asimismo, se ve un gran volumen de intercambio de mercancías entre España y Europa y los países miembros, seguido por Estados Unidos.

Productos frescos

Comercialización de productos frescos en toneladas:

La clasificación de “taric” de DataComex permite especificar el tipo de producto comercializado. Se han seleccionado un conjunto de productos frescos que deben transportar a temperatura controlada: carne y despojos comestibles, pescados, crustáceos, moluscos, leche, productos lácteos y huevos, frutas y bebidas de todo tipo (excepto zumos).

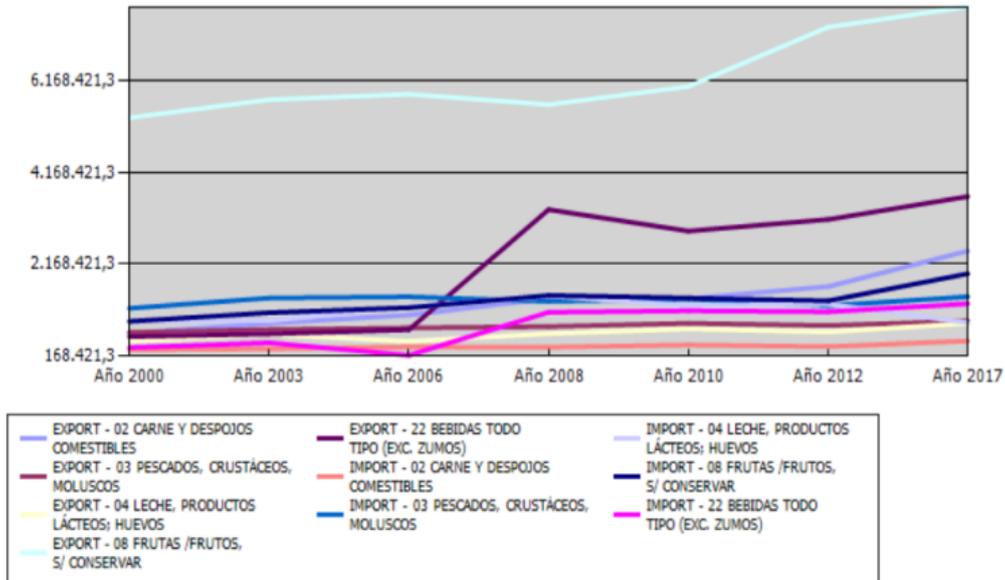


Ilustración 9. Gráfica de importación/exportación de España con el resto del mundo de productos frescos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Dentro de los productos frescos, la fruta es el que más se exporta fuera de España. En general importa poca cantidad de alimentos frescos.

Mapamundi de las operaciones de comercio exterior (exportación/importación), interacción entre España y el resto de países productos frescos en toneladas:

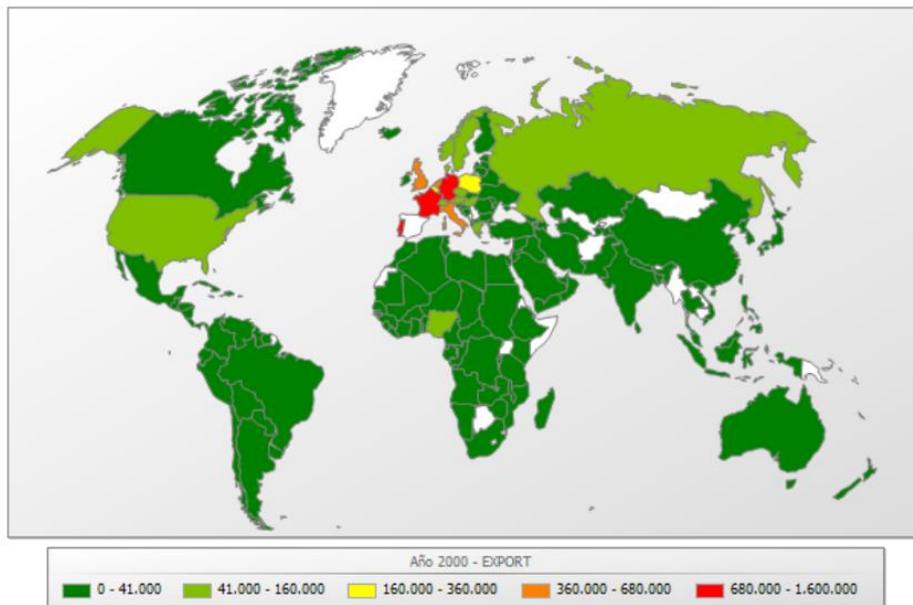


Ilustración 10. Operaciones de comercio exterior (exportación/importación) entre España y el resto de países del mundo de productos frescos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Los principales países que reciben productos frescos españoles son los pertenecientes a la Unión Europea, destacando Portugal, Alemania y Francia.

Mapamundi de las operaciones de comercio de exportación e importación entre los países de la UE y el resto del mundo:

Lista de países miembro de la UE: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido (en vías de salir de la UE), República Checa, Rumanía, Suecia.

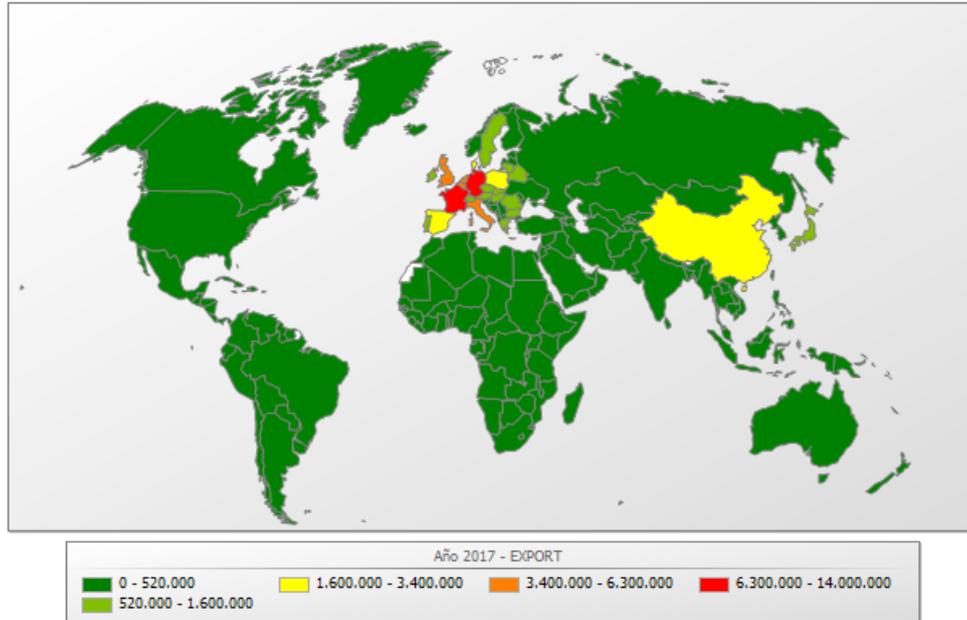


Ilustración 11. Operaciones de comercio exterior (exportación/importación) entre países de la UE y el resto de países del mundo de todo tipo de productos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Aquí se puede observar que España constituye uno de los principales países de exportación de productos frescos a nivel mundial. Ocupa el noveno puesto a nivel mundial en el año 2017, justo después de China. La primera posición la ocupa Alemania, seguida de Francia.

Países	Año 2000		Año 2006		Año 2008		Año 2010		Año 2012		Año 2017	
	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT	EXPORT	IMPORT
Alemania	8.857.757,7	6.078.186,3	9.676.731,2	7.773.576,7	10.337.979,5	8.700.230,8	11.564.474,7	9.083.679,1	11.990.788,7	9.396.126,1	13.202.074,61	9.695.396,74
Francia	5.066.805,9	4.845.519,3	5.325.383,7	4.864.186,6	5.641.779,4	5.003.966,4	6.003.116,7	5.310.285,2	6.188.492,8	5.249.744,7	6.547.178,61	4.621.131,77
Italia	5.217.272,5	3.017.529,9	5.930.023,4	3.218.668,5	5.907.239,7	3.484.313,1	6.086.729	3.518.205,6	6.209.463,2	3.535.616,7	5.852.703,44	3.794.865,21
Países Bajos	4.896.950,6	5.313.060,8	4.893.044,7	6.368.360,1	5.164.221,2	7.223.659,8	5.283.806,6	7.727.632,7	5.471.319,2	7.636.425,7	6.249.065,75	10.378.457,98
Reino Unido	3.175.188,2	1.233.397,2	4.107.505,4	1.607.040,6	4.113.233,9	1.630.015,5	4.204.357,3	1.858.462,4	4.356.133,7	1.934.973,2	4.779.907,9	2.488.588,39
Bélgica	2.366.986	3.619.711,4	2.556.125,8	3.961.787,2	2.489.746,8	4.362.332,9	2.749.599,6	4.435.249,8	3.074.344	4.767.794,4	3.846.928,56	5.468.682,38
Polonia	775.369,7	461.391,2	1.252.441,1	1.770.396,3	2.394.834,2	1.897.467	2.194.119,9	1.967.323,4	2.467.601,2	2.306.692,9	3.028.886,51	3.804.083,6
China	177.658,1	246.574,2	384.673,5	590.941,1	423.923,8	754.546	512.478,1	790.428,1	1.039.047,7	743.953,8	2.400.352,3	774.121,69
España	1.939.377,8	6.157.225,9	2.429.405,2	7.128.452,8	2.786.984,4	7.290.296,7	2.750.479,3	7.409.091,9	2.716.352,5	8.059.370,6	2.745.815,98	9.214.060,05
Portugal	943.780,8	467.978,4	1.100.666,4	620.424	1.259.352	729.645,4	1.393.287,2	753.517,6	1.268.863,4	766.796,9	1.357.246,28	756.477,29
Dinamarca	876.064,5	1.605.042,8	1.207.222,1	2.110.009,1	1.772.527,6	2.266.884,2	1.379.689,4	2.239.592,1	1.401.337	2.240.228	1.708.318,4	2.734.375,52

Tabla 4. Datos de las operaciones de comercio exterior (exportación/importación) entre países de la UE y el resto de países del mundo de todo tipo de productos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y destino Países Miembro de la Unión Europea de productos frescos en toneladas

En este proyecto se considera que las operaciones de exportación son de mayor interés, puesto que las operaciones que generan riqueza (incremento del Producto Interior Bruto). Por este motivo los siguientes datos que se proporcionarán serán únicamente de exportación.

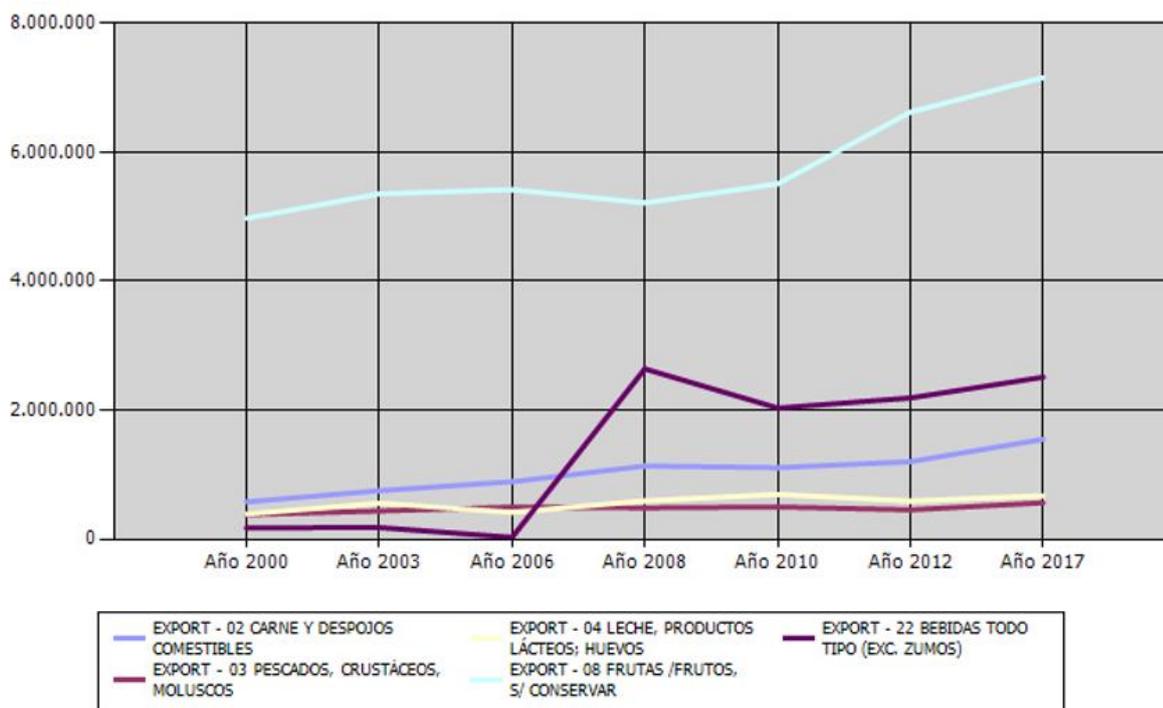


Ilustración 12. Gráfica de exportacion/importación entre países de la UE y el resto del mundo de productos frescos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

AÑO	EXPORTACIONES				
	CARNE Y DESPOJOS COMESTIBLES [t]	PESCADOS, CRUSTÁCEOS, MOLUSCOS [t]	LECHE, PRODUCTOS LÁCTEOS; HUEVOS [t]	FRUTAS [t]	BEBIDAS TODO TIPO [t]
Año 2000	574.954,10	377.334,40	386.961,40	4.972.804,30	174.042,40
Año 2003	750.262,00	433.852,40	555.994,40	5.351.961,80	178.934,00
Año 2006	887.889,80	496.353,60	415.010,60	5.416.668,40	25.920,70
Año 2008	1.132.546,00	483.415,40	592.048,70	5.210.760,60	2.638.266,10
Año 2010	1.107.085,60	497.929,30	692.268,00	5.506.534,70	2.030.572,80
Año 2012	1.198.949,70	453.421,50	589.092,70	6.618.377,40	2.187.419,90
Año 2017	1.546.501,95	562.556,48	671.837,92	7.154.329,78	2.509.742,62

Tabla 5. Datos de exportacion/importación entre países de la UE y el resto del mundo de productos frescos en toneladas. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y destino Países Miembro de la Unión Europea de productos frescos en millones de euros

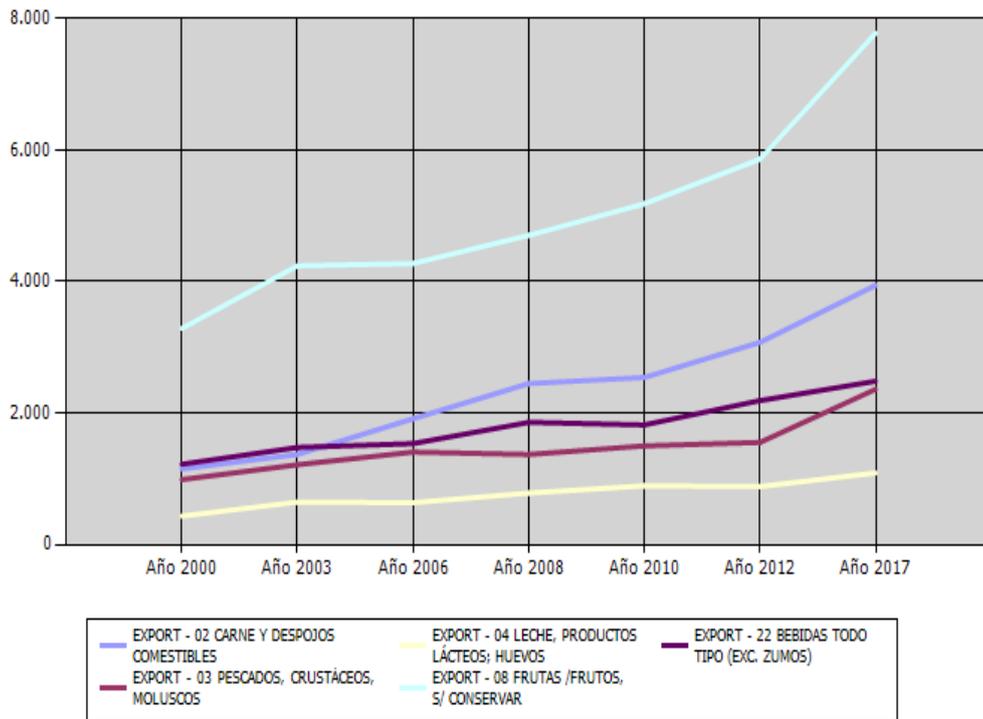


Ilustración 13. Gráfica de exportación entre España y países de la UE de productos frescos en millones de euros.

Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Año	EXPORTACIONES				
	CARNE Y DESPOJOS COMESTIBLES [millones de euros]	PESCADOS, CRUSTACEOS, MOLUSCOS [millones de euros]	LECHE, PRODUCTOS LÁCTEOS; HUEVOS [millones de euros]	FRUTAS [millones de euros]	BEBIDAS TODO TIPO [millones de euros]
Año 2000	1.149,40	985,44	431,14	3.283,87	1.219,45
Año 2003	1.368,45	1.211,56	644,73	4.235,73	1.475,39
Año 2006	1.911,37	1.405,31	634,93	4.271,89	1.533,88
Año 2008	2.445,98	1.368,47	780,71	4.698,67	1.856,67
Año 2010	2.539,10	1.498,79	892,44	5.180,48	1.817,36
Año 2012	3.072,74	1.551,75	880,18	5.858,60	2.187,40
Año 2017	3.939,42	2.359,51	1.088,12	7.774,88	2.482,73

Tabla 6. Datos de exportación entre España y países de la UE de productos frescos en millones de euros. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

El producto fresco más exportado son las frutas, que superan a los demás bienes tanto en tonelaje como en facturación. Las bebidas también suponen un producto muy exportado en cuanto a peso, sin embargo, las operaciones no suponen tanto valor monetario. Le sigue la carne, cuyo valor por kilo es superior. A continuación, se encuentran los artículos procedentes del mar (pescados, crustáceos y moluscos), su exportación es mucho menor en tonelaje, pero el valor económico es superior al de la carne. Es decir, que las operaciones que involucran este género suponen muchas más ganancias. Por último, está la comercialización de la leche, los lácteos y los huevos, que cuya relación tonelaje/precio es bastante equilibrada.

Analizando esta la relación tonelaje/precio se observa que los productos del mar son muy cotizados en el mercado exterior, que las frutas suponen grandes operaciones económicas gracias a la gran cantidad de volumen que se exporta y que los productos cárnicos se mantienen de forma parecido, aunque se aprecia que el precio por tonelaje es superior. Puesto que las operaciones que involucran estos tres tipos de productos son las más interesantes ya que suponen el mayor beneficio, el siguiente análisis se efectuará considerando únicamente a ellos.

Hay que volver a mencionar el hecho de que, en general, las operaciones de comercio exterior han incrementado del año 2000 al año 2017, con un bache intermedio que representa la disminución que supuso la crisis económica en el 2008.

Exportaciones con origen España y destino Países Miembro de la Unión Europea de carne, pescado y frutas en millones de euros en el año 2000

País UE	España Exportaciones [millones de euros]
Total seleccionado	5.418,71
Francia	1.339,20
Alemania	1.075,34
Portugal	853,88
Italia	798,42
Reino Unido	420,79
Países Bajos	271,12
Bélgica	155,65
Polonia	114,27
Grecia	75,90
Austria	54,09
Suecia	53,87
Dinamarca	48,85
República Checa	43,68
Finlandia	19,78
Hungría	17,22
Irlanda	14,48
Eslovaquia	14,45
Croacia	12,56
Eslovenia	8,90
Lituania	5,97
Letonia	4,98
Bulgaria	4,08
Luxemburgo	3,64
Estonia	3,62
Rumanía	1,58
Malta	0,89

En el año 2000, los países que reciben más productos con origen español son Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos; los dos primeros con un volumen de facturación mucho más elevados que el resto.

Tabla 7. Datos de exportación entre España y países de la UE de carne, pescado y frutas en millones de euros en el año 2000. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y destino Países Miembro de la Unión Europea de carne, pescado y frutas en millones de euros en el año 2017

País UE	España Exportación [millones de euros]
Total seleccionado	13.552,79
Francia	3.016,09
Alemania	2.500,33
Italia	2.082,65
Portugal	1.621,77
Reino Unido	1.259,69
Países Bajos	688,87
Bélgica	377,81
República Checa	244,30
Rumanía	210,68
Dinamarca	185,38
Grecia	170,66
Austria	167,02
Suecia	166,75
Lituania	134,01
Hungría	107,71
Bulgaria	107,60
Irlanda	99,03
Croacia	79,39
Eslovaquia	73,17
Finlandia	66,33
Eslovenia	56,39
Estonia	39,86
Letonia	34,64
Malta	34,22
Chipre	16,33
Luxemburgo	12,09

En el año 2017, el incremento de exportaciones respecto al año 2000 es del 40%. Los principales países importadores de productos cárnicos, del mar y frutas con origen español son Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos.

Francia sigue siendo el líder en importación de artículos frescos españoles. Actualmente, las cifras de Alemania e Italia son muy similares, y los países que están a la cola suponen el mismo volumen de facturación que los principales importadores en el año 2000.

Tabla 8. Datos de exportación entre España y países de la UE de carne , pescado y frutas en millones de euros en el año 2017. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos de carne, pescado y frutas en toneladas en el año 2010 durante los meses de enero y febrero mediante transporte ferroviario, marítimo y por carretera.

Para establecer este análisis comparativo se ha decidido utilizado la base de DataComex que extrae los datos de la Agencia Tributaria.

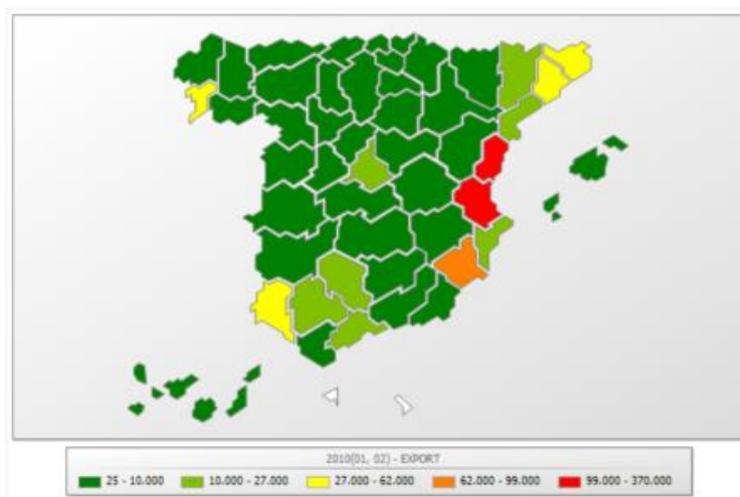


Ilustración 14. Mapa de España referente a exportaciones en el año 2010 durante los meses de enero y febrero mediante diferentes medios. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y destino Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos de carne, pescado y frutas en toneladas en el año 2017 durante los meses de enero y febrero mediante transporte ferroviario, marítimo y por carretera.

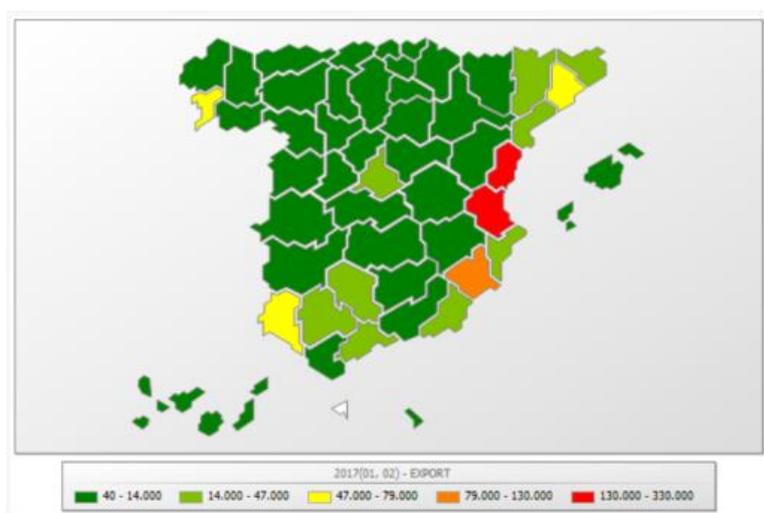


Ilustración 15. Mapa de España referente a exportaciones en el año 2017 durante los meses de enero y febrero mediante diferentes medios. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Los registros de DataComex indican que las provincias que más tonelaje exportan son las de la costa mediterránea y sur de la península. Esto es a causa de es dónde se sitúan los principales centros productores, especialmente de frutas, que como ya se ha visto es el producto más exportado. Sin embargo, las provincias del norte, dónde se conoce que hay gran cantidad de productores cárnicos y acuícolas, se encuentran dentro de unos márgenes de exportación bastante bajos.

Exportaciones con origen España y destino Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos mediante transporte marítimo y ferrocarril exclusivamente en toneladas en el año 2010 durante los meses de enero y febrero.

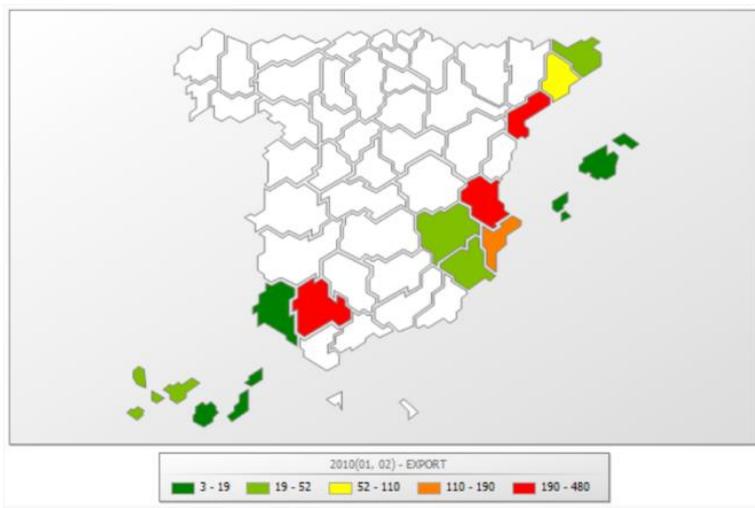


Ilustración 16. Mapa de España referente a exportaciones en el año 2010 mediante transporte marítimo y ferroviario. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Exportaciones con origen España y destino Francia, Alemania, Portugal, Italia, Reino Unido y Países Bajos mediante transporte marítimo y ferrocarril exclusivamente en toneladas en el año 2017 durante los meses de enero y febrero.

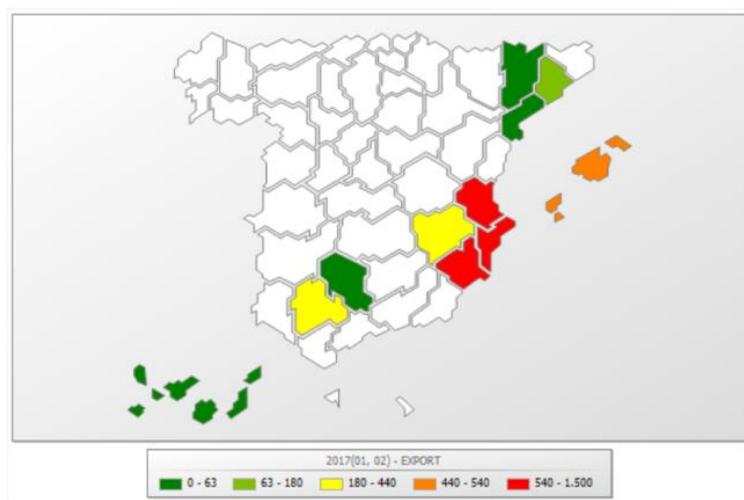


Ilustración 17. Mapa de España referente a exportaciones en el año 2017 mediante transporte marítimo y ferroviario. Fuente: Elaboración propia con el uso de la base de datos DataComex

Al comparar la actividad del año 2010 con la del año 2017 mediante transporte marítimo y ferroviario exclusivamente, se hace constar la necesidad de implementar definitivamente el corredor mediterráneo. Se observa como el tonelaje ha aumentado con respecto al 2017, y con ello, el uso del transporte.

4.5 Oportunidad de explotación en el transporte de productos frescos

Los datos dejan entrever que los productos frescos con origen español tienen una gran aceptación en el resto de la comunidad europea. Dentro de la península ibérica, hay un gran nicho de explotación para las exportaciones de las provincias del norte, que, con una red eficaz de ferrocarril, podría incrementar enormemente los volúmenes de mercancías exportados incluso a nivel intra-peninsular. Además, la zona norte tiene mucha tradición marítima, es por ello que se cree lógico que se puedan convertir en grandes centros logísticos del transporte marítimo de corta distancia. De este modo, se podrían exportar gran cantidad de artículos a los países nórdicos de Europa.

A nivel europeo también se podrían aumentar las exportaciones haciendo un uso más responsable de la red ferroviaria y creando más conexiones marítimas, sin necesidad de incrementar el volumen de producción. Es decir, con la materialización de la red RTE-T, los volúmenes facturados por España aumentarán considerablemente.

4.6 Reflexión sobre la situación actual del transporte en Europa

Como es lógico, para lograr un sistema más competitivo y sostenible, se debe hacer una reflexión previa sobre las características y necesidades de la red, y se deben evaluar minuciosamente las inversiones. Se debe señalar el hecho de que los transportes figuran en todas nuestras negociaciones comerciales, en consecuencia, un transporte eficiente asegurará un crecimiento económico. Por este motivo es necesario consolidar una apertura de los mercados en los países fuera del rango de la Unión Europea y poner a disposición todas las herramientas financieras disponibles para alentar la inversión privada.

Otro motivo añadido para la realización de todos los proyectos de la RTE-T antes de 2030, es el hecho de que la demanda en el transporte de mercancías está incrementando, y según las previsiones supondrá un aumento del 40% antes del 2040. Además, hay que remarcar el objetivo clave con el medio ambiente que supondrá el desvío del 30% del volumen de transporte de mercancías por carretera mayor de 300 km a otros medios para antes del 2030 (con respecto al volumen actual), y de más del 50% para antes del 2050.

Las principales barreras con las que se ha topado el transporte intermodal de mercancías en España y en Europa y sus soluciones son:

- Obstáculos en la reglamentación, que superará con la implementación de la documentación electrónica (simplicidad en los trámites administrativos).
- Obstáculos en las infraestructuras, que se solventarán con la finalización de los principales proyectos de la red básica previstos para antes del 2030.
- Obstáculos económicos, que se solucionarán con las reducciones fiscales y la reducción de los costes de fricción.

- Obstáculos comerciales, se deben efectuar campañas de publicidad para promocionar el transporte intermodal y fomentar su uso.
- Obstáculos técnicos y operacionales, que se solventarán con la armonización de los requisitos técnicos en toda la red RTE-T y con el uso de nuevas tecnologías.

Pese a la exposición de todas las ventajas que supondría la red RTE-T, aún hoy, no se han completado la mitad de los proyectos. El ámbito en el que persisten los obstáculos más evidentes es en los servicios ferroviarios.

Analizando los datos extraídos de DataComex se establece la necesidad de materializar una red ferroviaria de alta velocidad de mercancías en el interior de la península ibérica y con una estructura circular (consolidación del Corredor Cantábrico y del Corredor Mediterráneo). Es imperativo modernizar los trenes y ampliar la longitud a los estándares europeos. También, se deben consolidar los enlaces ferroviarios de España con el Francia, con el objetivo de aumentar la proyección hacia Europa, así como afianzar las relaciones comerciales con Francia, que es el principal importador de productos frescos españoles.

La costa mediterránea española consta de puertos de gran magnitud dónde ya es efectivo el transporte de corta distancia entre puertos europeos. Por otro lado, en esta misma zona, el potencial que se le podría extraer a la red ferroviaria todavía no se ha alcanzado.

Asimismo, favoreciendo a la creación de autopistas marítimas en el norte de España, se fomentarán las relaciones de comercio exterior, ya no solo con Europa, sino con los países situados al otro lado del Atlántico, como Estados Unidos, que como se ha visto es un gran importador de la marca España.

El incremento en los volúmenes de exportación deja ver las posibilidades de demanda de los productos frescos españoles. Por ejemplo, si las conexiones ferroviarias y marítimas se mejorasen entre España y los países Bálticos, se exportarían muchos más productos frescos de los que se exportan hoy en día. Esto es a causa de que el transporte por carretera es la primera opción de traslado de mercancías, sin embargo, a partir de largas distancias deja de ser económicamente viable. Pese a ello y ante la imposibilidad de trasladar productos frescos (con los requerimientos técnicos de temperatura y conservación) en otros medios de transporte, este hecho se traduce en menos volumen de facturación de comercio exterior entre dichos países y España.

Es importante señalar que el transporte intermodal tiene el apoyo de la legislación europea, lo que facilita enormemente el cambio del transporte por carretera a otros medios de transporte más sostenibles con el medio ambiente. Únicamente hace falta que todas las iniciativas se materialicen para convertir este tipo de transporte en el más eficiente del mercado, incluido en los servicios puerta a puerta.

Capítulo 5. Logística del frío

5.1 Introducción a la logística

Hoy en día el cumplimiento de los plazos de entrega determina el nivel competitivo de las empresas. Entregar la mercancía en el lugar correcto, en el tiempo correcto y en la forma correcta es crucial para mantenerse de una manera activa en el mercado, ya que en caso contrario puede suponer la pérdida de clientes. Lograr lo anterior se consigue gracias a una buena gestión de las actividades logísticas, dentro de las cuales se encuentra el transporte. Cabe decir que estas actividades tienen un impacto directo en los precios, el medio ambiente y el consumo de energía.

La logística se puede definir como el conjunto de actividades que garantizan que el producto correcto, esté en la cantidad correcta y en la condición correcta, sea entregado en el lugar correcto, en el momento correcto y al coste correcto. Otra definición podría ser: la logística es la parte de los procesos de la cadena de suministros que planifica, implementa y controla el flujo efectivo y el stock de bienes, servicios e informaciones desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de atender las necesidades de los clientes. El conjunto de actividades logísticas se relacionan entre sí, tejiendo una red dónde existen dependencias entre ellas. Por ejemplo, la elección del medio de transporte determinará el tiempo que deban almacenarse los productos en los mercados de destino o los embalajes a utilizar.

La importancia de llevar a cabo una buena gestión logística reside principalmente en los costes y el servicio al cliente. Para optimizar los costes será indispensable sincronizar, en la medida de lo posible, los procesos de fabricación con los flujos de oferta y demanda del mercado, obteniendo el mejor volumen de stocks. Es relevante señalar que además de los costes visibles (los que se desprenden de la gestión directa de las actividades logísticas, como puede ser la gestión de pedidos), existen una serie de costes ocultos (los que se desprenden de la gestión indirecta de las actividades logísticas, como puede ser el hecho de que un cliente no realice más pedidos debido a la insatisfacción producida por una mala experiencia previa).

En síntesis, se entiende por logística el conjunto de actividades de planificación, organización y control sobre el almacenamiento y distribución que facilitan el movimiento de materiales y productos desde su origen hasta el consumo de los mismos, con el fin de satisfacer la demanda al menor coste, incluyendo los flujos de información y control, y ofreciendo el mejor servicio posible al cliente. De este modo, la logística coordina las tres funciones básicas de la empresa: aprovisionamiento, producción y distribución.

La logística se puede subdividir en logística interna, centrada en las actividades de producción y gestión del flujo interno de materiales, y logística externa, centrada en los trabajos de aprovisionamiento y distribución. Asimismo, se puede efectuar otra subdivisión dentro de las actividades de logística externa dónde se encuentran las actividades de gestión de pedidos, almacenaje y transporte.

Para medir el rendimiento de las actividades logísticas se utilizan indicadores. Algunos ejemplos son:

Indicadores de transporte:

- Seguimiento de la utilización de las capacidades
- Seguimiento del coste por unidad de transporte, por ruta de transporte
- Tasa y nivel de servicio
- Órdenes despachadas a tiempo

Indicadores del almacén regulador:

- Evolución del volumen tratado en cada proceso de almacén
- Coste por unidad de obra de cada proceso
- Seguimiento de la utilización de las capacidades
- Tasa de servicio de cada proceso
- Productividad de cada proceso

Indicadores de la logística de devolución:

- Tasa de servicio
- Coste de comparación con el flujo producto
- Seguimiento del nivel de stock generado por el proceso de logística inversa

5.1.1 Cadenas de suministro

La logística es una actividad más dentro de la cadena de suministros. Además de las actividades logísticas, se encarga de la gestión de las operaciones de fabricación y dirige la coordinación de procesos y actividades a través de las TIC, finanzas, ventas, marketing y diseño.

Las cadenas de suministro o abastecimiento se describen como los recursos interconectados y las actividades necesarias para crear y entregar productos y servicios a los clientes. Se extienden desde el punto dónde se extraen los recursos naturales hasta el consumidor, es decir, abarca todos los esfuerzos desde la producción hasta la entrega final. Por lo tanto, son cuatro los procesos básicos que se realizan: planear, abastecer, hacer y entregar.

Es común referirse a la cadena de suministros (supply chain) como red de suministros (supply network) debido a la interconectividad entre todos los agentes involucrados en la cadena. Los participantes establecen numerosas relaciones comerciales entre ellos, dificultando la posibilidad de analizar un componente de manera aislada.

El objetivo de las cadenas de suministros, o más bien de la gestión de las cadenas de suministros (supply chain management), de cualquier tipo es reducir los costes de operación y generar valor añadido al producto. Esto se consigue mediante un enfoque global de toda la cadena y no de sus unidades de negocio aisladas. De esta manera, se pretende alcanzar un equilibrio en cuanto a calidad/precio en términos de satisfacción de los clientes y de eficiencia a lo largo de la cadena.

Las tres actividades de la cadena de suministro más relevantes son:

- Estrategia de diseño: toma de decisiones sobre la configuración teniendo en cuenta los recursos y procesos de cada etapa.
- Planificación: determinación de la estrategia para lograr satisfacer el mercado con los mejores resultados.
- Operación: ejecución de lo planeado de acuerdo con la demanda con la mayor optimización de recursos.

Los principales problemas son comunes a todas ellas y básicamente son:

1. Previsión de la demanda
2. Planificación de la producción
3. Gestión de inventarios
4. Transporte

También pueden existir otros como la gestión del territorio o las formas de organización. En general se considera que las formas de organización son diversas y dependen principalmente de la respuesta a la demanda. Sin embargo, no existe una configuración única para cada caso, ya que ésta se adapta a las características específicas de la cadena de suministro y su mercado.

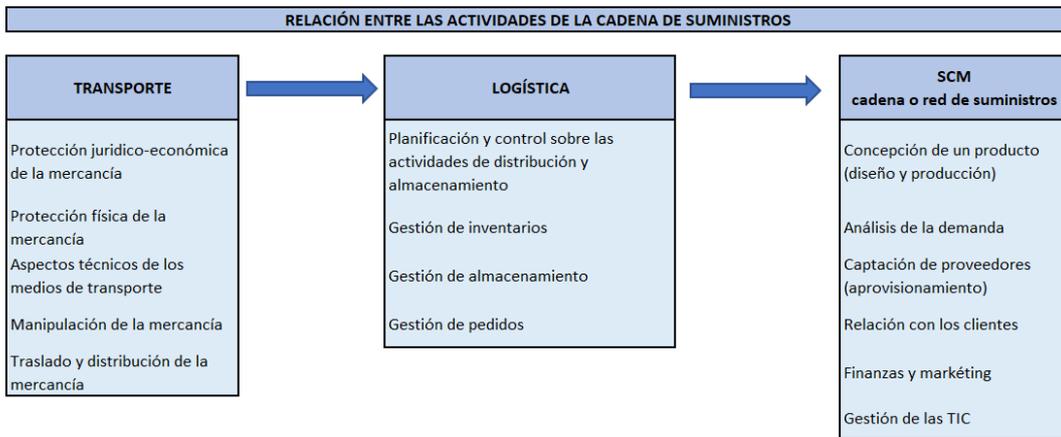
A causa de las relaciones de dependencia entre todos los eslabones de la cadena se puede decir que la totalidad del sistema es más que sus partes. La calidad final del producto vendrá determinada por la capacidad de gestionar todas estas relaciones entre los diferentes actores de la cadena de suministro. De aquí se revela que un aspecto esencial es la fiabilidad de la información, lo cual requiere plataformas o estructuras formales que logren mantener esta integridad.

Según cómo se produzca el intercambio de información entre los actores de una cadena de suministro se describen los siguientes arquetipos:

- Tradicional: cada miembro toma sus decisiones de forma independiente.
- Información compartida: estructura logística descentralizada, los miembros realizan pedidos de forma independiente, pero todos tienen acceso a la demanda del mercado.
- Con pedido gestionado por el proveedor: estructura logística centralizada, las decisiones sobre pedidos del minorista las toma el proveedor.
- Sincronizada: estructura logística centralizada, los miembros efectúan pedidos de modo coordinado.

El presente proyecto se centra en las actividades de transporte, que se integran dentro del conjunto de los procesos logísticos, y éstos a su vez se incluyen de la gestión de la cadena de suministros.

Tabla 9. Relación entre las actividades de la cadena de suministros



5.1.2 Transporte

Como ya se ha explicado anteriormente, la adecuada gestión del transporte dentro de una empresa puede conducir a una ventaja competitiva dentro del mercado, debido a que el cumplimiento de los plazos de entrega garantiza un grado mayor de satisfacción por parte del cliente. La gestión del transporte viene condicionada por tres elementos principales:

- Particularidades geográficas
- Infraestructuras públicas
- Impacto de la legislación

Las principales modalidades de transporte son por carretera, por ferrocarril, vía marítima, vía fluvial, vía aérea, pipeline y el transporte multimodal. Cada modalidad presenta unas características que harán que sea más adecuado para determinadas mercancías en función de su naturaleza, la rapidez de entrega que se requiera, el coste que se esté dispuesto a asumir o la distancia que se deba recorrer.

Una empresa deberá determinar si se decide externalizar (total o parcialmente) el proceso de transporte (subcontratación o outsourcing) o, por el contrario, si se decide internalizar el proceso de transporte. Dentro de las empresas transportistas se encuentran diferentes vertientes: empresas que no ejecutan el transporte, sino que únicamente ejercen el papel de intermediarias entre el transportista y cliente, o empresas que no tienen medios de transporte en propiedad, sino que subcontratan a terceros. Entre estos extremos se pueden encontrar multitud de combinaciones. Por ejemplo, se encuentran empresas especializadas en transporte marítimo, que operan en rutas regulares pero los buques no son propios o empresas especializadas en transporte terrestre, que operan en rutas regulares pero los camiones no son propios, y también empresas especializadas en transporte terrestre, con rutas variables, pero con flota propia de camiones.

Deberá existir la figura de un encargado o de un grupo de encargados de la gestión del transporte. Estas personas, entre otras actividades, deberán diseñar las rutas de reparto, elegir el modo de transporte más adecuado, determinar si subcontratar los servicios de transporte o no (total o parcialmente), contratar seguros y cumplimentar toda la documentación, hacer un seguimiento de la mercancía o gestionar las incidencias.

La mercancía deberá llegar a su destino en su totalidad (evitando robos u otro tipo de deterioro) y en perfectas condiciones (sin daños). El traslado de la mercancía puede conllevar a riesgos físicos, y, en

consecuencia, a riesgos jurídico-económicos. Por lo tanto, es preciso proteger la mercancía tanto a nivel físico, para que pueda soportar las agresiones que pueda experimentar durante el transporte en sus fases de manipulación, estiba, traslado y almacenamiento, y a nivel jurídico, garantizando el cumplimiento legal del contrato de transporte. De esta manera, en caso de incidencias, se podrán exigir responsabilidades a los causantes del daño (protección jurídica), así como una compensación económica otorgada normalmente por un corredor de seguros (protección económica).

Resulta práctico efectuar una subdivisión dentro del transporte en dos fases complementarias: transporte estático y transporte dinámico. La primera fase se ocupa de la preparación de la mercancía, a nivel físico y a nivel jurídico-económico, y la segunda fase se ocupa de los medios de transporte, a nivel técnico y a nivel jurídico-económico.

Fase estática del transporte: protección física de la mercancía

Envase y embalaje:

El recipiente en que se conserva y transporta una mercancía concreta es el envase. Su objetivo fundamental es la venta del producto; fraccionándolo y adaptándolo al tipo de mercado, al tipo de consumidor y a las modas. También informa de las características de uso: almacenaje, conservación y nutrición. Se puede decir que el envase es la carta de presentación del producto, y, al mismo tiempo, el escudo protector.

Por otro lado, el embalaje constituye una cobertura de protección de un conjunto de envases. También se puede referir al conjunto de operaciones destinadas a proteger un conjunto de envases, como paletizar la carga. Su objetivo fundamental es la protección de la mercancía para el proceso de transporte. Por lo tanto, sus funciones son proteger, identificar, informar y facilitar la manipulación. Los materiales más habituales para embalar son el cartón, el plástico y la madera. Las técnicas más comunes para transportar la carga embalada son con palés o con contenedores, o palés en el interior de contenedores. El embalaje tiene que permitir que la mercancía llegue en buen estado, con los menores costes y cumpliendo la normativa vigente. Asimismo, debe señalarse correctamente con información acerca de su destinatario, las características del contenido, las características en cuanto a los procedimientos de manipulación, carga y descarga y almacenamiento.

Existen directrices oficiales, algunas de carácter obligatorio, para realizar envases y embalajes. Las Directivas de la Unión Europea ofrecen orientación sobre la protección sanitaria y la protección del consumidor, en ellas se incluyen listas de materiales aptos (“listas positivas”) y exigencias de tamaño y etiquetado (composición y caducidad) y posibilidad de reciclado de dichos envases y embalajes. También están las normas ISO de la serie 14000, donde principalmente se reflejan aspectos de control medioambiental, las Normas Australianas de Cuarentena para los embalajes de madera que se centran en la protección contra plagas, o las recomendaciones RAL (Recomendaciones AECOC para la Logística, suministradas por la Asociación de Fabricantes y Distribuidores de España).

Almacenamiento y manipulación de las mercancías:

La manipulación comprende las operaciones de manejo de la mercancía en almacenes y terminales de transporte (puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias). Para efectuar las actividades de manipulación se requieren recursos humanos y maquinaria.

Las operaciones de manipulación engloban el concepto de estiba, que consiste en la colocación en el interior de los vehículos, evitando daños a la propia mercancía, al vehículo o a otras mercancías que compartan transporte. Los daños a evitar son los causados por los movimientos del vehículo, por aplastamiento, por contaminación con otras mercancías, por contacto con refuerzos estructurales, por alteración de temperatura, por incendio, por robo, por insectos o roedores, etc. También se trata de facilitar las cargas y descargas (rotación FIFO, *first in-first out*, y aprovechamiento del espacio, evitando las separaciones de carga) y aumentar la propia seguridad del transporte (elementos de sujeción de la carga y repartición de pesos equilibrada).

En cuanto al almacenamiento de la mercancía cabe tener en cuenta los riesgos del almacenamiento prolongado: aumento de los costes, aumento del riesgo de robo y daños causados por insectos o roedores. También habrá que tener en consideración el lugar de almacenamiento (cubierto o a la intemperie) y la relación con las mercancías de valor (almacenes con vigilancia).

Fase estática del transporte: protección jurídico-económica de la mercancía

El objetivo de este tipo de protección es compensar (total o parcialmente) por el posible daño sufrido a la mercancía al propietario de ésta. De este modo, el asegurado, tras un siniestro (materialización del riesgo), se repondrá de los daños materiales a través de una compensación económica o material.

El transportista tiene la responsabilidad de llevar la carga de un punto a otro sin daños. Sin embargo, dicha responsabilidad está limitada por los convenios internacionales o las leyes nacionales que regulan el transporte a unas compensaciones económicas establecidas en función de las diversas anomalías que puedan surgir durante el trayecto (protección jurídica). Por otro lado, si los posibles daños económicos sobrepasan los límites de responsabilidad amparados por las leyes, es necesaria la contratación de una póliza de seguros, que garantice una protección económica mayor.

En los contratos de compraventa internacional se establecen una serie de incoterms que ayudan a definir los márgenes de responsabilidad. Se trata de términos comerciales estandarizados que permiten que los agentes de diversos países realicen una misma interpretación sobre las condiciones de entrega de las mercancías. No obstante, el uso de dichos incoterms no está extendido en los contratos de transporte. Por ello, la contratación de pólizas es una práctica común en la protección de mercancías durante trayectos.

Fase dinámica del transporte: aspectos técnicos y jurídicos de los medios de transporte

Los principales aspectos técnicos a tener en cuenta son: limitaciones de peso y volumen, cumplimiento de la normativa de seguridad, consumo de combustible medio, autonomía de los medios de transporte y adaptabilidad de los medios a la mercancía a transportar.

El contrato de transporte:

Es necesario que se realice un contrato de transporte entre las dos partes interesadas: el usuario y el transportista. Este contrato se define como un acuerdo voluntario en el que una persona (física o jurídica) que tiene en su poder una mercancía encarga a otra de su traslado, mediante el pago de un precio previamente acordado. Dicho contrato puede ser verbal o escrito, siendo su forma habitual un documento escrito.

Los costes derivados de la documentación necesaria durante todo el proceso de transporte son una parte importante del coste final del producto. La posibilidad de que estos documentos contengan errores puede desencadenar en un incremento muy elevado del coste. Por ejemplo, las mercancías que llegan a las terminales (puerto o estaciones) sin identificación se depositan en almacenes preventivamente hasta su correcta identificación, con el coste que ello implica. Se cometen errores frecuentes en cuanto a la descripción de la mercancía, casillas incompletas o ausencia de instrucciones una vez la carga ha llegado a su terminal de destino. Además, los retrasos que conllevan los errores en la documentación causan una mala relación con el cliente, pudiendo causar la pérdida de pedidos.

La documentación del transporte:

A continuación, se describen una serie de documentos que son los más comunes que se encuentran en la realización de los contratos de transporte en función del medio elegido. Éstos se pueden complementar con otros documentos según la conveniencia de los contratantes. Las regulaciones

jurídicas de los diferentes documentos que se expondrán seguidamente son diferentes y existen diferencias en pequeños matices (como la titularidad de la mercancía o la responsabilidad del transportista) pero en esencia son muy similares, ya que comparten la necesidad de reflejar las condiciones de transporte. Es por ello que en todos estos documentos existen una serie de conceptos y elementos comunes como son: porteador, remitente, destinatario, agente intermediario (si existiese), identificación del vehículo, fecha de carga, lugar de carga, lugar de entrega, número de bultos y descripción de la mercancía (determinación de si es peligrosa o no), peso, dimensiones, instrucciones para el tratamiento de la mercancía, flete o coste, documentos que acompañan al envío (facturas, documentos de aduanas) y la especificación de la forma de pago.

A) Transporte marítimo:

Conocimiento de embarque marítimo C/E (Bill of Lading, BL o B/L):

Este documento acredita el contrato de transporte por vía marítima para cargas fraccionadas. En él se hace constar la entrega de las mercancías, el propietario de las mercancías y es la prueba de contrato de transporte. Normalmente hay tres copias de dicho documento: una para el exportador, otra para el destinatario de la mercancía y otra para la empresa transportista.

Póliza de fletamento:

Este documento acredita el contrato de transporte por vía marítima para cargas masivas. Recoge las responsabilidades y obligaciones del propietario del buque y del cargador respecto a la utilización del buque para efectuar el transporte.

B) Transporte terrestre por carretera

Carta de porte CMR (CMR letter of transport o CMR):

Este documento acredita el contrato de transporte por vía terrestre por carretera. Cumple la función de contrato y recibo de la carga. No obstante, y a diferencia del conocimiento de embarque, no confiere la titularidad de la mercancía.

C) Transporte terrestre por ferrocarril

Carta de porte CIM (CIM letter of transport o CIM):

Este documento acredita el contrato de transporte por vía terrestre por ferrocarril. Cumple la función de contrato y recibo de la carga. No obstante, y a diferencia del conocimiento de embarque, no confiere la titularidad de la mercancía.

D) Transporte aéreo

Conocimiento de embarque aéreo C/A (Airway Bill o AWB):

Este documento acredita el contrato de transporte por vía aérea. Cumple la función de contrato y recibo de la carga. No obstante, y a diferencia del conocimiento de embarque, no confiere la titularidad de la mercancía.

E) Transporte multimodal

Conocimiento de embarque multimodal (multimodal bill of lading):

Este documento acredita el contrato de transporte por vía multimodal. El uso del FBL es el más extendido en el transporte multimodal, difundido por los miembros de la Federación Internacional de

Transitarios (FIATA Bill of lading o FBL). También existen otros documentos para acreditar dicho contrato como el avalado por la United Nations Conference for Trade and Development (UNCTAD).

5.1.3 Modos de transporte

En el año 2013, en el transporte internacional de mercancías, el transporte aéreo era el encargado de mover alrededor de 0.2 % del tonelaje mundial. Parecía una cifra insignificante, sobre todo en comparación con el tonelaje transportado por vía marítima, sin embargo, su relevancia venía dada por el hecho de que se trataba del 15% de las mercancías consideradas de gran valor. Esta cifra no ha variado mucho desde entonces, esto es debido a que el transporte aéreo está destinado a llevar cargas de gran valor que deben llegar a su destino con la mayor celeridad posible. A partir de entonces, los medios de transporte terrestres (carretera y ferrocarril) quedaron relegados a un papel secundario en el transporte internacional, limitándose a los servicios del transporte nacional y regional, y a las primeras y últimas millas del transporte internacional.

La elección de un medio de transporte u otro diferirá en función de las características del propio medio y de las necesidades particulares de la empresa. Básicamente se buscan rapidez, fiabilidad y coste óptimo. La rapidez dependerá del tiempo disponible para completar el proceso de entrega (ya sea en función de la naturaleza del producto, como en el caso de los productos perecederos, o de las exigencias del cliente) y de la distancia a recorrer. Se entiende por fiabilidad la capacidad de efectuar la entrega en el tiempo establecido y en buenas condiciones (sin defectos en la carga). La fiabilidad dependerá de los stocks, de la rectificación de errores en las entregas y la reposición de los productos dañados. Los costes dependerán de los costes fijos y variables inherentes a cada modo de transporte.

Por otro lado, se podrán transportar cargas completas o cargas agrupadas (también llamado grupajes). Se entiende por cargas completas que la totalidad de la mercancía a transportar es del mismo tipo. En cambio, los grupajes están constituidos por diferentes tipos de cargas que comparten un mismo vehículo.

Además, existen una serie de factores operacionales que también influirán en la decisión final sobre el medio de transporte como son:

- Cliente:
 - Localización geográfica.
 - Condiciones de entrega (limitaciones de acceso, horario, peso o volumen).
 - Características de los pedidos (número y frecuencia).
 - Devoluciones.
 - Nivel de servicio requerido.
 - Riesgo de impago.
- Producto:
 - Tamaño y forma.
 - Peso.
 - Valor.
 - Fragilidad.
 - Deterioro.
 - Sustancia inocua o nociva (peligrosa o tóxica).

- Empresa:
 - Localización geográfica de las fábricas, almacenes y mercados.
 - Situación financiera.
 - Sistema de reparto existente.
- Entorno:
 - Infraestructura disponible (carretera, vías de tren, vías fluviales, puertos).
 - Sistemas de carga/descarga propios (personal y equipo mecánico, como grúas).
 - Leyes (marco normativo).
 - Impuestos.
 - Tecnología.
 - Condiciones climatológicas.

5.1.4 Comparativa de los diferentes modos de transporte

En términos generales, el transporte aéreo es el idóneo para las cargas de alto valor añadido que deben llegar a su destino lo antes posible y además para alcanzar zonas aisladas o mal comunicadas. Por otro lado, el transporte marítimo y fluvial permite el movimiento de grandes volúmenes de carga, pero muy lentamente. El transporte vía tren (uno de los grandes olvidados a nivel europeo) también ofrece la posibilidad de transportar grandes cargas durante largas distancias (a un nivel inferior que el transporte marítimo). El transporte por carretera es muy útil para llevar pequeños volúmenes relativamente rápido a cortas distancias, es por ello que tiene mucha importancia a nivel regional y en los últimos kilómetros del transporte multimodal. Una opción muy extendida es el transporte multimodal, que consiste en la combinación de todos los transportes en función de sus características y la ruta a seguir adaptándose de la mejor forma a la mercancía a transportar. El transporte multimodal cada vez tiene un papel más relevante a nivel mundial, esto ha sido facilitado gracias al uso del contenedor multimodal, del que se hablará más adelante.

Se cree importante mencionar que los costes directos de todas las modalidades se desprenden de los costes ocasionados por el tiempo (amortización, financiación, personal de conducción y dietas, seguros, costes fiscales) y los ocasionados por el kilometraje (combustible, mantenimiento y reparaciones). También influyen en los costes directos la necesidad de construir infraestructuras; por ello, estos costes son bajos en el caso del transporte por carretera ya que la mayoría de carreteras están construidas y no se requieren terminales especializadas. De este modo, se deduce que el incremento de los costes directos tiene relación con el coste de las infraestructuras y con las variaciones en el precio del combustible o fuente de energía. Para disminuir estos costes se recomienda reducir el kilometraje en vacío (es decir, sin transporte de carga), eliminar los tiempos muertos y reducir los tiempos de carga y descarga.

En resumen, se puede establecer que, con la inversión adecuada en infraestructura, los medios más económicos (en relación t/km) y menos contaminantes son el transporte marítimo y fluvial y el ferroviario. Si a eso se le añade las facilidades que ofrece el transporte a través de un contenedor multimodal, se determina definitivamente que una de las mejores opciones en el transporte internacional de mercancías es el transporte multimodal. Con las ventajas que confiere el hecho de que haya un único operador (OTM) y un único documento.

En el Anexo A se encuentra una tabla comparativa entre los diferentes medios de transporte. Esta tabla explica las diferentes características de cada uno.

5.1.5 Transporte multimodal

El transporte multimodal busca aunar todos los recursos que confieren el resto de transportes para trasladar mercancías de la manera más eficiente posible, principalmente a nivel económico y ecológico. Actualmente, este tipo de transporte es el ideal para transportar grandes cargas (peso y volumen) durante largas distancias (transporte internacional). Con el tiempo su uso cada vez ha sido mayor y podría convertirse en líder en el transporte puerta a puerta para largas distancias.

La extensión en el uso del contenedor multimodal es lo que catapultó el transporte multimodal. De dicho transporte cabe destacar ventajas como son la reducción de los tiempos de manipulación en las operaciones de carga y descarga, la posibilidad de operar durante las noches y los días festivos, la disminución general de los costes de transporte (al elegir el medio más económico en función del tramo de ruta), la disminución general de los plazos de entrega (al elegir el medio más rápido en función del tramo de ruta), la simplicidad de la gestión al contar con un único operador logístico (OTM) que se hace responsable de todas las operaciones desde la adquisición de la carga por parte de éste hasta la llegada a su destino, la simplicidad de la documentación al utilizar un único documento, la facilidad en el seguimiento de la mercancía (trazabilidad) y la reducción del número de robos (debido a la dificultad de acceder al interior de los contenedores) cosa que favorece la disminución de las primas de seguros. También ha procurado la descongestión de las carreteras, con el consiguiente aumento en la seguridad vial de los usuarios.

En general, estas ventajas son específicas para un determinado tipo de usuario: para el país, para el operador multimodal o para el cliente. Se encuentran resumidas en el siguiente cuadro:

Principales ventajas del Transporte Multimodal para los diferentes usuarios		
País	OTM	Cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Descongestión de los puertos marítimos. • Descongestión de las carreteras. • Menores costes en el control de las mercancías. • Mayor competitividad de los productos nacionales en los mercados internacionales. • Disminución de precios en las mercancías importadas. • Descongestión de los puertos marítimos. • Descongestión de las carreteras. • Menores costes en el control de las mercancías. • Mayor competitividad de los productos nacionales en los mercados internacionales. • Disminución de precios en las mercancías importadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Completo control (planificación y ejecución) en todas las operaciones desde la salida a la llegada (protección de la carga, almacenamiento, manipulación, transbordo). • Reconocimiento del Documento de Transporte Multimodal como documento aduanero. • Tratamiento preferencial en aduanas de ingreso y de paso. La carga amparada por un Documento de Transporte Multimodal debe ser autorizada para continuar viaje el mismo día que se solicita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menores costes en operación total de transporte. • Aumento de la rapidez en el traslado de mercancías. • Programación de tiempos e inventarios. • Seguridad y flexibilidad. • Tener un solo interlocutor con responsabilidad total. • Atención técnica de manejo de la carga. • Disminución de los riesgos de robo.

Tabla 10. Principales ventajas del Transporte Multimodal para los diferentes usuarios.

Asimismo, existen una serie de desventajas que todavía no se han solventado, como son la necesidad de mejorar las infraestructuras en las estaciones de transbordo de un medio a otro (como el requerimiento de grúas), problemas de descoordinación entre los diferentes medios de transporte (como el retraso de un medio puede afectar sobremanera al siguiente medio de transporte) y la inexistencia de una normativa internacional.

La relación de mando entre los actores de la cadena multimodal de transporte es la siguiente:

NIVEL DE MANDO ENTRE LOS ACTORES DE LA CADENA MULTIMODAL DE TRANSPORTE	
Nivel de mando	Actores
Capacidad de decidir en todos los niveles de la cadena	Cargador/Fletador (o Destinatario)
Capacidad de decidir en todos o parte de los niveles de la cadena	Transitario/Transportista de larga distancia
Capacidad de decir en parte de la cadena	Proveedor de servicios logísticos Operador intermodal (puerta a puerta)
No pueden tomar decisiones	Operador intermodal (terminal a terminal) Transportista de corta distancia

Tabla 11. Nivel de mando entre los actores de la cadena multimodal de transporte.

5.1.6 Papel del contenedor multimodal dentro del transporte multimodal

El contenedor multimodal revolucionó el transporte a partir del momento en el que se estandarizó a unas determinadas medidas. La idea era sencilla: transportar mercancías introducidas dentro de unidades metálicas normalizadas, sin tener que operar con la carga de su interior, lo que garantizaba la integridad de la mercancía en los cambios de medio de transporte. De esta manera se logra que un mismo contenedor pueda ser transportado en camiones, trenes o buques. En resumen, el contenedor multimodal abarató el transporte y lo hizo más fiable.

Estandarización del contenedor

La estandarización del contenedor generalizó su uso. Fue su principal promotor, McLean, quién entregó gratuitamente la patente de su contenedor multimodal a la Organización Mundial de la Estandarización (ISO). Este organismo normalizador internacional estableció una serie de directrices a partir de las cuales la industria naviera empezó a invertir en la fabricación de contenedores de 20 y 40 pies (6 y 12 metros respectivamente).

Descripción general

Al contenedor de 20 pies se le denomina TEU (twenty-foot equivalent unit) y al de 40 pies se denomina FEU (forty-foot equivalent unit) o por 2 TEUs. En su mayoría están compuestos de acero galvanizado, cosa que ofrece una protección contra la corrosión atmosférica. Constan de refuerzos extra para aguantar las sacudidas durante los trayectos y para que se puedan apilar entre ellos. En cada una de las esquinas exteriores se localizan los twistlocks, que sirven para ser enganchados por grúas y para asegurar su trinquete en buques, camiones y trenes. Los contenedores se identifican mediante una

numeración que indica quién es el propietario, independientemente de la carga que alberga en su interior. La infraestructura portuaria moderna cuenta con escáneres y lectores de dicha numeración para saber dónde colocarlos y conocer el siguiente cambio modal.

Las cifras en cuanto a la fabricación de contenedores son curiosas: supuestamente China concentra el 95% de su producción, es decir, ha monopolizado el mercado. Alrededor del 50% de los contenedores que existen pertenecen a empresas de leasing especializadas, el 35% a navieras y el resto a otras compañías. Es importante señalar, que, por lo general, la vida media de un contenedor es de unos 15 años.

Transformación portuaria

El uso del contenedor multimodal, y, por lo tanto, del transporte multimodal, ha dado paso a una transformación portuaria. Actualmente, la mayoría de los puertos se han convertido en grandes centros de actividad logística especializados en este tipo de transporte, dónde se requiere de una infraestructura específica: amplios canales de entrada, calado profundo, extensos muelles, grúas y maquinaria específica y de gran tamaño. También se necesitan grandes extensiones para depositar los contenedores, hecho que ha provocado la desaparición de los almacenes cubiertos. Los *hub ports*, son puertos especializados en el transporte multimodal, que reciben multitud de buques portacontenedores, de camiones y de trenes. Como es normal, esta evolución ha propiciado la creación de nuevos puertos, así como la paulatina desaparición o pérdida de importancia de otros.

Clases de buques portacontenedores

La construcción de buques portacontenedores se supera cada vez en tamaño y capacidad, ya que a efectos prácticos la relación entre consumo de combustible y número de contenedores transportados no es directamente proporcional.

En los años 70 el modelo del portacontenedor era de aproximadamente 215 metros de eslora, 9 metros de calado y capacidad de entre 1000 y 2500 TEUs. En los años 80 se superó con buques de entre 250 y 290 metros de eslora, 12 metros de calado y capacidad de entre 3000 y 4000 TEUs; este modelo de buque fue llamado Panamax, ya que estaba diseñado para ajustarse a las máximas dimensiones permitidas en las antiguas esclusas del canal de Panamá. En los años 90, aparecieron buques de unos 305 metros de eslora, 13 metros de calado y capacidad de hasta 5000 TEUs; esta clase de buque fue denominada Post Panamax. A continuación, en la primera década del milenio, surgieron buques de 335 metros de eslora, 14 metros de calado y capacidad de hasta 8000 TEUs; esta clase es la denominada Post Panamax Plus. La segunda década del milenio ha dado paso a la clase New Panamax caracterizada por buques de alrededor de 397 metros de eslora, 15 metros de calado y capacidad de entre 11000 y 14500 TEUs.

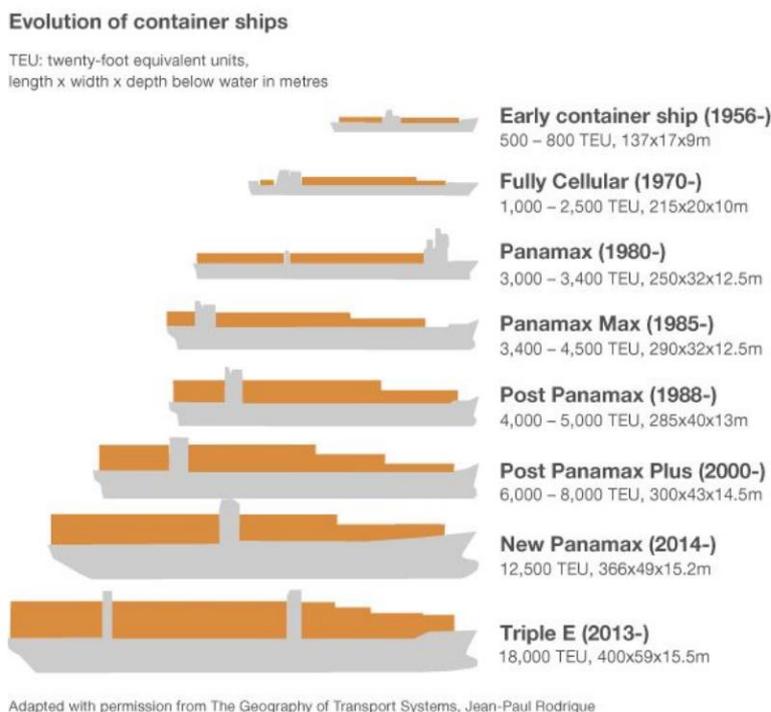


Ilustración 18. Evolución de los Portacontenedores. Fuente: Libro "The Geography of Transport Systems", de Jean Paul Rodrigue

Han seguido con la trayectoria de realizar buques de mayor tamaño Clase E, que incluye los llamados Post New Panamax, y la reciente Clase G. A fecha de hoy, la mayor flota de buques es la creada por la compañía Orient Overseas Container Line (OOCL) que ha presentado progresivamente sus seis nuevos portacontenedores pertenecientes a la serie G-Class, cuyas características son alrededor de 400 metros de eslora, 15'5 metros de calado y capacidad de 21.413 TEUs.

Por supuesto, también continúan fabricando buques portacontenedores de menor tamaño, muchos de ellos se usan como buques secundarios (feeder ships). Su misión es "alimentar" con contenedores a los grandes buques desde pequeños puertos, dónde los grandes no pueden atracar. De la misma forma, pueden transportar los contenedores desde los puertos principales (hub ports) a los pequeños.

Ventajas del contenedor

El contenedor multimodal ha favorecido al incremento de la productividad en el transporte de mercancías a nivel global, incrementando los flujos comerciales en todo el planeta. Ha conseguido comunicar regiones muy alejadas: en la actualidad alrededor del 50% del comercio global se produce entre localidades distanciadas por más de 3000 km. Ha consolidado la integración entre todos los modos de transporte, y principalmente vía marítima, ferroviaria y por carretera. De este modo ha logrado abaratar el transporte y conseguir que las mercancías lleguen a su destino de forma rápida y eficaz. Se dice que una gran parte de los productos manufacturados que empleamos ha vivido algún tiempo en un contenedor.

Las múltiples ventajas que ha propiciado el contenedor son en su mayoría las mismas que se asocian al transporte multimodal. Como ya se ha explicado, destacan la simplicidad de la documentación y el hecho de contar con un único operador (OTM) que se responsabiliza de la mercancía, la disminución del

coste en los seguros (ya que ha reducido los riesgos de robo o daño) y la proliferación de fábricas en cualquier lugar (no necesariamente próximas a los puertos o estaciones).

El contenedor afectó en gran medida a la economía mundial y tuvo un gran impacto sobre la productividad en Asia, favoreciendo su crecimiento y desarrollo, especialmente de China, convirtiendo este país en una de las potencias económicas mundiales.

Los grandes operadores mundiales son empresas navieras. Éstas son las propietarias de los buques portacontenedores. Destacan la compañía china Orient Overseas Container Line, la francesa CMA-CGM, la danesa Maersk o la china COSCO.

Desventajas

Como es normal, el transporte multimodal ha generado detractores. Esto es debido a que el incremento de los buques portacontenedores lleva asociado un aumento en la contaminación medioambiental. Este hecho se refleja tanto en los procesos constructivos como en las cantidades de combustible, pese a ser el medio de transporte con más restricciones y normativas medioambientales. No es una cuestión de contaminación producida por unidad de buque, sino de contaminación producida por el conjunto global de buques. Además, hay que mencionar la problemática de las aguas de lastre, que fomenta la proliferación de especies invasoras. Otro de los problemas que se ha vinculado al uso del contenedor multimodal es el contrabando de armas y drogas, así como la explotación laboral en algunos países (como China).

Tipos de contenedores

Los contenedores fueron ideados para facilitar el transporte de mercancías por uno o varios medios sin manipulación intermedia de la carga. Estas estructuras se definen según el convenio aduanero de 1972 como un elemento del equipo de transporte que constituye un compartimento total o parcialmente cerrado destinado a contener mercancías. Éstos son lo suficientemente resistentes a nivel estructural como para permitir su uso reiteradas veces y para soportar la carga interior.

Los estándares de normalización de los contenedores multimodales están fijados por la ISO (International Standardization Organization). Estos contenedores de 20' y 40' son específicos para fases marítimas y terrestres. Este tipo de contenedor no podría ser transportado vía aérea. Existe una organización que se ocupa de la normalización de los contenedores que sí que serán transportados vía aérea, se trata de la IATA (International Air Transport Association).

Los contenedores están sujetos a normalización por los siguientes organismos: ISO (International Standardization Organization), se ocupa de la normalización de los contenedores en cuyo transporte multimodal hay una fase marítima, IATA (International Air Transport Association), se ocupa de la normalización en aquellos casos en que hay una fase aérea.

Los tipos de contenedores más utilizados son:

- Dry Van (DV): contenedor estándar de 20' ó 40', cerrado herméticamente (sin ventilación). Provisto con puertas con sistemas de cierre y juntas de goma para conformar un contenedor estanco.

- Contenedor abierto (Flat rack): contenedor estándar de 20' o 40' sin paredes ni techo. Su uso está destinado a cargas de gran volumen. No se podrán apilar contenedores encima de éste, lo que provocará la pérdida de espacio en los buques portacontenedores.
- High Cube (HC): contenedor estándar DV de 40' pero un poco más alto.
- Open Top: contenedor abierto por la parte superior. Puede sobresalir la mercancía, pero, en ese caso, se pagan suplementos en función de cuánta carga haya dejado de cargarse por este motivo. El techo se cubre con una lona. Es más habitual encontrar open tops de 40'.
- Open Side: contenedor abierto en al menos uno de sus lados, que se cubrirá con una lona. Se utiliza para cargas de mayores dimensiones que no se pueden cargar por la puerta del contenedor.
- Tank: como en el caso de los DV se fabrican de 20' y de 40'. Es un contenedor cisterna para transporte de líquidos a granel (vino, zumo, químicos). Se trata de una cisterna contenida dentro de una serie de vigas de acero.
- Frigoríficos: contenedor de 20' o 40' con sistema de control de temperatura. Suele ir conectado en el buque, la terminal de estacionamiento, el camión o el tren. También pueden tener su propio equipo autónomo de refrigeración.
- Igloo: contenedor de medida variable y adaptable a la bodega de los aviones.

Carga interior de los contenedores

Como se ha visto, la carga puede tratarse de sólidos o líquidos a granel, objetos que superen las dimensiones del propio contenedor o cargas paletizadas. Además, los contenedores albergar cargas totales (Full Container Load o FCL) o cargas parciales (Less Container Load o LCL).

Un palé es un armazón de madera, plástico u otros materiales, empleado en el movimiento de carga debido a la facilidad en su manejo. Los más habituales en el mercado son:

- Palé universal o isopalé (1200 x 1000 x 150 mm). Utilizado frecuentemente en el transporte multimodal de mercancías en contenedores.
- Palé europeo o europalé (1200 x 800 x 150 mm). Utilizado frecuentemente en el transporte terrestre de mercancías en camiones.
- Otros tamaños: Existen de 1000 x 800 mm o de 800 x 600 mm, sin embargo, su uso está mucho menos extendido.

Características principales de los contenedores más empleados				
	20' DV	40' DV	40' HC	40' Reefer
Largo [m]	5,9	12	12	11,5
Ancho [m]	2,3	2,3	2,3	2,2
Alto [m]	2,3	2,3	2,6	2,2
Volumen [m ³]	33,2	67,7	76,4	59,3
Tara [kg]	2300	3750	3940	4800
Carga máxima [kg]	28180	28750	28560	27700
Nº isopalés	8	18	18	18

Tabla 12. Características principales de los contenedores más empleados.

5.1.7 Tecnología de la información aplicada al transporte

La información que pueden llegar a proporcionar las tecnologías aplicadas al transporte marca la diferencia entre las empresas líderes y las rezagadas. Con las telecomunicaciones y la informática se

pueden controlar y monitorizar los trayectos, gestionar mejor el transporte individual y las flotas. Así se pueden reducir los tiempos y las distancias, y se pueden incrementar los servicios al cliente (como rastreo en tiempo real de la mercancía adquirida).

Se han desarrollado modelos matemáticos que ayudan a predecir la demanda de los clientes, las mejores rutas a seguir o los efectos de las variaciones de tiempo y temperatura en los productos perecederos. También existen softwares que ayudan en la planificación de rutas y en la estiba de las mercancías.

Sistemas de planificación de rutas

La complejidad en la planificación de rutas comienza en el momento en el que se deben trasladar mercancías de uno o varios almacenes a uno o varios clientes (vehicle routing problema). Y puede ser todavía más complejo si se añaden restricciones horarias o limitaciones de peso en algunos trayectos. Es por ello que en muchas ocasiones es necesario un software de planificación de rutas.

No existe la mejor ruta, pero sí que hay algunas más adecuadas que otras, en relación a kilometraje recorrido, rapidez o trayecto más económico. Cuántas más variables se consideran, más complejo se vuelve el problema. Existe una norma no escrita que afirma que minimizando la distancia total recorrida se consigue la ruta más óptima en todos los sentidos (económico, ecológico, rápido). También, si se minimiza el número de rutas, es probable que la flota necesaria también se reduzca. Todo ello conduciría a la minimización de los costes generales de transporte, que suele ser el objetivo principal de cualquier empresa.

Los sistemas informáticos de planificación de rutas incluyen una serie de herramientas que permiten la importación de datos del resto de aplicaciones o bases de datos de la empresa, tales como listas de clientes o pedidos diarios. De la misma manera se pueden exportar los datos que genera para usarlos en otras aplicaciones.

Habrà que introducir información acerca de pedidos, compatibilidad entre mercancías, modos de transporte, restricciones horarias, paradas técnicas, revisiones de los vehículos, clientes o características geográficas. El sistema deberá tener en cuenta las velocidades adquiridas según el medio de transporte y las posibles rutas alternativas.

Sistemas de Gestión del Transporte (TMS)

Estos sistemas informáticos se emplean para comparar los pedidos en relación con las frecuencias y las tarifas, con el objetivo de seleccionar al transportista idóneo para un determinado envío.

Sistemas de Optimización de Cargas

Estos programas emplean bases de datos que contienen información sobre las dimensiones de la mercancía, las necesidades de la mercancía (requerimientos técnicos) y la capacidad de los medios de transporte. El sistema calcula la mejor distribución de los objetos en el espacio proporcionando un gran control de estiba.

Como consecuencia del uso de dichos programas se logra un uso más eficiente del espacio del medio de transporte, ahorros en los tiempos de carga y descarga, minimización del número de envíos parciales, disminución del número de envíos general, reducción de los costes administrativos (debido a la reducción de la documentación necesaria consecuencia de la reducción del número de envíos) y un incremento de la seguridad en la carga.

5.2 Introducción a la logística del frío

El propósito básico en la logística de la cadena de frío es la preservación de la temperatura: garantizar que no tenga variaciones a lo largo del camino entre proveedor y cliente que hagan que el producto sufra cambios o pérdidas. Si esto se cumple, se dice que "no se rompió la cadena de frío". Como es sabido, la rotura de la cadena de frío puede implicar el deterioro de los productos, pérdidas económicas y el incumplimiento de la normativa sanitaria.

La cadena de frío se llama así debido a que se trata del paso de los productos a una temperatura determinada por todos los "eslabones" de la cadena logística: recolección, producción, almacenamiento nacional, transporte nacional, almacenamiento local, transporte local e instalaciones del cliente (condiciones de almacenamiento del cliente y prácticas por parte de los consumidores). Pese a toda la tecnología de la que se dispone actualmente (facilidad de rastreo del producto, conocimiento de la temperatura y humedad relativa en tiempo real) el proceso de distribución continúa siendo el eslabón más difícil de controlar en la cadena de suministros de productos frescos.

La tecnología del transporte frigorífico debe alcanzar y mantener unos valores predeterminados (de temperatura, humedad relativa o CO₂) aprovechando el máximo espacio y garantizando la máxima carga en contenedores y vehículos. Los equipos refrigerados usados durante el transporte están diseñados para mantener la temperatura, no para disminuirla. Estos sistemas deben tener la capacidad suficiente para eliminar el calor residual, el calor exterior, el calor de infiltración, el calor de la mercancía y el calor de respiración. La generación de frío puede parecer el factor más relevante, pero también se deben considerar otros como la ventilación y renovación del aire, la estiba, el des-escarchado, la modificación de la atmósfera y el consumo de potencia.

Lo que sucede al introducir elementos a mayor temperatura dentro de una cámara frigorífica, o un contenedor frigorífico, es que ésta no es capaz de mantener la temperatura demandada y el coste energético de enfriar aumenta considerablemente, además de una sobrecarga al equipo frigorífico. Por otro lado, se eleva la temperatura de los alimentos de alrededor lo que podría causar daño en ellos.

Es obvio que cada alimento presenta unas características y unos requisitos de conservación diferentes. En ocasiones se pueden mezclar dando lugar al transporte "multi-temperatura". Utilizando unas divisiones se puede evitar la pérdida de temperatura en un mismo contenedor o vehículo, lo cual permite llevar diferentes productos: refrigerados y congelados. Cabe decir que, en trayectos cortos, se puede aceptar transportar una parte de la carga a una temperatura ligeramente superior a la que necesita, para llenar correctamente los espacios con las mercancías. En este caso, la temperatura debe controlarse con cuidado para evitar especialmente temperaturas demasiado bajas en la mercancía que demanda temperatura más alta.

Otra consideración a tener en cuenta es el hecho de que las mercancías pueden ser incompatibles entre ellas. Hay cargas que pueden absorber los olores de los productos vecinos y algunas que son especialmente sensibles a fuertes cantidades de CO₂ y/o etileno. Este fenómeno se conoce como contaminación cruzada. Debido a que muchas mercancías son incompatibles y es necesario transportarlas en espacios separados, los sistemas de ventilación ejercen una ligera sobrepresión. Esta sobrepresión en el espacio donde son apilados los productos sensibles permite una protección más que adecuada.

A continuación, se explicarán los conceptos principales de la cadena de frío y los métodos de manipulación más adecuados durante los procesos operativos en la logística del frío.

5.2.1 Conceptos básicos

Productos perecederos

Los productos que requieren de la logística del frío son los productos perecederos. Un producto perecedero pierde calidad rápidamente cuando no se mantienen en un rango de temperaturas definido. La pérdida que supone puede ir desde una disminución de calidad organoléptica hasta modificaciones en su composición, significando riesgos de pérdida total de valor o incluso riesgos para la salud (intoxicaciones alimentarias).

En definitiva, los productos perecederos son aquellos que buscan reducir el crecimiento de microorganismos, emisiones de calor, vapor de agua, dióxido de carbono y oxígeno. El objetivo principal de este proceso de refrigeración es aumentar el tiempo de conservación del producto, es decir, que éste mantenga sus propiedades intactas lo máximo posible.

Clasificación de los alimentos perecederos

Alimentos altamente perecederos: Son aquellos que cuando entran en contacto con el aire se descomponen rápidamente. Esto es a causa de su alto contenido en agua y nutrientes. Representan el máximo riesgo de intoxicaciones. Ejemplo: carnes rojas, pescado, pollo o lácteos.

Alimentos semi-perecederos: Son aquellos que cuando entran en contacto con el aire se descomponen más lentamente que los anteriores, debido a que tienen una menor cantidad de agua y nutrientes. Normalmente, los alimentos semi-perecederos han sufrido un proceso productivo previo que hace que se conserven durante más tiempo al aire libre. Ejemplo: galletas o pan.

Alimentos poco perecederos: Son aquellos que cuando entran en contacto con el aire tienen un bajo nivel de descomposición. Esto es a causa de su naturaleza. Ejemplo: azúcar, sal o harina.

Microorganismos

Los microorganismos son seres vivos que no se aprecian a simple vista. Algunos se utilizan para elaborar alimentos o vacunas. En cambio, existen otros que producen toxinas que pueden originar enfermedades e incluso la muerte.

Un gran número de los microorganismos mueren al ser expuestos a temperaturas superiores a los 70°C; mientras que al ser expuestos a bajas temperaturas no mueren, sino que se ralentiza o se paraliza su crecimiento. Determinadas condiciones de temperatura, humedad y tiempo de exposición pueden provocar la proliferación de microorganismos provocando la descomposición de un alimento más rápidamente, convirtiéndolos en no aptos para el consumo humano. Se considera que las bacterias se reproducen exponencialmente y a gran velocidad. Se estima que una bacteria a una temperatura de

37°C se duplica en unos 20 minutos, por lo tanto, en una hora ya se tienen 8 bacterias, y en 7 horas existen más de un millón.

Según datos revisados en el año 2017 de la organización mundial de la salud, se estima que alrededor de 600 millones de personas caen enfermas tras ingerir alimentos contaminados y 420000 mueren cada año. Otro dato curioso proporcionado por la OMS es que los alimentos considerados no seguros que contienen bacterias dañinas, virus, parásitos o sustancias químicas, causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer.^{iv}

Alteración de los alimentos

Como norma general los alimentos pueden verse alterados mediante dos procesos: contaminación y descomposición.

- **Contaminación:** Las condiciones organolépticas de los productos alimenticios no se ven alteradas. Los microorganismos pueden llegar al alimento a través del aire, los insectos, el polvo o las manos sucias.
Los peligros potenciales que se derivan de la corrupción en la cadena de suministros de productos perecederos son la contaminación de alimentos directa o la contaminación cruzada, que es la transmisión de microorganismos de un alimento a otro y puede producirse a través de superficies o herramientas de trabajo.
- **Descomposición:** Las condiciones organolépticas de los productos alimenticios sí se ven alteradas. Los microorganismos crecen y se multiplican dentro del alimento transformándolo: cambios de color, olor y sabor.

5.2.2 Cadena de frío

La cadena de frío es la encargada del mantenimiento de la calidad y seguridad de los alimentos en el transporte. Ello requiere de procedimientos operativos y de procedimientos de supervisión.

En general, la cadena de frío es el proceso de garantizar el mantenimiento de la temperatura de los productos perecederos a lo largo de fases sucesivas: desde la materia prima, pasando por el almacenamiento y la distribución, hasta la comercialización. Siempre teniendo en cuenta las características de cada producto. Todas las actividades dentro de la cadena de frío forman parte de la logística de la cadena de frío.

5.2.3 El transporte en la cadena de frío

A continuación, se explicarán algunas características de cada modo de transporte en relación a su papel en la cadena de frío para el transporte de perecederos. Obviamente, todos deberán respetar las normas de higiene y salubridad, así como deberá implementar soluciones de mantenimiento de temperatura (reguladas mediante el acuerdo ATP).

Más adelante, se analizará toda la tecnología empleada en los medios de transporte para obtener un control sobre la temperatura.

Transporte terrestre

Los vehículos de transporte terrestre especializados en la cadena de frío pueden ser isoterms, refrigerados y frigoríficos. Estos vehículos se acondicionan con una tecnología u otra dependiendo de la carga que vayan a transportar y la distancia.

Aunque existen vehículos con control térmico que pueden transportar las mercancías durante largas distancias, lo ideal es que se dediquen a la distribución local, para así ser más eficientes a nivel energético y medioambiental.

Transporte aéreo

Como se ha comentado previamente, las ventajas del transporte aéreo frente a los otros medios son la accesibilidad a regiones aisladas o mal comunicadas y la rapidez. Sin embargo, se trata del medio más costoso por unidad movilizada. Es por ello que únicamente se transportan perecederos de alto valor, como determinados pescados, mariscos y carnes.

La carga puede ser transportada mediante palés o contenedores aéreos (denominados igloo). Este tipo de contenedores son rígidos, incompresibles, impermeables, resistentes a la humedad y aportan la resistencia necesaria para el apilado. No es común encontrar contenedores aéreos provistos con equipos frigoríficos autónomos, a causa de las limitaciones de volumen y peso de la bodega de los aviones, así como los problemas de alimentación eléctrica.

Un inconveniente si se quiere trasladar productos perecederos con este medio es el hecho de que las mercancías suelen estar sometidas a largos periodos de espera y la mayoría de aeropuertos no cuentan con la infraestructura necesaria para mantener los productos a la temperatura requerida.

Transporte marítimo

El control de temperatura en el transporte marítimo se puede desarrollar en buques frigoríficos (destinados al transporte de alimentos o gaseros (GNL)) o en contenedores frigoríficos. Comparativamente es la forma más económica de transportar productos perecederos en largas distancias (principalmente para operaciones de importación y de exportación).

Por lo general, los buques frigoríficos cuentan con un determinado número de cámaras frigoríficas y cada cámara se desenvuelve en un rango de temperaturas dado diseñado en la fase de proyecto del buque. Del mismo modo, los buques portacontenedores tienen un espacio limitado para los contenedores frigoríficos que fue previsto durante la fase de diseño.

Tipos de contenedores marítimos con control de temperatura:

- Los contenedores frigoríficos integrales, también denominados *reefers*, son semejantes a los contenedores tipo *Dry Van* pero con un sistema de refrigeración autónomo, con fuente de alimentación propia o ajena. Este sistema de refrigeración puede obtener energía de un motor diésel instalado en el contenedor (grupo electrógeno o *generator set*) o de la red eléctrica (conector trifásico a 400 V). El motor diésel se utiliza cuando el contenedor no tiene acceso a la red eléctrica y debe proporcionar frío por sus propios medios. En cambio, cuando el contenedor sube a bordo de un buque, se suele conectar a la red eléctrica de éste. Acostumbran a instalarse cerca del puente y la cámara de máquinas, ya que requieren un mantenimiento diario. Al igual que el resto de vehículos refrigerados están equipados con paredes de materiales aislantes. Son totalmente herméticos. El diseño del espacio interior garantiza una circulación de aire y son capaces de mantener las mercancías perecederas en un rango mínimo de temperaturas.
- Los contenedores isotérmicos son aquellos que cuentan únicamente con un revestimiento de aislante para mantener la temperatura. En este caso, también se denominan contenedores

Porthole, ya que cuentan con dos orificios, uno de entrada y otro de salida, por el que pueden recibir aire a una temperatura controlada, suministrado por el sistema de refrigeración del buque.

Transporte ferroviario

Los vagones pueden ser isotermos, refrigerados o frigoríficos. Estos vagones se caracterizan por unas dimensiones y una capacidad, que deben considerar a la hora de movilizar los productos.

Para proporcionar un control de temperatura controlada a aquellos vagones o contenedores que no tienen un equipo autónomo se emplea la técnica de “trenes de bloques”. Se trata de conectar varios vagones o contenedores refrigerados a una fuente de energía eléctrica proporcionada por una unidad central equipada con grupos electrógenos de gran capacidad.

5.2.4 Buenas prácticas en la cadena de frío

Naturalmente, la optimización de cada eslabón de la cadena provocará que la cadena como sistema sea más eficaz. Los factores clave a destacar son: medición y control de la temperatura, almacenamiento, transporte, capacitación de los operarios, hábitos del cliente, tecnologías de la información, outsourcing y operadores logísticos.

Medición y control de la temperatura

Hay que registrar la temperatura de los productos perecederos periódicamente mediante el material adecuado. Se trata de una de las actividades más importantes dentro de la cadena de frío ya que de esta manera se verifica que el producto está en todo momento en el rango de temperatura aceptable para evitar el crecimiento de bacterias.

La temperatura se mide mediante sensores o termómetros portátiles. Se recomienda que los instrumentos de medición de temperatura tengan una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y dispongan de un certificado de calibración válido.

El termostato de la unidad refrigeradora se suele situar en la entrada del suministro de aire, justo antes de entrar en el espacio de carga. Existen algunas unidades que incluyen otro sensor de temperatura a la salida de aire del contenedor. No hay que confundir la temperatura que requiere la mercancía con la temperatura a la que hay que ajustar el termostato, ya que ésta siempre deberá ser algo menor como consecuencia de que el aire se calienta a lo largo de su recorrido.

Humedad

La humedad también se debe medir periódicamente. El aire demasiado seco o demasiado húmedo puede dañar los alimentos frescos. Por ejemplo, el exceso de humedad en el transporte de frutas puede propiciar el crecimiento de hongos, y la deficiencia de humedad en el transporte de carne puede propiciar la deshidratación y sequedad de dicho alimento.

La humedad se evapora constantemente del producto y se condensa en el serpentín de evaporación. El control de la humedad está muy vinculado a la circulación del aire en el interior de los transportes, y, por lo tanto, del tipo de envase y la estiba de la carga en los contenedores. Entre los métodos para mantener la humedad relativa destacan:

- Utilizar hielo, en la medida de lo posible y siempre que el empaquetado lo permita.
- Pre-enfriar completamente los productos, para garantizar que no se produce una diferencia de temperatura entre el alimento y el ambiente.
- Mantener la temperatura del evaporador algunos grados por debajo de la temperatura requerida.
- Evitar que el producto transpire, por ejemplo, con envolturas semi-permeables.

Almacenamiento

En el interior de un almacén a temperatura controlada hay unas actividades de especial relevancia: ubicación de producto y equipos, embalajes, temperaturas de almacenamiento, carga y descarga, y picking (separación de pedidos).

Ubicación de pedidos

Es crucial mantener las distancias mínimas en el interior de las cámaras frigoríficas para asegurar una correcta circulación del aire. En general, una ventilación adecuada favorecerá que la temperatura de la carga sea la misma en todos los puntos. No es recomendable ocupar por completo el espacio disponible, ni tampoco situar las cargas delante del evaporador.

Según el tipo de producto se requiere un nivel de frío u otro, aspecto básico para elegir la distribución del producto. Por ejemplo, en el caso de los productos congelados se prioriza el aprovechamiento del espacio ante los factores de manipulación, debido a que el coste de refrigeración es muy elevado. Es importante recalcar la necesidad de compatibilizar una óptima distribución en el espacio con la accesibilidad al producto, garantizando una preparación de pedidos y una expedición ágil y manteniendo una rotación FIFO (*first in - first out*).

Embalajes

Las unidades de carga deben permitir la circulación del aire en el interior de la cámara frigorífica. Normalmente, para productos frescos se utilizan cajas de ventilación lateral; para congelados, cajas con lados duros. Los palés de plástico son aptos para ambos, tanto los productos frescos como los congelados.

En el transporte de productos a temperatura controlada el material idóneo es el metal, ya que propaga mejor el calor. El siguiente material más adecuado es el plástico, que al ser más económico tiene un uso más generalizado. Se desaconsejan los palés de madera, ya que este material absorbe la humedad y se pudre, pudiendo romperse, lo que propiciaría un riesgo salubre (acumulación de bacterias) y físico (heridas o golpes durante su manipulación).

Temperaturas de almacenamiento

La temperatura de almacenamiento se debe comprobar periódicamente con tal de garantizar la refrigeración adecuada de los productos. A continuación, se exponen las temperaturas de almacenamiento estándar para algunos alimentos:

Carga y descarga

Tanto los almacenes como los vehículos deben encontrarse a la temperatura deseada antes de situar el producto en su interior. La temperatura del producto debe comprobarse antes de cargar y/o descargar. Todas las operaciones de carga y descarga deben realizarse con la mayor celeridad, por ello la distancia entre el almacén y los vehículos o contenedores de distribución debe ser lo más reducida posible.

Los muelles de carga deben estar equipado con aislantes de temperatura externa, plataformas niveladoras y puertas tipo persiana. Se recomienda la carga paletizada puesto que la carga de productos a granel se calienta más rápidamente en los procesos de carga y descarga. Como aproximación se puede decir que 30 palés deben cargarse/descargarse en un máximo de 45 minutos.

La duración del trayecto también condicionara la cantidad de carga que se introduce en los contenedores. Por ejemplo, la densidad de carga podrá ser mayor en trayectos que duren una noche, que en los trayectos más duraderos y en días calurosos de verano.

Picking (separación de pedidos)

La separación de pedidos debe efectuarla el personal cualificado ya que la exposición al frío durante largos periodos de tiempo conlleva muchos riesgos: accidentes laborales (congelación o hipotermia) y errores graves en la separación. Como medidas generales el personal deberá ir equipado con guantes, gorro, traje y zapatos, que garanticen una temperatura corporal adecuada. Por cada 90 minutos en un almacén o cámara de congelación se debe efectuar un descanso de 15 minutos.

La etiqueta de todos los productos debe visualizarse correctamente. Se requiere que el método de operación garantice el movimiento de la persona que efectúa la selección, para evitar congelamientos. Además, la iluminación debe ser suficiente para poder identificar los productos rápidamente.

Riesgos de la exposición al frío extremo

El cuerpo humano debe estar a una temperatura de entre 36 y 37°C para que los sistemas orgánicos y los procesos metabólicos se desarrollen correctamente, independientemente de la temperatura exterior. Ello es vital para asegurar la productividad humana. En entornos fríos se recomienda cubrir la cabeza y las extremidades con el objetivo de conservar la temperatura y garantizar un flujo sanguíneo apropiado.

SITUACIONES CLÍNICAS PROGRESIVAS DE LA HIPOTERMIA			
Temperatura interna (°C)	Síntomas clínicos	Temperatura interna (°C)	Síntomas clínicos
37,6	Temperatura rectal normal	27	Cesa el movimiento voluntario. Las pupilas no reaccionan. Ausencia de reflejos.
37	Temperatura oral normal	26	Conciencia durante pocos momentos
36	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor	25	Puede producirse fibrilación ventricular espontánea
35	Escalofrío de intensidad máxima	24	Edema pulmonar
34	La víctima se encuentra consciente y responde. Presión arterial Normal.	22 - 21	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
33	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura	20	Paro cardíaco
32 - 31	Conciencia disminuida. La tensión arterial se hace difícil de determinar. Las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz. Cesa el escalofrío.	18	Hipotermia accidental más baja para recuperar a la víctima
30	Pérdida progresiva de la conciencia.	17	Electroencefalograma isoelectrico
29	Aumenta la rigidez muscular. Disminuye la frecuencia respiratoria. Resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial.	9	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente

Tabla 13. Efectos sufridos por el descenso de la temperatura corporal. Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

Recomendaciones generales para el almacenamiento

Muchas de estas prácticas se consideran de sentido común. Entre ellas destacan:

- Mantener las puertas abiertas el mínimo tiempo posible.
- El almacén debe cumplir con las condiciones sanitarias básicas de orden, aseo, limpieza y desinfección.
- La zona de almacenamiento debe contar con ante-cámaras y/o post-cámaras con temperatura similar a la interior para apoyar las operaciones de carga y descarga.
- Utilizar cortinas plásticas para evitar la introducción de aire del medio ambiente al almacén.
- Evitar colocar el producto directamente en el suelo o junto a las paredes para no obstaculizar la circulación del aire frío.
- La rotación de los productos debe ser FIFO (*first in – first out*).
- La distancia entre la zona de almacenamiento y el vehículo refrigerado debe ser mínima.

Transporte

El medio de transporte de los productos refrigerados se elige a partir de la distancia que se debe recorrer y del tipo de carga. Se busca rapidez, seguridad y adaptabilidad.

- Rapidez: garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega del producto, obteniendo la menor pérdida de vida útil del producto.
- Seguridad: mantener las condiciones atmosféricas idóneas para cada producto en todo momento.
- Adaptabilidad: capacidad de acomodarse a las exigencias de cada producto. Pudiendo ofrecer soluciones multi-temperatura sin afectar a las condiciones organolépticas, de frescura o de presentación.

Como ya se ha explicado anteriormente, se vuelve a señalar que el transporte refrigerado, y por lo tanto los equipos refrigerados, están ideados para mantener la temperatura, no para disminuirla. Éstos deben tener capacidad suficiente para eliminar el calor generado por las siguientes fuentes:

- Calor residual del aire que está en el interior del contenedor.
- Calor del aislamiento y forro interior del contenedor.
- Calor exterior introducido a través del suelo, las paredes y el techo. Varía en función de la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior. Evidentemente, la radiación solar aumentará si el contenedor/vehículo está expuesto al sol.
- Calor de infiltración del aire exterior que se filtra a través de pequeños orificios, fisuras y sellos de la puerta. Este hecho puede aumentar los requerimientos de refrigeración.
- Calor excesivo en la mercancía por encima de la temperatura de tránsito deseada.
- Calor de respiración generado por frutas y vegetales frescos. Este tipo de calor varía en función de la carga (por ejemplo, las fresas respiran a un ritmo más alto que las manzanas) y de acuerdo a la propia temperatura, es decir, a temperaturas próximas al punto de congelación, disminuye el ritmo en la respiración.

Se puede decir que existen tres responsables del transporte dentro de la cadena de frío: el generador de la carga, el transportista y el destinatario. Si todos ellos se comunican, coordinan y conocen las actividades logísticas que deben desempeñar, el transporte será mucho más rentable y eficiente para todas las partes involucradas.

Recomendaciones generales para el transporte

Muchas de las recomendaciones aplicadas al almacenamiento de productos refrigerados se pueden extrapolar al transporte (tanto a los vehículos refrigerados como a los contenedores):

- No repartir las mercancías en vehículos que no sean refrigerados o no dispongan de un equipo refrigerado.
- La capacidad de la unidad de refrigeración debe ser suficiente para cubrir las necesidades de la mercancía a transportar.
- El equipo de frío de los vehículos no debe ser apagado mientras contenga productos.
- Mantener las puertas abiertas el mínimo tiempo posible.
- El vehículo de distribución debe cumplir con las condiciones sanitarias básicas de orden, aseo, limpieza y desinfección.
- Pre-enfriar los espacios de carga. La temperatura interna antes de cargar debe ser lo más próxima posible a la del producto. Además, de este modo se reduce la sobrecarga del sistema.
- La rotación de los productos debe ser FIFO (first in – first out).
- Para vehículos con equipo de frío, no se debe obstruir o bloquear la salida de aire del evaporador.
- Evitar colocar el producto directamente en el suelo o junto a las paredes para no obstaculizar la circulación del aire frío.
- Disponer la carga de manera que el aire pueda regresar al evaporador. Con una adecuada distribución del producto en el espacio se pueden evitar puntos calientes en el interior del vehículo refrigerado.
- Realizar un mantenimiento preventivo adecuado del equipo de frío, así como del vehículo utilizado.
- Comprobar la compatibilidad entre los productos transportados con el fin de garantizar una temperatura adecuada para todos ellos y de evitar la contaminación cruzada.

- No utilizar envoltorios plásticos en las estibas de productos frescos ya que esto impide la circulación de aire.
- Es recomendable que el suelo de los vehículos o contenedores sea acanalado para facilitar la circulación del aire.
- El interior debe haber sido limpiado adecuadamente para evitar la contaminación causada por microorganismos, como bacterias, sustancias químicas y malos olores. Para suprimir los malos olores se debe airear el interior, o si fuese necesario, utilizar café molido para absorberlos.

Pre-enfriamiento o pre-calentamiento del vehículo

Es necesario que el interior de los contenedores y vehículos sea la demandada por el producto antes de introducirlo. Así no se producirán choques térmicos bruscos en la carga ni se sobrecargará el sistema de producción de frío (o de calor). Además, el pre-enfriamiento influirá en la calidad posterior: los productos que han sido pre-enfriados antes de su transporte llegan al cliente en mejores condiciones. Por ejemplo, las uvas se deterioran más en una hora a 32°C, que en una semana a 0°C.

Normalmente, el pre-enfriamiento se lleva a cabo mediante sistemas de circulación de aire forzado refrigerado, enfriamiento por aspiración o hielo. El procedimiento más extendido es el de ajustar el termostato a la temperatura requerida y cerrar las puertas. Es importante que las puertas estén cerradas ya que si estuviesen abiertas se podría formar hielo en el evaporador, bloqueando todo el sistema de refrigeración. Este proceso lleva tiempo, y se debe prever antes del transporte.

El pre-enfriamiento del propio vehículo no es recomendable. Únicamente se debe efectuar antes de cargar y en un ambiente donde la temperatura exterior no se diferencie mucho de la temperatura que se va a emplear para el transporte. Esto es a causa de que, si la temperatura exterior es muy elevada, al abrir las puertas del contenedor, el agua se condensara en las paredes, lo cual puede afectar a la carga.

Cuando la temperatura exterior es inferior a la requerida en el interior del contenedor, éste se debe precalentar. La mayoría de los equipos cuentan con un ciclo de calentamiento en la unidad de refrigeración.

Lista de Verificación Antes de Cargar

Es aconsejable disponer de fichas que ayuden a comprobar todas estas cuestiones. Como orientación se presenta esta lista de preguntas:

- ¿Está funcionando bien la unidad de refrigeración?
- ¿Está calibrado el termostato?
- ¿Están instalados y funcionando correctamente los conductos y sumideros de refrigeración?
- ¿Están en buenas condiciones los sellos de las puertas?
- ¿Están selladas herméticamente las puertas cuando están cerradas?
- ¿Están las paredes libres de grietas o huecos?
- ¿Está instalado el mamparo frontal?
- ¿Están abiertos los drenajes del piso?
- ¿Está limpio y libre de olores el interior del vehículo?
- ¿Están libres de desperdicios las ranuras del piso?
- ¿Es adecuada la longitud, altura y anchura interior para
- la carga?
- ¿Tienen disponibles cerraduras para la carga u otros dispositivos para asegurar bien la carga?

- ¿Está el contenedor pre-enfriado o precalentado?

Capacitación de los operarios

Los operarios son los responsables de garantizar que los productos no presenten daños de ningún tipo. Deben mantener la carga libre de polvo y suciedad, con unas condiciones atmosféricas adecuadas, todo ello para asegurar la calidad de la mercancía.

Todos los operarios involucrados en la cadena de frío deben tener una formación sólida en cuanto a prácticas higiénicas, de salubridad y de manipulación de productos refrigerados. Estas formaciones deberían desarrollarse de manera periódica, para que dichos operarios no pierdan las buenas costumbres. De esta forma, se capacita y conciencia al personal encargado sobre la importancia de la preservación del frío con que el producto debe llegar al consumidor.

Hábitos del cliente

Sería recomendable que el etiquetado de los productos refrigerados incluyera información de la caducidad, del lugar de almacenamiento y temperatura de conservación, y los riesgos de una refrigeración inadecuada. Además, si se trata de frutas o verduras, se podría añadir una tabla de compatibilidades con otras frutas y verduras que no condiciones sus cualidades organolépticas.

Este tipo de etiquetado ayudaría tanto a los operarios de la cadena de frío como al consumidor final. También sería recomendable que en las zonas de exhibición de este tipo de productos hubiese carteles explicativos de buenos hábitos y sobre el mantenimiento de la calidad de ellos.

Recomendaciones generales para el cliente

- Comprar los alimentos frescos y congelados al final de la compra.
- Utilizar bolsas isotérmicas.
- No dejar los alimentos fuera del refrigerador.
- No comparar nada que no se vaya a consumir antes de la fecha de caducidad.

Tecnología de la información aplicada a la logística del frío

Principalmente se necesita información acerca del aprovisionamiento, la producción, la distribución, el mercado y el control de calidad. Por lo general, la toma de decisiones está relacionada con dichos flujos de información, teniendo en cuenta los productos y los recursos de los que se dispone. Cabe decir que estas decisiones corresponden básicamente a tres momentos: la estrategia de diseño, la planeación, y la operación. Se sabrá que estas decisiones han sido las adecuadas si la cadena de suministro logra satisfacer las demandas del mercado.

Además, son necesarios mecanismos que permitan predecir los obstáculos, como podrían ser el aumento de costes, la ausencia de coordinación entre oferta y demanda o el cálculo de la vida útil de los productos. La capacidad para identificar estos obstáculos y establecer mecanismos de control será el punto clave para lograr cadenas de suministro sostenibles. Hoy en día ya se han desarrollado diferentes modelos matemáticos, y consecuentemente programas informáticos, que ayudan a predecir dichas situaciones.

Es crucial que todos los actores de la cadena logística se comuniquen y se coordinen. Si todos ellos conocen perfectamente las actividades de cada uno, se pueden dividir las responsabilidades, y crear

vínculos de confianza que garanticen que la cadena del frío no se romperá. La información debe gestionarse a todos los niveles: proveedores, productores, distribuidores, comercializadores mayoristas y minoristas, entidades de regulación y consumidores. Para ello es necesario un programa de comunicación telemática, es decir, un software en el que la información se visualice de forma ordenada y lógica, y dónde se pueda añadir y actualizar por parte de los usuarios fácilmente. También es de vital importancia que en este programa no se pueda modificar la información ya incluida. La información básica que debe proporcionar este tipo de software es la temperatura y la localización de la carga en tiempo real. Se precisa que el flujo de materiales sea paralelo en todo momento al flujo de información.

Toda la información obtenida se tendrá que gestionar. Conviene definir una estrategia de cara a la monitorización de la carga, así como un plan de acción en caso de que la información recibida no sea favorable.

Tecnología RFID

Actualmente, se ha extendido el uso de etiquetas RFID (Radio Frequency Identification) para rastrear y monitorizar productos perecederos a lo largo de la cadena de frío. Se trata de etiquetas inteligentes que se pegan a los productos. Éstas incluyen un sensor de luz, temperatura y humedad, un microcontrolador, un chip de memoria y una antena. Una gran ventaja que presentan es que el lector no necesita estar visualmente en contacto con la etiqueta y se puede leer más de una etiqueta al mismo tiempo.^{v()}.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) mejora el rendimiento de las cadenas de suministro perecederas principalmente por tres motivos^{vi}:

- 1) permite rastrear la posición geográfica mientras se está en movimiento;
- 2) permite reconocer artículos a través de un código identificativo, como puede ser un código de barras o un código EPC (*Electronic Product Code*, o de producto electrónico único);
- 3) permite registrar los datos ambientales de su entorno en tiempo real, así como transmitir dichos datos en un breve espacio de tiempo, el suficiente para permitir medidas correctivas.

Funcionamiento básico

Un sistema de RFID se compone de un sensor, una etiqueta y un lector, que se comunican entre sí por medio de la transmisión de ondas de radio-frecuencia. Existen tres tipos de etiquetas RFID:

1. Etiquetas pasivas RFID: Estas etiquetas dependen de la potencia suministrada por el lector. Cuando las ondas de radio del lector se encuentran con una etiqueta RFID pasiva, la antena (en forma de espiral) dentro de la etiqueta forma un campo magnético, del cual extrae energía, energizando los circuitos en la etiqueta. A continuación, la etiqueta envía la información codificada al lector. La falta de una fuente de alimentación integrada favorece que este tipo de etiquetas tengan un tamaño muy pequeño y puedan presentarse en forma plana (como pegatinas).
2. Etiquetas activas RFID: Estas etiquetas funcionan con baterías. Son más fiables que las anteriores ya que pueden establecer una comunicación continua con el lector. Además, la transmisión de potencia es más elevada lo que favorece que puedan trabajar en entornos abarrotados de productos con etiquetas, o dónde la transmisión se vea dificultada por los materiales (como paredes de aluminio) o con condiciones ambientales extremas (como una humedad relativa muy elevada).

3. Etiquetas semi-pasivas: Estos sistemas también funcionan con baterías. Sin embargo, utilizan la interfaz RFID pasiva, lo que permite el acceso al dispositivo sin utilizar la fuente de alimentación interna. En consecuencia, el tamaño de la batería es más pequeño que en las etiquetas activas.

En las cadenas de suministro de alimentos perecederos es preferible utilizar etiquetas activas o semi-pasivas, todas ellas acopladas a sensores. La información que pueden llegar a recopilar es muy variada: temperatura, humedad, golpes y vibraciones, luz, radiación y concentración de gases (como el etileno, hormona de maduración de las frutas).

La información recopilada se envía a un servidor, mediante redes de telefonía móvil o redes de área local, con conexiones inalámbricas o cableadas. Estos datos se almacenan y analizan, permitiendo la generación automática de notificaciones o eventos destacables (como una temperatura superior a la que debería). Se puede acceder a ellos a través de una página web y las alertas pueden ser enviadas mediante vía SMS o correo electrónico.

Cualquier situación que ponga en peligro la integridad de los bienes es transmitida prácticamente en tiempo real (con pocos minutos de diferencia), con lo que se puede corregir y solventar, justo a tiempo para que no cause ningún daño irreversible. Esta característica es única para las etiquetas RFID, ya que las técnicas de monitoreo tradicionales solo permiten el análisis de datos a posteriori.

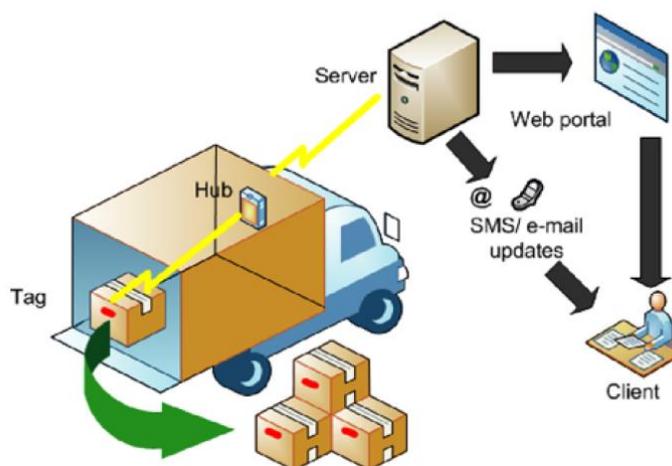


Figure 1. Conceptualization of an RFID system for monitoring cargo and air temperatures in a refrigerated transport system

Ilustración 19. Conceptualización de un sistema de monitorizaje RFID. Fuente: Silvia Estrada, David Tanner. *RFID Smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain.* 2009

Limitaciones de los sistemas de monitoreo de la cadena de frío basados en RFID

Hay una serie de limitaciones que se presentan para las etiquetas RFID aplicadas a cualquier campo, como son las preocupaciones de seguridad y privacidad y riesgo para la salud relacionados con las frecuencias de RFID.

A continuación, se detallan una serie de problemas específicos hallados en el uso de la tecnología RFID en la cadena de frío:

- **Fiabilidad:** fallo en los registros de las etiquetas: los lectores no localizan las etiquetas situadas en palés o cajas. Este error es causado por las duras condiciones del entorno: exposición a impactos y vibraciones excesivas o ambientes de alta humedad relativa.
- **Falta de un estándar global:** Existen diferentes normas y reglas en todos los países en cuanto a las regulaciones sobre frecuencia y espectro de radio. Actualmente hay dos organizaciones mundiales, la ISO y EPC global, trabajando en unas normas para la implementación de la tecnología RFID.
- **Dificultad para establecer un retorno de la inversión (ROI):** Está tecnología es poco económica, por ello su uso no está muy extendido. No obstante, se considera que la información que puede aportar en la cadena de frío compensa la inversión. Sin embargo, la falta de un método fiable para calcular el ROI ha dificultado su implementación en la monitorización de las cadenas de frío.
- **Resolución de problemas y herramientas de toma de decisiones basadas en datos:** Este sistema genera grandes cantidades de datos. Su interpretación y gestión depende de las empresas. Los programas que analizan dichos datos y te otorgan soluciones, sobre como corregir las desviaciones de temperatura o sobre como planificar la próxima distribución, están poco desarrollados.
- **Exactitud:** En la cadena de frío se espera una precisión del sensor de ± 0.5 ° C o superior. Sin embargo, la producción masiva de etiquetas RFID requiere un método de calibración que sea simple y económico, pero lo suficientemente confiable para garantizar la precisión deseada en todas las etiquetas activas fabricadas. Por otro lado, los métodos de calibración pueden ser diferentes entre fabricantes.
- **Colocación de sensores RFID y representación de la variación espacial de las temperaturas de la carga:** Es sabido que el comportamiento térmico de los sistemas de transporte y almacenamiento varía significativamente según el tipo de producto, las prácticas de estiba y el embalaje. Por este motivo, se debe tener cuidado al colocar los sensores en números suficientes y en ubicaciones que sean representativas de toda la carga.
- **La falta de colaboración en la cadena de suministro:** los sensores RFID pueden proveer información que puede desafiar las creencias o las operaciones de los actores de la cadena. Por ello es necesario un nivel de confianza y comunicación muy alto a lo largo de toda la cadena.
- **Papel del consumidor en la tecnología RFID:** Se pueden hacer análisis de hábitos de compra, lo cual implica la divulgación de información privada. Por otro lado, el consumidor da por hecho que los productos están en buenas condiciones para su consumo, por lo tanto, no es capaz de secundar el uso de la tecnología RFID puesto que no es consciente de su impacto en su vida diaria.

Datos sobre el beneficio RFID

La mayoría de estudios son de carácter privado y han sido realizados por grandes cadenas de supermercados. De los datos publicados se puede observar un ahorro potencial para los minoristas con el uso de la tecnología RFID:

- un aumento en las ventas de 1-2% debido a la reducción de la falta de stock;
- 20-30% de reducción en el inventario debido a un menor stock de seguridad;
- reducciones del costo laboral del 20% en los almacenes;
- mejor retorno de la inversión;
- transformación a una empresa impulsada por la demanda;
- mejora de la visibilidad y la transparencia en la cadena de suministro.

Como se ha podido comprobar el uso de la tecnología RFID en las cadenas de suministro productos frescos es prometedor. Las principales desventajas actualmente son el coste relativamente elevado y la dificultad de calcular el potencial beneficio de su inclusión en la cadena de frío (dificultad para calcular el ROI), la necesidad de aplicar unos estándares comunes y la falta de fiabilidad y precisión en los datos registrados. Otro fallo sería que normalmente la señal no dispone de cobertura en algunos tramos del trayecto y la rápida disminución de la energía de la batería debido al hecho de que el dispositivo envía la información continuamente.

Tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain ha suprimido los problemas de privacidad y fiabilidad. Los datos son prácticamente incorruptibles ya que, cuando se genera una información, se reparte de modo que muchos sistemas avalan dicha información. Se puede lograr cambiar la información en un bloque de la cadena de datos, pero no en todos los bloques de la cadena de datos.

Además, esta tecnología permite que pequeños dispositivos almacenen la información de lectura de los sensores, y únicamente cuando existe una perturbación notable, es cuando se envía la información al servidor. Esto favorece un menor consumo de las baterías y así los dispositivos pueden ser de menor tamaño.

Outsourcing y operadores logísticos

Los operadores logísticos son empresas que se encargan de algunas actividades de la gestión logística de otras compañías, por una cantidad económica establecida. Los servicios son variados: pueden encargarse del transporte de la carga, o incluso de los servicios de postventa o instalación de productos en su lugar de uso. Habitualmente, se ocupan principalmente del transporte y distribución, y las actividades más destacables que realizan son: planificación de rutas, monitorización de la carga, conectividad on-line con los centros de carga y descarga y con los transportistas y cuentan con una flota propia homologada.

La externalización de procesos dentro de la cadena de frío requiere de una alta especialización. Es evidente que cada sector (lácteo, cárnico, avícola, hortofrutícola) presenta unas particularidades muy concretas que manifiestan estrategias logísticas (de distribución o de aprovisionamiento) muy diferentes. Por ello, muchas empresas, ante la posibilidad de la ruptura de la cadena de frío, desconfían a la hora de subcontratar el picking (separación de pedidos), el reparto urbano u otras operaciones. Actualmente, existen pocas empresas focalizadas en el transporte de productos frescos, en cambio sí se encuentran para los productos farmacéuticos.

La subcontratación de estos servicios tendría como ventajas la posibilidad de reducir costes (al convertir costes fijos en costes variables) y la posibilidad de centrarse por completo en la elaboración o venta de los productos, mejorando la calidad del servicio.

Otras ventajas que supone la contratación son una mayor flexibilidad ante las alteraciones de la demanda y el mercado, un mayor control y conocimiento sobre los costes logísticos, una disminución del riesgo inversor, un incremento de la productividad y servicio al cliente, acceso a equipos y servicios de alto nivel (los operadores se centrarán en las últimas tendencias tecnológicas) y menor coste a

igualdad de nivel de servicio. Además, la subcontratación facilita la introducción en nuevos mercados, a través de la contratación de un operador local en el país dónde se quiere introducir el producto.

Como inconvenientes se encuentra el exceso de información que la empresa tiene que dar al operador (relacionada con clientes, necesidades, entregas) que en ocasiones se podría considerar de carácter confidencial. Los costes de subcontratación pueden parecer elevados, pero gracias a la externalización se pueden optimizar sobremanera los costes de explotación. Otro inconveniente es la pérdida de flexibilidad ante el transporte de las mercancías, teniendo que adaptarse a rutas, horarios y días de entrega del operador.

Existe una gran oportunidad de negocio en el desarrollo de los operadores logísticos integrales (picking, distribución nacional y local, y almacenamiento) para productos perecederos. La estrategia a seguir se basa en agrupar productos afines garantizando la temperatura de cada uno de ellos durante los diferentes procesos, es decir, transporte multi-temperatura.

Consideraciones generales sobre estrategias de competitividad

En la industria refrigerada se tiende a la reducción y concentración de stock en el menor número de plataformas ubicadas estratégicamente en las redes de transporte, eliminando estructuras y reduciendo flujos excesivos, y, por lo tanto, costes. Como se ha explicado anteriormente, se considera necesaria la implementación simultánea de tecnologías de información, de modo que el flujo de materiales se desarrolle paralelamente al flujo de información. Asimismo, se cree que la mejor manera de aunar calidad de servicio con reducción de costes es mediante la externalización de los operadores logísticos especializados (outsourcing).

Certificación de la cadena de frío

Un conjunto de empresas especializadas en productos perecederos, principalmente europeas, crearon en el 2003 la Asociación para la Cadena de Frío (Cool Chain Association o CCA). Su objetivo es definir normas industriales y desarrollar indicadores clave para las cadenas de distribución de perecederos.

Certificados como la ISO 9001:2000 son generalistas y no garantizan un mínimo en los procesos de manipulación de este tipo de productos. Como respuesta, la CCA decide crear la norma CCQI (Indicadores de Calidad de la Cadena de Frío) y designa a Germanisher Lloyd Certification como entidad independiente para certificar a aquellas empresas que cumplan lo que esta norma exige.

La norma CCQI describe un sistema de gestión de calidad que consta de dos partes. La primera es una evaluación cuantitativa de la calidad de las operaciones de la empresa (transporte, almacenamiento, medio de transporte). Esta evaluación cuantitativa se efectúa mediante unos indicadores (llamados puntos CCQI). La segunda parte (CCQC) describe los requisitos, tanto obligatorios como recomendables, que debe cumplir la empresa y su sistema de gestión de la cadena de frío para ser certificada.

Indicadores de gestión logística

Se dice que aquello que no se puede medir, no se puede mejorar. Es por ello que se definen una serie de indicadores en la gestión logística de la cadena de frío. Estos indicadores permitirán compararse con uno mismo y con la competencia. De este modo, se pueden crear planes de seguimiento, control y acción.

Ejemplos de indicadores en una operación refrigerada: número de embalajes separados hora/hombre, número de pedidos en buen estado o número de pedidos dañados.

Capítulo 6. Tecnología del transporte de productos frescos

Los métodos de refrigeración eliminan el exceso de calor y proveen un control de temperatura para los productos alimenticios mientras son transportados en vehículos. El calor es una forma positiva y medible de energía que fluye de forma natural, sin aporte de trabajo o energía, del foco caliente al foco frío. La refrigeración consiste en hacer que la energía fluya en sentido contrario, del foco frío al foco caliente, y para ello se necesita un aporte de trabajo o energía.

La forma más efectiva de conseguir este aporte de energía es aprovechando los intercambios de fase de la materia, normalmente de un fluido. Los más habituales son: licuación (de sólido a líquido), sublimación (de sólido a gas) y evaporación (de líquido a gas).

Como se ha mencionado previamente, el acuerdo de mercancías perecederas (ATP) efectúa una primera clasificación de los vehículos implicados en este tipo de transporte. Un requisito común a todos ellos es el uso de aislamientos que ayuden a mantener la temperatura en su interior. A parte de este requisito genérico, se estipulan una serie de requisitos específicos y métodos numéricos que ayudan a calcular las necesidades térmicas y energéticas para el transporte de productos frescos.

- Vehículo isoterma: vehículo cuya caja está construida con materiales de paredes aislantes, incluidos las puertas, el suelo y el techo, hecho que limita el intercambio de calor entre el interior y el exterior.
No pueden disminuir la temperatura de la carga y no garantizan una temperatura constante durante el transporte. Cuando se conectan a un suministro externo de frío si que pueden garantizar las condiciones de temperatura.
- Vehículo refrigerado: vehículo isoterma que, gracias a un sistema de refrigeración (hielo hídrico, con o sin sal; placas eutécticas; hielo carbónico, con o sin regulación de sublimación; gases licuados, con o sin regulación de evaporación) permite reducir la temperatura del interior de la caja vacía, y mantenerla después para una temperatura exterior media de 30°C. La temperatura a la que mantenga el frío dependerá de la clase del vehículo y la clase de refrigerante. El potencial de temperatura disminuye a medida que la cantidad de refrigerante disminuye.
- Vehículo frigorífico: vehículo isoterma que incorpora un sistema de refrigeración mecánico, individual o colectivo. Este vehículo dispone de los medios para disminuir la temperatura interior de la caja vacía y mantenerla de forma permanente a una temperatura exterior media de 30°C. La temperatura a la que mantenga el frío dependerá de la clase del vehículo.

Éstos se clasifican en modelos de velocidad variable (dependen del funcionamiento del motor del vehículo) y velocidad constante (constan de una fuente de alimentación independiente, que puede ser un motor eléctrico o de combustión interna).

- Vehículo calorífico: vehículo isoterma que incorpora un dispositivo de producción de calor. Este vehículo dispone de los medios para elevar la temperatura interior de la caja vacía y mantenerla después hasta doce horas sin necesidad de repostar, a un valor prácticamente constante y no inferior a 12°C. En función de la clase del vehículo se mantendrá la temperatura interior a una temperatura exterior dada.

6.1 Métodos de refrigeración

Existen varios métodos de refrigeración. En el transporte de mercancías predomina la refrigeración mecánica. Aunque, en menor medida, también se utilizan otros métodos como: el hielo, hielo y una sal inorgánica, hielo seco (dióxido de carbono en estado sólido) y sistemas criogénicos (normalmente nitrógeno, helio o argón).

6.1.1 Refrigeración por compresión mecánica

Se trata del método más extendido. Consiste en hacer circular un fluido (denominado refrigerante) a través de un circuito interno cerrado, aprovechando para refrigerar la energía durante la evaporación del mismo. En general, este sistema se compone de un compresor, un evaporador, una válvula de expansión y un condensador.

El compresor funciona gracias a la energía suministrada por un motor de combustión o un motor eléctrico (aporte de energía), y es dónde el fluido que se encuentra en estado gaseoso se comprime, con el consecuente incremento de temperatura. A continuación, el fluido se dirige al condensador, dónde pasa de estado gaseoso a estado líquido cediendo energía en forma calorífica. Más tarde circula a través de la válvula de expansión, dónde al expandirse, el fluido pasa de estado líquido a gaseoso. En este proceso el fluido, que está recorriendo el evaporador, absorbe mucha energía de su entorno, con la consiguiente disminución de la temperatura. Del evaporador, el fluido retorna al compresor para continuar con el ciclo.

Los sistemas de refrigeración por compresión mecánica están equipados con microprocesadores que sirven para controlar las temperaturas de descarga y retorno para así poder ajustar la demanda de refrigeración. Algunos de los microprocesadores pueden emitir ondas de radiofrecuencia para enviar la información que recogen de los termostatos.

6.1.2 Hielo

El hielo es el método refrigerante más sencillo. Puede mantener la temperatura entre 0° y 4°C. Se trata de un gran absorbente de calor que además favorece al mantenimiento de la humedad.

Los inconvenientes que supone su uso en el transporte de mercancías perecederas son el peso extra que supone, con la consecuente reducción de la carga útil a transportar, la dificultad de abastecerse de hielo durante un trayecto, la necesidad de utilizar materiales impermeables, el coste de hielo (en pequeñas cantidades puede resultar económico, pero a partir de grandes cantidades es caro en relación con otros

métodos de refrigeración), y el hecho de que algunos productos frescos pueden deteriorarse si entran en contacto directo con el hielo.

Es común utilizar hielo picado o semi-derretido encima de algunas cargas de hortalizas o pescados, normalmente en los palés o cajas. Esto es así, además de para conservar una temperatura baja, para mantener unos niveles altos de humedad. Este proceso se conoce como “*top-icing*”.

Mezcla de hielo con sales inorgánicas

Con este método se pueden obtener temperaturas de entre -10° y -40° C. La temperatura dependerá de la cantidad y el tipo de sal utilizada.

Mezcla	Temperatura (°C)
agua + cloruro de amonio (10:3)	-2
agua + nitrito de sodio (10:6)	-12
hielo + acetato de sodio (10:9)	-15
hielo + cloruro de sodio (3:1)	-20
hielo + nitrato de amonio (1:1)	-25
hielo + cloruro de potasio (1:1)	-30

Tabla 14. Temperatura obtenida en función de las proporciones de mezcla de hielo con una sal inorgánica.

Fuente: Página web Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico de la Universidad de Barcelona.

Hielo seco

También denominado nieve carbónica, es dióxido de carbono en estado sólido. Se puede presentar en forma de bloques o pequeñas pelotas. Cuando el CO_2 en estado sólido entra en contacto con el aire a temperatura ambiente pasa a estado gaseoso (sublima), sin dejar ningún residuo de humedad. El hielo seco alcanza una temperatura de hasta -78°C . Es habitual que algunos vehículos especializados en el transporte de alimentos congelados empleen el hielo seco como sistema de refrigeración.

6.1.2 Placas eutécticas

Este sistema permite pre-enfriar la caja dónde irá la mercancía. Mediante el uso de la corriente eléctrica se congela el líquido eutéctico (que acostumbra a ser una mezcla de dos componentes con un punto de solidificación mínimo) de las placas situadas en el interior del vehículo. La primera carga para congelar el líquido debe ser de 20 horas, pero las siguientes pueden ser de entre seis y ocho horas. La duración de la temperatura oscila entre 10 a 12 horas aproximadamente, con una media de 60 aperturas; es por ello que se acostumbra a utilizar para la distribución local. Los costes de mantenimiento son muy bajos, ya que no se necesitan muchas piezas para su implementación. Los productos que pueden ser

transportados en vehículos con este sistema pueden ser tanto congelados como frescos, dependiendo de la capacidad refrigeradora de las placas.

6.1.3 Refrigerantes criogénicos

Los líquidos criogénicos se encuentran en estado gaseoso, cuando están a temperatura ambiente y presión atmosférica, y en estado líquido, cuando se encuentran a temperaturas muy bajas y presiones muy elevadas. El proceso de evaporación es enormemente endotérmico, siendo capaz de enfriar casi instantáneamente cualquier objeto con el que entre en contacto. Si este proceso se produce al aire libre es capaz de condensar la humedad ambiental generando una especie de neblina muy característica. Habitualmente se usa como líquido criogénico el nitrógeno, el helio y el argón, y también puede emplearse el dióxido de carbono en estado líquido.

Algunos remolques de carretera utilizan sistemas de refrigeración criogénicos, especialmente en operaciones de transporte que implican menos de un día de trayecto, ya que no es posible abastecerse de líquidos con estas propiedades durante el trayecto. Una de las principales ventajas que presentan es el hecho de que no se requieren muchas piezas móviles (son las que sufren un mayor desgaste) en el sistema de refrigeración. Estos sistemas se emplean únicamente en el transporte de productos congelados.

El funcionamiento básico de este sistema consta de un tanque presurizado conectado a unos rociadores. Cuando el termostato lo requiere, envía una señal a un controlador que libera el refrigerante a través de los rociadores sobre el techo del contenedor. Al entrar en contacto con el aire, que se encuentra a temperatura ambiente, el líquido se convierte en gas de manera inmediata, absorbiendo el calor del entorno. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el termostato vuelve a enviar una señal al controlador para que cese el flujo de refrigerante. Otro posible sistema es hacer circular al líquido criogénico por un intercambiador de calor de placas. Cabe tener en cuenta que se necesitarán elementos de ventilación y de entrada de oxígeno debido a que la atmósfera que se produce al rociar directamente estos productos es rica en el líquido criogénico empleado. Es por ello que los operadores que deban manipular las mercancías tendrán que esperar a que se reponga el oxígeno antes de entrar. Por otro lado, este hecho puede ser beneficioso ya que se puede emplear para confeccionar atmósferas controladas, que como se explicará más adelante, pueden ayudar a preservar las características fisiológicas de los productos (color, olor, sabor y textura).

6.2 Tecnología del transporte multimodal de productos frescos

Los productos frescos irradian calor debido a su naturaleza orgánica, con la consiguiente degradación de sus propiedades. Como ya se ha explicado, los métodos de refrigeración se emplean para paliar dichos efectos y prolongar el tiempo de conservación de los alimentos.

Seguidamente, se explicarán los requisitos de la carga para determinar sus necesidades de refrigeración. También se mostrará cómo modificando las características psicrométricas de la atmósfera se puede detener o controlar la actividad fisiológica de los productos reduciendo así el deterioro progresivo y, consecuentemente, aumentando el tiempo de conservación. En este último principio es en el que se basan los sistemas de atmósfera controlada (AC).

Actualmente, el transporte de productos frescos se puede realizar en contenedores con control de temperatura y en contenedores que combinan el control de temperatura con el control de la atmósfera (AC). Existe una variante que consiste en empaquetar la carga con tecnología MAP (*Modified Atmosphere Packaging*) y transportarla en contenedores con control de temperatura.

6.2.1 Requisitos de la carga

Las frutas y los vegetales sufren los procesos de respiración, transpiración y condensación a lo largo de toda la cadena de frío. Además, algunos frutos pueden continuar madurando tras haber sido separados de su planta madre, son los frutos climatéricos.

- Climatéricos: se trata de frutos que maduran después de ser cosechados. Tienen una tasa respiratoria elevada y de producción de etileno, que alcanza su punto máximo en el pico climatérico, y, a continuación, desciende progresivamente. La ventaja fundamental radica en el hecho de que se puede cosechar hasta que alcancen un estado “verde-maduro”, permitiendo periodos de almacenamiento superiores.
- No climatéricos: se trata de frutos que no maduran después de ser cosechados. Es necesario que logren su madurez óptima antes de cortarlos de la planta madre, para que tenga unas propiedades de consumo agradables. Mantienen niveles bajos de respiración y producción de etileno. La exposición al etileno (una vez ha sido separado para su distribución) no favorece su maduración, sino que se incrementa el deterioro.

La respiración es el procedimiento mediante el cual la fruta absorbe oxígeno, y al reaccionar con los azúcares internos, produce dióxido de carbono y vapor de agua. Toda la reacción tiene un carácter exotérmico, por lo que se desprende calor. El conjunto de este proceso causa un deterioro progresivo debido a que implica un gasto del contenido nutricional en forma de calor.

La tasa de respiración no es la misma en todas las frutas, por lo general la tasa será menor en las frutas no climatéricas, y mayor en las climatéricas. Se entiende por tasa de respiración un valor que indica la rapidez con la cual se generan los cambios en la composición de un producto. Se determina por la tasa de producción de dióxido de carbono: peso de CO₂ producido por unidad de peso y tiempo [mgCO₂/Kg·h].

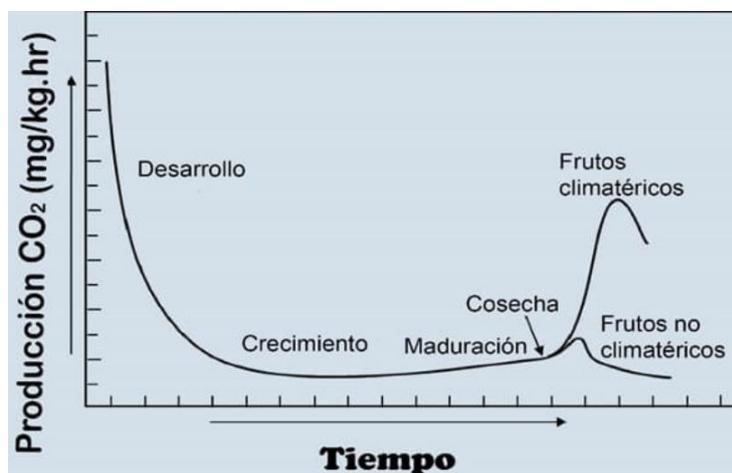


Ilustración 20. Gráfica de la tasa de respiración en relación con el tiempo. Fuente: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, Intagri S.C.

Climatéricos	No climatéricos
Manzana, Aguacate, Plátano, Arándano, Chirimoya, Higo, Kiwi, Mango, Melón, Papaya, Pera, Durazno, Ciruela, Albaricoque, Nectarina.	Cereza, Limón, Pepino, Dátil, Berenjena, Uva, Pimiento, Piña, Granada, Fresa, Sandía, Naranja, Mandarina, Pomelo.

Tabla 15. Clasificación de frutos en climatéricos y no climatéricos.

Por otra parte, las frutas liberan gas etileno de forma natural, que es la hormona de la maduración, y que influye en la carga de alrededor favoreciendo un incremento de la respiración del conjunto. El etileno en el ambiente, fomentará los procesos de respiración, y a su vez, la respiración, provocará indirectamente la liberación de etileno; todo ello causará un deterioro precoz de las frutas. La producción de etileno y de la tasa de respiración disminuye con la disminución de la temperatura. Otro modo de eliminar estos productos del aire es mediante la ventilación forzada o con el uso de filtros especiales (tanto de CO₂ como de etileno).

El proceso de transpiración, mediante el cual se exuda agua, también provocará una merma en la calidad del producto. Esto es fácil de evitar con unos valores adecuados de humedad. En general, se recomiendan humedades relativas altas en el transporte de frutas, de entre el 90 y el 95%. Esta cifra puede parecer elevada, pero hay que tener en cuenta que se trata de humedades relativas (humedad absoluta dividida por la humedad de saturación a una temperatura dada), por lo tanto, a bajas temperaturas, la cantidad de agua por cantidad de aire seco es menor que a altas temperaturas.

Asimismo, se debe suprimir el efecto del proceso de condensación. Este proceso es la acumulación de agua sobre la superficie del producto y se origina cuando la temperatura ambiente es superior a la temperatura de la fruta. Se debe eliminar esta agua ya que puede fomentar el desarrollo de hongos y microorganismos. Cuanto mayor es el gradiente de temperatura a lo largo del contenedor, mayores son las probabilidades de condensación. Es por ello que se requiere un reparto homogéneo del aire en el interior del contenedor.

6.2.2 Atmósferas Controladas y Atmósferas Modificadas

Tanto la respiración como la emisión de etileno se puede controlar mediante la modificación de la composición de la atmósfera. Por lo tanto, en los sistemas de atmósfera controlada (AC), el principal objetivo es la reducción de la actividad fisiológica de la mercancía para así poder conseguir un mayor tiempo de vida útil en el producto. Es decir, un control efectivo sobre dichas actividades derivará en una mayor preservación de las condiciones del producto (color, sabor, olor y textura).

Los valores normales de la composición del aire son: un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 0.03% de dióxido de carbono, el 0.97% restante está formado por otros gases. Se ha comprobado que altos porcentajes de CO₂ ocasionan daños en los productos frescos, alterando los sabores y colores. Por otro lado, una cantidad determinada de CO₂ puede detener el proceso de respiración, y, por lo tanto, el deterioro de la fruta.

La tecnología empleada en el control de las condiciones ambientales tiene dos variantes: la atmósfera controlada y la atmósfera modificada. La atmósfera controlada (AC) es aquella en la que la concentración de gases se corrige constantemente para mantener los niveles óptimos. Por el contrario, la atmósfera modificada es aquella en la que la concentración de gases óptima se modifica inicialmente, pero no se corrige constantemente durante el trayecto.

Es esencial que el sellado de puertas sea efectivo con tal de garantizar las concentraciones deseadas. Es por esta razón, en las atmósferas controladas se suele instalar una cortina de plástico sellado por la parte interior de las puertas. En cambio, en las atmósferas modificadas la carga en palés se sella en bolsas plásticas, de las cuales se expulsa el aire y, a continuación, se inyecta la cantidad de cada gas requerida. Es posible que estas AM necesiten ser recargadas durante el trayecto. El método de las atmósferas modificadas está muy extendido para el empaquetado individual de la carga (MAP, *Modified Atmosphere Packaging*).

Cualquier producto que se transporte en estos contenedores debe tener un embalaje adecuado, ya sea de un material poroso o de cajas provistas de orificios, para permitir que la atmósfera envuelva el producto. No tiene sentido transportar productos envasados MAP o productos congelados en contenedores AM o AC.

Beneficios potenciales:

- Aumento de la vida útil.
- Reduce la pérdida de agua y por lo tanto la pérdida de peso del producto.
- Permite recorrer distancias más largas ya que se alarga la vida útil.
- Representan una alternativa a los envases MAP (que son altamente contaminantes ya que implican el uso de más plásticos).
- Permiten la maduración de la fruta en el interior de los contenedores en caso necesario.
- Mejora general de la calidad, sabor, valor nutricional y aspecto de las frutas y vegetales, lo que se traduce en más ventas en pequeños comercios (venta *retail*).

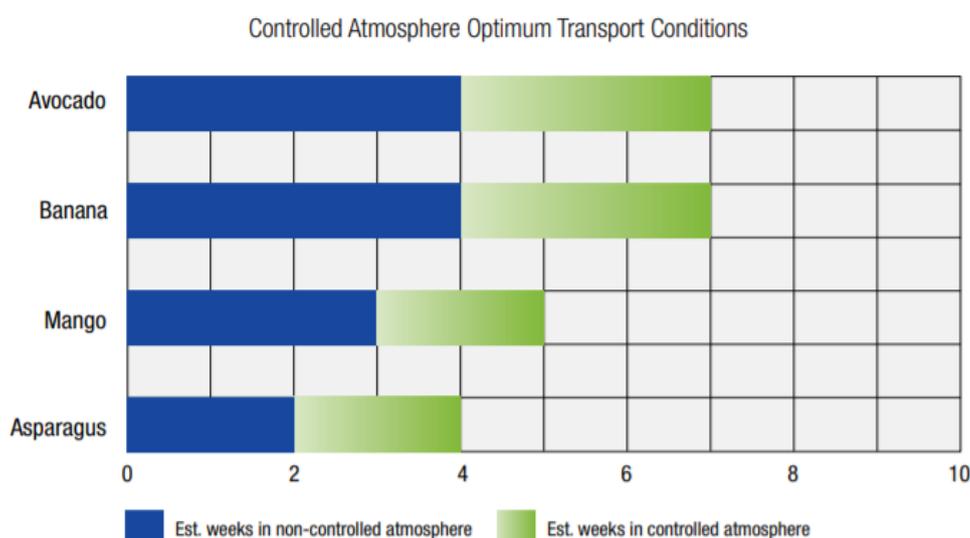


Ilustración 21. Gráfica de la duración de algunos frutos en atmósferas controladas. Fuente: Empresa Carrier

El control de la atmósfera se puede efectuar mediante medios pasivos o medios activos. Por un lado, los medios pasivos consisten en introducir la mercancía y dejar que respire de manera natural, sin permitir la salida de gases. De este modo, el contenido de gas adecuado se desarrollará por sí solo. Debido a que el oxígeno representa el 21% de aire que se respira, los valores de O_2 y CO_2 sumados siempre se mantendrán en el 21%. El resto de gases se mantendrán estables. Una vez se hayan alcanzado las concentraciones requeridas, se procederá al ajuste de los gases ya que tanto la falta de oxígeno como el exceso de CO_2 puede sofocar el producto. Este ajuste se puede realizar de diferentes modos. Uno de ellos puede ser mediante medidores de CO_2 que controlen de forma automática la apertura y cierre de la ventilación. Otro modo es mediante scrubbers o limpiadores de gas que eliminen el exceso de CO_2 a través de una membrana. Por otro lado, los medios activos consisten en introducir las concentraciones de gas deseadas y pueden utilizar los sistemas de membrana. Estos sistemas también pueden incluir filtros de etileno.

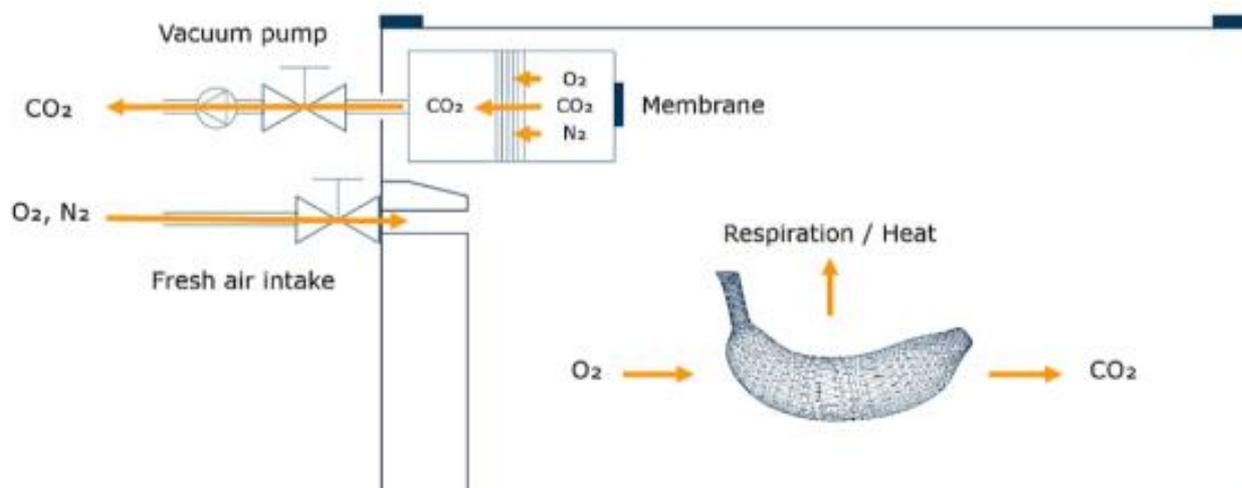


Ilustración 22. Esquema del funcionamiento de un sistema pasivo de atmósfera controlada con membrana.

Fuente: Empresa Maersk

En general, las atmósferas con alto contenido de N_2 no son dañinas para los productos alimenticios y las atmósferas de CO_2 ayudan a retardar el crecimiento de microbios en las carnes frescas y los productos cárnicos. El CO_2 retrasa la maduración de las frutas ya que evita que se desarrolle el proceso de respiración, también retrasa el crecimiento de mohos en bayas y cerezas. Por otra parte, el CO_2 puede producir el descoloramiento en algunas hortalizas. Es importante mencionar que dichos gases no dañan las mercancías congeladas pero que tampoco les afectan favorablemente. Cualquier gas en concentraciones elevadas puede ocasionar el descoloramiento y la alteración de los sabores en los productos.

Favorables	Desfavorables (por debajo del límite inferior tolerable)
<ul style="list-style-type: none"> • Frenado de la actividad respiratoria y del calor desprendido en la respiración. • Aumento en ciertos casos de la duración de la conservación. • Frenado de la maduración y de la degradación clorofílica. • Frenado del metabolismo de azúcares, proteínas, lípidos, ácidos, vitaminas, pectinas, etc. • Disminución de la síntesis de C_2H_4 y de compuestos aromáticos. • Disminución de algunos daños físicos (escaldadura blanda) y de senescencia. • Reducción en frutas de pepita de algunas alteraciones fúngicas. • A muy bajas concentraciones, menor desarrollo de algunos géneros fúngicos de alteración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maduración anormal. • Fermentación propia con alteración del sabor y aroma. • Sensibilización de los tejidos a los daños físicos y a elevadas concentraciones de CO_2 con desarrollo de pardeamientos y necrosis: pardeamientos superficiales e internos, corazón pardo. Formación de depresiones (picado) en la epidermis. Necrosis en los tejidos. • Desarrollo de alteraciones fúngicas en herida de tejidos dañados.

Tabla 16. Efectos del empobrecimiento de oxígeno en frutas y hortalizas. Fuente: Artículo Ospina Meneses at el. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. 2008

Favorables	Desfavorables (por debajo del límite inferior tolerable)
<ul style="list-style-type: none"> • Frenado de la actividad respiratoria y del calor desprendido en la respiración. • Frenado de la transpiración. • Aumento en ciertos casos de la duración de la conservación. • Disminución e incluso inhibición de la síntesis de C_2H_4 y retraso en la aparición del climaterio. • Frenado de los procesos de maduración: frenado del metabolismo de azúcares, proteínas, lípidos, ácidos, vitaminas, de la degradación de la clorofila, entre otros. • En concentraciones superiores al 15% ligera disminución del desarrollo de algunos hongos y de bacterias e insectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maduración anormal. • Producción de etanol, acetaldehídos y otros compuestos. • Calor anormal (degradación de antocianos). • Desarrollo de alteraciones específicas, como la mancha parda de la lechuga. • Sensibilización de los tejidos a los daños físicos: pardeamiento interno y superficial, corazón pardo, escaldadura, necrosis de los tejidos. Formación de cavernas. Decoloración de la pulpa. Desarrollo de textura harinosa. Pérdida de textura, ablandamiento y aspecto acuoso. Desarrollo de alteraciones fúngicas secundarias sobre tejidos dañados.

Tabla 17. Efectos del empobrecimiento de CO_2 en frutas y oxígeno, Efectos del empobrecimiento de oxígeno en frutas y hortalizas. Fuente: Artículo Ospina Meneses at el. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. 2008

6.2.3 Daños Causados por Congelación y Enfriamiento

Como se ha explicado, el calor de la respiración se elimina a medida que se disminuye la temperatura. No obstante, no es posible conservar todos los alimentos a bajas temperaturas, ya que algunos sufren

daños por bajas temperaturas, especialmente los de origen tropical y sub-tropical, como los plátanos, los aguacates, los mangos y las papayas.

Los daños por congelación se pueden producir por un error en el ajuste del termostato y que la temperatura sea demasiado baja, o debido a que la temperatura exterior del contenedor sea inferior a 0°C, en cuyo caso se deberá contar con sistemas de calefacción.

La congelación provoca el oscurecimiento de la carne fresca, el agrietamiento y cambios físicos en los huevos, y puede provocar cambios texturales en algunos quesos. Las frutas y verduras se ven afectadas a menudo por la congelación. El grado del daño varía según las características del producto y la gravedad de la congelación. Clasificación de algunos productos según su sensibilidad al daño causado por congelación:

Sensibilidad a la Congelación de Algunas Frutas y Vegetales

Más sensibles ¹	Moderadamente sensibles ²	Menos sensibles ³
Aguacates	Apio	Col de Bruselas
Ajies, dulces	Arándanos	Col rizada
Albaricoques	Brócoli	Colinabo
Bananas	Calabaza (auyama) de invierno	Dátiles
Batatas	Cebollas (secas)	Nabo
Bayas (exceptuando arándanos)	Coliflor	Nabos suecos
Berenjenas	Espinacas	Pastinaca (chirivía)
Calabaza (auyama) de verano	Manzanas	Remolachas
Ciruelas	Naranjas	Repollo (viejo)
Espárragos	Peras	Salsifi
Judías	Perejil	
Lechuga	Rábanos	
Limas	Repollo (nuevo)	
Limonas	Toronja	
Melocotones (Duraznos)	Uvas	
Molondrones	Zanahorias	
Papas		
Pepinos		
Tomates		

1 Productos que pueden sufrir daños por congelamiento ligero
 2 Productos que se pueden recuperar después de uno o dos congelamientos ligeros
 3 Productos que pueden ser congelados varios veces sin sufrir daños sustanciales

Tabla 18. Sensibilidad a la congelación de algunas frutas y vegetales. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

El enfriamiento es el daño causado por una temperatura menor a la recomendada. Las frutas y verduras son más propensas al enfriamiento y manifiestan sus síntomas con picaduras, descoloramiento y manchas, sabores alterados, y deterioro fisiológico general. Por ejemplo, los plátanos se ennegrecen cuando están expuestas a temperaturas frías durante algunas horas. Clasificación de productos frescos susceptibles a daños causados por enfriamiento cuando estos son mantenidos en temperaturas por debajo de las recomendadas durante tránsito o almacenamiento:

Producto	Temperatura Segura °C	Producto	Temperatura Segura °C
Aguacates:		Melones:	
Variedades que toleran el frío	4.4	Cantalupos	2.2
Variedades que no toleran el frío (Antillas Occidentales)	12.8	Honeydew, Casaba, Crenshaw, y Persa	7.2
Ajies (dulces)	7.2	Sandías	4.4
Bananas	12.8	Molondrones	7.2
Batatas	12.8	Naranjas (cultivadas en California y Arizona)	3.3
Berenjenas	7.2	Papas:	
Calabazas y auyamas de corteza dura	10.0	Para la mesa	3.3
Judías	7.2	Para hojuelas	10.0
Limas	7.5	Papayas	7.2
Limones	10.0	Pepinos	7.2
Mangos:		Piñas:	
Variedades Irwin y Zill	10.0	Maduras-verdes	10.0
Variedades Haden y Kein	12.8	Maduras	7.2
		Tomates:	
		Maduros-verdes	12.8
		Rosados	7.2

Tabla 19. Temperaturas seguras de almacenamiento. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Métodos de reducción de las pérdidas por congelación o enfriamiento:

- Reducir el nivel de contacto de la superficie del producto con el suelo y las paredes;
- Circular aire caliente por el interior de la carga. La mayoría de los equipos cuentan con un ciclo de calentamiento en la unidad de refrigeración.

6.2.4 Compatibilidad de Cargas Mixtas

Algunos de los envíos pueden ser de dos o más productos diferentes. Existen cinco factores principales a considerar para conocer si los productos a transportar serán compatibles o no:

1. temperatura requerida,
2. humedad relativa requerida,
3. emisión de gases fisiológicamente activos como el etileno,
4. características para absorber olores, y
5. requisitos de la atmósfera modificada.

Los dos primeros factores, temperatura y humedad relativa, deben ser lo suficientemente similares para poder transportar más de un producto fresco en el mismo contenedor. Más adelante se explicará la posibilidad de efectuar transporte multi-temperatura, pero esta modalidad únicamente se puede considerar transportando cada producto en un compartimento estanco.

Como se ha explicado anteriormente, existen frutas que desprenden grandes cantidades de etileno, cosa que, en el mejor de los casos, provoca la maduración de otras frutas, y, en el peor de los casos, provoca el deterioro precoz de las frutas. Es por este motivo que no se deben transportar productos sensibles al etileno con productos que emitan gran cantidad de etileno. Cuanto más baja sea la temperatura, menor será la producción de etileno.

Hay productos frescos que tienden a absorber los olores y hay productos frescos que tienden a desprender olores. Por lo tanto, no se deben mezclar nunca dichos productos. Los olores despedidos por las manzanas, cítricos, cebollas, piñas y pescados son absorbidos fácilmente por los productos lácteos, huevos, carnes y nueces. Algunos productos, tales como las manzanas, son capaces tanto de producir

como de absorber olores. En general, los productos alimenticios de naturaleza grasienta o aceitosa, como la mantequilla, la margarina y la carne, son altamente susceptibles a la contaminación por los olores fuertes. Las combinaciones que deben evitarse son manzanas o peras con apio, repollo, zanahorias, patatas o cebollas; apio con cebollas o zanahorias; y frutas cítricas con cualquier vegetal de mucho olor. Las manzanas y peras pueden adquirir un sabor y olor a tierra al ser transportados conjuntamente con patatas.

En relación a la composición de la atmósfera, ya se ha comentado previamente que una mayor cantidad de gas CO₂ puede retrasar la maduración en algunos productos, sin embargo, puede producir el descoloramiento en otros. Es por este motivo que se deben transportar productos con las mismas reacciones a una composición alternativa de la atmósfera.

En el Anexo B “Recomendaciones de transporte según la carga” se muestran algunos ejemplos de grupos de carga compatibles y sus necesidades ambientales.

6.2.5 Información necesaria sobre el producto fresco

Para definir los aspectos clave en el transporte de cada tipo de producto fresco se necesitan los datos que caracterizan su actividad fisiológica y las recomendaciones de almacenamiento y conservación. En el caso de las frutas y vegetales, la actividad fisiológica vendrá regida por la tasa de respiración, la cantidad de emisión de etileno y la sensibilidad a éste.

Por otro lado, las recomendaciones de temperatura, humedad relativa y punto de congelación más elevado indicarán los aspectos que se deben regular del equipo de refrigeración. Si además se cuenta con un contenedor con equipo de atmósfera controlada, se deberá indicar la concentración adecuada de cada gas de esta nueva atmósfera.

Para determinar si el equipo de refrigeración tiene la capacidad suficiente para mantener los requisitos comentados a lo largo del trayecto será necesario disponer de los datos de calor específico de la mercancía.

En el Anexo B “Recomendaciones de transporte según la carga” se muestran datos sobre los requerimientos ambientales durante el transporte y durante su almacenamiento.

6.3 Tecnología empleada

El transporte intermodal de productos frescos se efectúa en contenedores frigoríficos integrales, también denominados *reefers*. Como se ha explicado anteriormente, éstos cuentan con un equipo de producción de frío individual (dependiente o independiente) o colectivo.

Incluye sistemas de ventilación, cuyo objetivo es homogeneizar las condiciones ambientales del interior del contenedor. También pueden incluir elementos de renovación del aire, principalmente para eliminar los gases de los procesos fisiológicos de la mercancía; si se controla la producción de dichos gases se conseguirá un ahorro energético ya que la necesidad de renovación del aire será menor.

Es necesario limitar la velocidad del aire en el interior, ya que puede provocar el aumento de la temperatura, así como efectuar una correcta distribución de la carga. La circulación del aire debe adaptarse a las características del producto y repartirse equilibradamente por todo el espacio.

Normalmente, las características técnicas sobre la capacidad de la unidad de refrigeración y el aislamiento se encuentran en una placa en el exterior del contenedor. También, pueden incluir especificaciones técnicas de otros elementos incluidos en el sistema de refrigeración, como los grosores del aislamiento, los mamparos o los conductos del aire.

6.3.1 Diseño y Construcción de Contenedores

Aislamiento

El aislamiento se mide gracias al denominado Factor U, que es el coeficiente de transferencia de calor. Cuanto menor es el factor U, mejor es la capacidad de aislamiento del material. La normativa establece que el coeficiente de transmisión en los vehículos refrigerados no debe superar los $0.4 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$.

El material más empleado para aislar son las espumas plásticas, que se pueden instalar a posteriori o in situ ("espumado en el lugar"), esta última opción confiere la ventaja de que así se pueden sellar pequeñas fisuras y grietas de la pared. Estas espumas, que tienen un factor U muy bajo, son ligeras, impermeables y no corrosivas.

La capacidad de aislamiento aumenta si se combina con una pared formada por una superficie exterior pulida que refleje la radiación externa. Para esta función se acostumbra a utilizar metales, como el acero o el aluminio, o pinturas. Cabe mencionar que el efecto reflectante pierde su capacidad si la superficie del mismo está sucia. Además, para que el aislamiento cumpla su cometido, no debe producirse ninguna filtración del exterior, para lo cual los sellos de las puertas deben ser correctamente instalados y mantenidos.

Sistemas de Circulación del Aire

Estos sistemas ayudan a eliminar el calor filtrado, el de la propia carga, y a tener una repartición equilibrada de las temperaturas a lo largo del contenedor. Existen dos métodos principales: por la parte superior (*top-air delivery*) o por la parte inferior (*bottom-air delivery*), este último es muy frecuente en los contenedores de uso intermodal y marítimos.

Top-air delivery

Este sistema utiliza altas velocidades y bajas presiones para efectuar todo el recorrido en el interior del contenedor. Se fuerza al aire a circular de arriba hacia abajo. El aire sale de la unidad de refrigeración por el techo de la parte frontal, se mueve por encima de la carga, se dirige hacia abajo por los laterales y por la parte trasera, y finalmente retorna a la unidad de refrigeración por la parte frontal.

Los caminos de circulación del aire no deben tener ninguna obstrucción. Por ello, se debe tener especial cuidado al cargar la mercancía. Para los productos que respiran, como las frutas y vegetales, se necesitan además espacios para que el aire pueda pasar por la parte interna de la carga y así eliminar el calor de respiración.

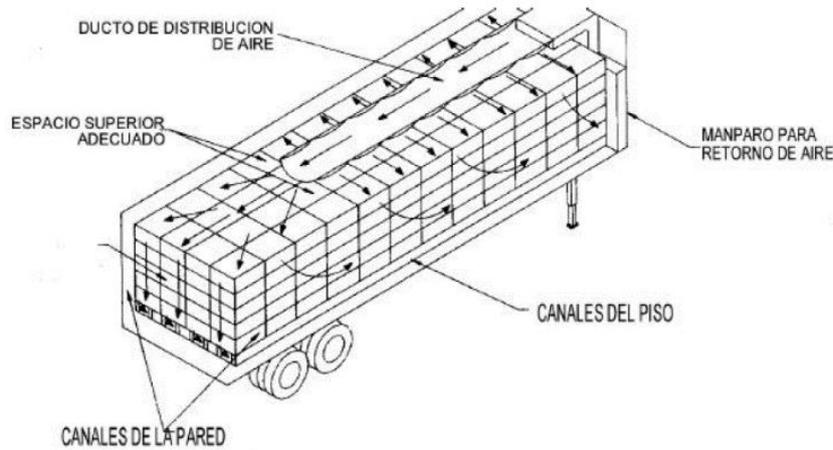


Ilustración 23. Contenedor refrigerado con sistema top-air delivery. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

En los contenedores con entrega desde arriba, la circulación del aire y posterior control de temperaturas de carga son mejoradas por las siguientes características de construcción:

- Conductos en el techo para dirigir el aire desde el ventilador hasta el fondo del contenedor. Se debe proveer un flujo de aire mínimo de 1548 cm^2 de área de sección transversal desde el frente del vehículo hasta un punto de 3 a 5 m desde el fondo. Deben proveerse dispositivos de escape de aire (excepto en los primeros 3 m de largo). Es necesario un indicador que informe sobre el nivel de altura máxima de la carga, normalmente se pinta una línea.
- Canales verticales dentro de las puertas traseras y sistemas para apuntalar la mercancía. El objetivo de estos sistemas es prevenir la obstrucción del aire en caso de que se caiga o se mueva la mercancía.
- Suelos altos para permitir una circulación de aire por debajo de la carga. Se necesitan aproximadamente $1,548 \text{ cm}^2$ de espacio de retorno de aire para que el abanico de refrigeración del contenedor promedio funcione al 100 por ciento de capacidad. Si el espacio habilitado para la circulación del aire bajo la carga no es suficiente, el producto se deberá cargar sobre palés que lo mantengan elevado.
- Paredes laterales con espaciadores de mínimo 3 cm de espesor con el objetivo de permitir que el flujo de aire superior baje por los lados de la carga.
- Un mamparo en la parte delantera diseñado para permitir que el aire retorne a la unidad de refrigeración. Si la circulación de aire está bloqueada, el ventilador podrá girar, pero no conseguirá mover el aire. Por este motivo, se recomienda instalar un mamparo a un mínimo de 8 cm de la pared delantera, con un mínimo de 15 cm entre el suelo y la parte inferior del mamparo, y con un espacio abierto suficiente en la parte superior de 196 a 323 cm^2 .

Bottom-air delivery

Este sistema utiliza bajas velocidades y altas presiones para efectuar todo el recorrido en el interior del contenedor. Se fuerza el aire a circular de abajo hacia arriba. Primero, el aire es forzado hacia abajo por el mamparo delantero, y circula por debajo de la carga, gracias a la forma acanalada del suelo, a continuación, sube verticalmente por las paredes y la carga. El aire vuelve a la unidad de refrigeración por encima de la carga y a través de la parte superior del mamparo.

La mercancía se tiene que situar bien ajustada al suelo, y cubrir toda la superficie de mismo. Así se mantiene una alta presión del aire debajo de la carga.

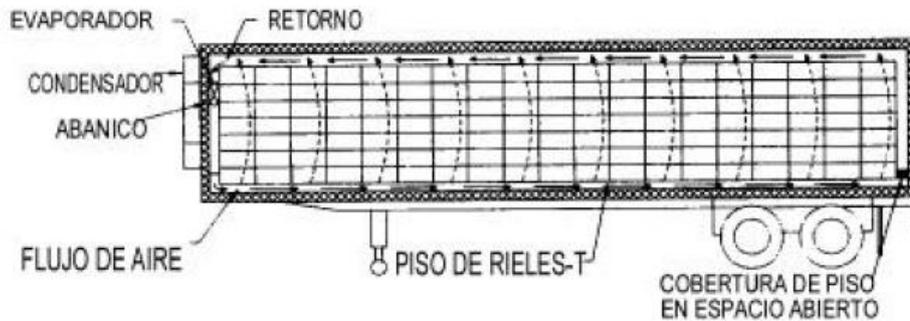


Ilustración 24. Contenedor refrigerado con sistema bottom-air delivery. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

En el transporte de los productos frescos el aire frío debe circular por toda la carga, ya que se debe eliminar el calor generado por el propio producto. Existen varias formas de dirigir el aire frío por el interior de la mercancía, principalmente en función de la estiba. A continuación, se muestran algunos ejemplos suministrados por la empresa Hamburg Süd:

- 1) Estiba genérica: Frutas y vegetales almacenados cajas en palés

El aire siempre fluye por el camino que menos resistencia opone. Por lo tanto, se debe cubrir toda la superficie del suelo para asegurar que el aire a temperatura controlada pasa por debajo y a través de la carga y las cajas o palés deberán estar provistos de orificios. Si esto no fuese posible, se debe cubrir el suelo con algún material, como cartón.

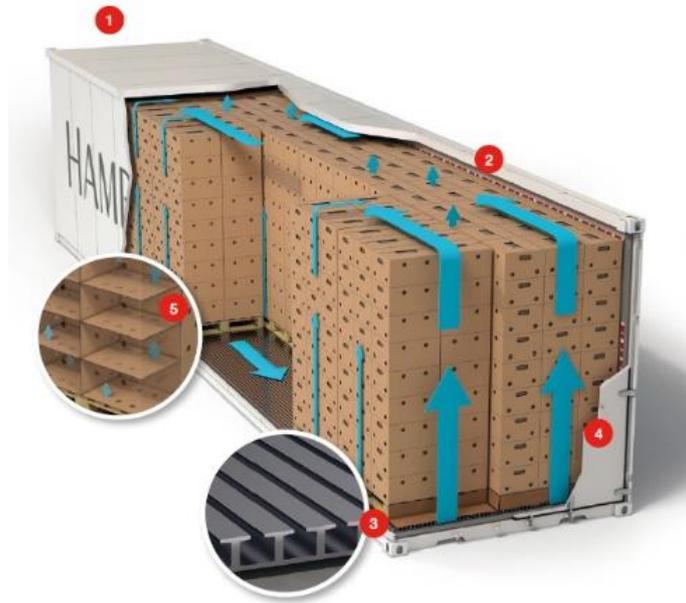


Ilustración 25. Ejemplo de estiba genérica: Frutas y vegetales almacenados cajas en palés. Fuente: Empresa Hamburg Süd

1. Unidad de refrigeración.
2. Altura máxima de la carga, no debe ser superada con el fin de garantizar la circulación del aire.
3. Suelo en forma de T.
4. Puertas del contenedor
5. Flujo de aire.

2) Método específico usado en el transporte de plátanos

A diferencia del caso anterior, en el que se cubría con un cartón la pequeña porción de suelo entre la puerta y la carga, para el transporte de plátanos es recomendable utilizar un rectángulo de espuma en la parte superior que separa la puerta de la carga. De este modo, se obliga al aire a entrar por las cajas.



Ilustración 26. Ejemplo de estiba de plátanos. Fuente: Empresa Hamburg Süd

- 3) Circulación recomendada para el transporte de carne fresca

La carne se debe apilar por capas de forma que queden “corredores” por el interior.

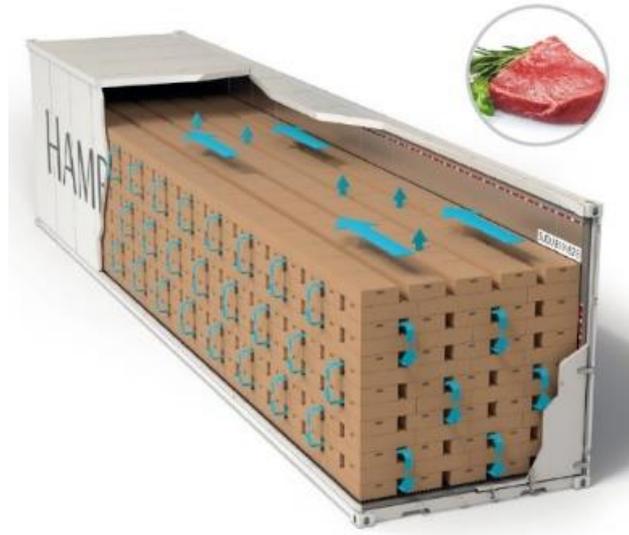


Ilustración 27. Ejemplo de estiba de carne fresca. Fuente: Empresa Hamburg Süd

Contenedores multi-temperatura

Existen contenedores con capacidad de ofrecer un servicio multi-temperatura para cuando se transporten productos con necesidades térmicas diferentes. De este modo, se divide el interior de los contenedores en tres zonas: la primera para alimentos congelados a una temperatura de -18°C o inferior, la segunda para alimentos refrigerados a una temperatura de aproximadamente 2°C , y la tercera para productos sensibles al frío a una temperatura de aproximadamente 10°C .

Esta división por zonas se puede efectuar mediante mamparos y cada zona con un serpentín evaporador para cada compartimento. Cada evaporador proviene de la misma unidad refrigeradora pero cada uno opera a una temperatura independiente.

El refrigerante CO_2 líquido es altamente eficiente para los sistemas de transporte multi-temperatura. Presentan la ventaja de que el sistema enfría rápidamente pese a abrir a menudo las puertas del contenedor. Esto es especialmente importante para proteger la calidad de los alimentos congelados.

Componentes y funciones del contenedor

La mayoría de contenedores refrigerados del mercado son de acero y aluminio y cuentan con compresores scroll, debido a su tamaño y peso reducidos. El hecho de que conste de pocas piezas móviles y no disponga de válvulas internas de aspiración y descarga propicia que el compresor sea más silencioso y fácil de mantener.

Para realizar el ajuste de temperatura cuentan con un termostato en la entrada de suministro de aire al contenedor. Aunque también pueden incluir un sensor de temperatura en el retorno de aire para calcular la diferencia. Asimismo, incluyen grabadoras de registro de datos de temperatura.

Para efectuar una correcta ventilación de aire entre el interior y el exterior del contenedor se dispone de pequeñas aberturas (respiraderos). Este sistema se debe utilizar únicamente para el transporte de productos frescos con una atmósfera estándar. Durante el transporte de productos congelados o con sistemas de AC o AM deben ir completamente cerradas. Debido a la falta de estandarización en el tipo de ranuras empleadas para ventilar, no es recomendable efectuar medidas de ventilación en términos de porcentajes, que podrían conducir a malentendidos, sino en cbm/h (metros cúbicos a la hora).



Los contenedores de Hamburg Süd pueden ventilar un volumen de aire a la hora dentro de un rango de entre 0 y 285 cbm/h.

Ilustración 28. Apertura de ventilación de un contenedor refrigerado. Fuente: Hamburg Süd

Para el control de humedad se dispone de drenajes automatizados y de sistemas de deshumidificación. Es importante mantener una humedad relativa adecuada tanto por los requerimientos de la carga como para asegurar un buen mantenimiento de los equipos. La humedad del aire puede condensarse debido a las diferencias de temperatura. Si ésta se condensa en el interior del evaporador puede llegar a congelarse, en el caso de que la temperatura del evaporador sea inferior a 0°C. Por ello, los sistemas de refrigeración cuentan con funciones de des-escarchado (normalmente utilizando resistencias eléctricas). En caso de que no se disponga de tal función se deben realizar intervalos de descongelación. Los contenedores que transporten productos frescos deben revisarse cada 12 horas, y los que transporten productos frescos que se deban ventilar deben revisarse cada 6 horas.

Algunas empresas de alquiler de contenedores refrigerados disponen de servicios PTI (pre-trip inspections). Se trata de la revisión que efectúan los técnicos antes de entregar el contenedor al cliente. De este modo se asegura que solo los contenedores en perfectas condiciones, limpios y sin daños visibles y con el sistema de refrigeración completamente operativo. Esta revisión PTI también se puede efectuar por control remoto con un programa que evalúa y diagnostica las funciones del sistema de refrigeración.

El refrigerante empleado en el equipo debe ser el adecuado, es decir, para el cual esté diseñado la instalación. No se deben utilizar refrigerantes falsificados ni de origen dudoso. Se cree importante remarcar este hecho ya que en el año 2011 se produjeron numerosos daños en estas unidades. Inicialmente, unos dos mil contenedores fueron bloqueados durante una PTI en Vietnam. Se detectó la presencia de R40 en el circuito de refrigeración. Este refrigerante reaccionó con el aluminio presente en los compresores, originando un compuesto químico llamado TMA, que es altamente explosivo en contacto con el oxígeno. Debido a este hecho se implementaron medidas para realizar más

inspecciones. Este hecho fue causado principalmente por el uso de refrigerantes falsificados, detectándose en algunos casos la compra por internet.

6.3.2 Estimación del calor en el interior del contenedor

Cálculos para determinar si la capacidad de refrigeración es adecuada para la mercancía. Si la carga calorífica estimada es superior a la capacidad refrigeradora indicada, el producto en cuestión no se podrá transportar en ese contenedor o vehículo.

La carga calorífica viene definida básicamente por estos tres factores:

- Calor del producto (Hf)
- Calor de respiración (Hr)
- Calor filtrado (Hl) por las paredes del contenedor

Se suman estos tres factores para obtener el número total de energía calorífica que debe ser absorbido por el sistema de refrigeración. Normalmente, la unidad en la que se suministra este valor es en *British Thermal Unit* [BTU], también es común en kilovatio hora [kW·h], aunque como se trata de unidades de energía se podría dar en Joules o calorías.

Calor del producto (Hf): es la cantidad de calor que tiene que ser eliminado del producto y los contenedores antes de alcanzar la temperatura deseada. Normalmente, la mayoría de productos no han sido pre-enfriados ni tampoco se ha pre-enfriado el espacio de carga (tal y como se recomienda), este calor adicional debe ser eliminado. Los equipos de refrigeración suelen contar con capacidad de reserva para asumir esta carga. La carga calorífica del producto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_f = Ca.Es. \times P \times DT = BTU,$$

Ecuación 5. Cálculo de la carga calorífica del producto a transportar.

Dónde

- Ca.Es. es el calor específico del producto.
- P es el peso del producto en toneladas.
- DT es la diferencia de temperatura.

La carga calorífica emitida por el propio contenedor se calcula mediante la ecuación anterior pero con los datos del calor específico del contenedor y el peso del contenedor.

El calor de respiración (Hr) está tabulado para cada producto. Estas tablas acostumbran a dar información de la cantidad de calor generado por una tonelada de producto en 24 horas a diferentes temperaturas. De todos modos, se puede calcular manualmente mediante la siguiente ecuación:

$$H_r = T.R. \cdot t \cdot P$$

Ecuación 6. Cálculo del calor producido a causa del proceso de respiración.

Dónde

- T.R. es la tasa de respiración a la temperatura media de transporte.
- t es el tiempo en horas.

- P es el peso en toneladas del producto

La carga calorífica debida a la filtración del calor (HI) por el cuerpo del contenedor se estima a través de la siguiente ecuación:

$$HI = U_a \cdot DT \cdot t$$

Ecuación 7. Cálculo del calor filtrado en el interior del contenedor.

Dónde:

- U_a : es el coeficiente de transferencia de calor del cuerpo del contenedor;
- DT : es el diferencial de temperatura entre el ajuste del termostato y el promedio de la temperatura externa esperada; y
- Tiempo: es la cantidad de horas que el producto estará dentro del vehículo.

El factor U_a se determina en función de muchas variables como tipo y espesor del aislamiento, filtración del aire en el contenedor, diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del contenedor, entre otras. Debido a la complicación de su cálculo muchos fabricantes proporcionan este factor de manera aproximada. No obstante, si no se dispone del factor U_a , se puede tomar el siguiente factor estimado:

- $U_a = 140 \text{ BTU}/^\circ\text{F}/\text{hora}$; para un contenedor de 40 pies (12 metros) con un aislamiento de espuma plástica en las paredes laterales de 2.5 pulgadas (6.35 cm).
- $U_a = 180 \text{ BTU}/^\circ\text{F}/\text{hora}$; para un contenedor que lleva más de tres años en servicio, ya que en este factor está incluido el desgaste temporal en el aislamiento y los sellos de las puertas.

6.4 Datos técnicos de las unidades de refrigeración de los contenedores

Como se ha explicado anteriormente, la normativa ISO 1496-2 establece los requisitos de voltaje y frecuencia para los contenedores y los divide en tipo 1 y tipo 2. Cabe decir que existen contenedores equipados con sistemas de voltaje dual que pueden operar en ambas redes. Básicamente, estos contenedores llevan instalado un transformador que convierte el voltaje a los requerimientos de su propio sistema. Los contenedores con un sistema de voltaje dual pesan más, ya que incluyen el peso del transformador. Como solución se utilizan transformadores móviles utilizados principalmente en las terminales y zonas ZAL.

Actualmente, la mayoría de fabricantes proporcionan sistemas refrigeración diseñados para soportar temperaturas exteriores de entre -40°C y 50°C ; pese a que ningún estándar ni norma refleja dicha necesidad. Los equipos deben soportar estas temperaturas extremas y funcionar con normalidad antes de superar dicho límite. Además, todos los componentes están correctamente protegidos de la lluvia y de la humedad.

6.4.1 Consumo de electricidad real de un contenedor refrigerado

El consumo oscilará principalmente en función de la temperatura exterior del contenedor y la temperatura interior requerida. Los valores suministrados por los proveedores en cuanto al consumo suelen referirse a una temperatura ambiente exterior fija teniendo en cuenta variaciones de la temperatura interior deseada. Normalmente, cuanto más elevada debe ser la temperatura interna, mayor será el consumo de potencia junto con la capacidad de refrigeración necesaria. Puede parecer

extraño pero este hecho es debido a que a temperaturas “superiores” el contenedor debe asumir las pérdidas de refrigeración por la ventilación y la entrada de aire ambiente, lo que se traduce en un incremento de la demanda energética.

Actualmente en el mercado hay una amplia gama de contenedores refrigerados integrales. Pese a ello es difícil obtener los datos técnicos de las condiciones de operación. Como ejemplo se muestran a continuación los datos de dos contenedores refrigerados integrales, ambos usan el mismo refrigerante (R 134a).

Contenedor Star Cool Integrated de la empresa Maersk:

Star Cool			
Refrigerant	4.5 kg HFC-R134a		
Power supply	3 phase, 350/500 Volt, 50/60 Hz		
Noise	Less than 75 dB(A) in 250 Hz band		
Cooling capacity at 37.8° C (100° F) ambient			
+1.7 C (35F)	11,500 watt	9,890 kcal/h	(39,250 BTU/H)
-18 C (0F)	6,500 watt	5,590 kcal/h	(22,180 BTU/H)
-29 C (-20F)	4,000 watt	3,440 kcal/h	(13,650 BTU/H)

Tabla 20. Datos técnicos del contenedor Star Cool Integrated. Fuente: Empresa Maersk

Contenedor PrimeLine de la empresa Carrier:

Cooling Capacity: Ambient @ 38°C (100°F) with Exclusive HFC-134a Digital Scroll Compressor

Temperature	Watts	Btu/hr
2°C (35°F)	12,000	40,900
-18°C (0°F)	6,600	22,500
-29°C (-20°F)	4,400	15,000

Tabla 21. Datos técnicos del contenedor PrimeLine. Fuente: Empresa Carrier

Como se puede observar, ambos contenedores tienen unas condiciones de trabajo muy similares, por no decir idénticas.

Cabe añadir que para cargas congeladas el sistema de refrigeración funciona alternando los modos apagado y encendido, mientras que para cargas de productos frescos el sistema de refrigeración se mantiene encendido.

6.4.2 Suministro eléctrico

Los contenedores se pueden conectar directamente a la red eléctrica o se les puede colocar un grupo electrógeno independiente, comúnmente llamado *genset*. Cuando están situados en terminales o a bordo de un buque se suelen acoplar a la red. En cambio, cuando se transportan mediante carretera se les añade el generador diésel. Para el transporte por vía ferroviaria se había intentado suministrar energía a través de la propia red de la infraestructura, pero ello causaba muchos problemas, especialmente a los contenedores de 40'. Es por este motivo que si el transporte se efectúa mediante tren es recomendable utilizar dispositivos *gensets*.

Pese a que el consumo energético requerido por las unidades de refrigeración es de alrededor de los 12 kW, la mayoría de *gensets* disponibles en el mercado están dimensionados para ofrecer una potencia máxima de 15 kW, que es el límite establecido por la normativa ISO 1496-2. Este sobredimensionamiento ayuda a sopesar la sobrecarga del sistema en el caso de que la carga no se haya pre-enfriado adecuadamente.

Es importante mencionar que algunos ferrocarriles disponen de un vagón con un grupo electrógeno de mayor capacidad para alimentar simultáneamente a más de un contenedor refrigerado. También en los buques se pueden situar grupos electrógenos móviles en la cubierta, en lugar de ir conectados a la red. Esta situación se puede producir si aumenta la demanda de transporte refrigerado y la planta propulsora del buque no es capaz de suministrar toda la potencia requerida.

En el mercado se dispone de una gran variedad de *gensets*, aunque todos son bastante similares. Éstos pueden ir situados en el propio contenedor refrigerado (*clip-on*) o debajo de los remolques (*undermount*). Por un lado, los *clip-on* se instalan en la esquina superior del contenedor mediante sujetadores de rápida conexión o clavijas. Debido a que acompaña al propio contenedor es especialmente útil para los viajes por ferrocarril y para el apilado doble de contenedores. Por otro lado, los *undermount* se instalan debajo del chasis, o bien entre las vigas o bien a un lado de éste. Cualquiera de las dos configuraciones confiere una distribución de peso equilibrado y distancia al suelo.

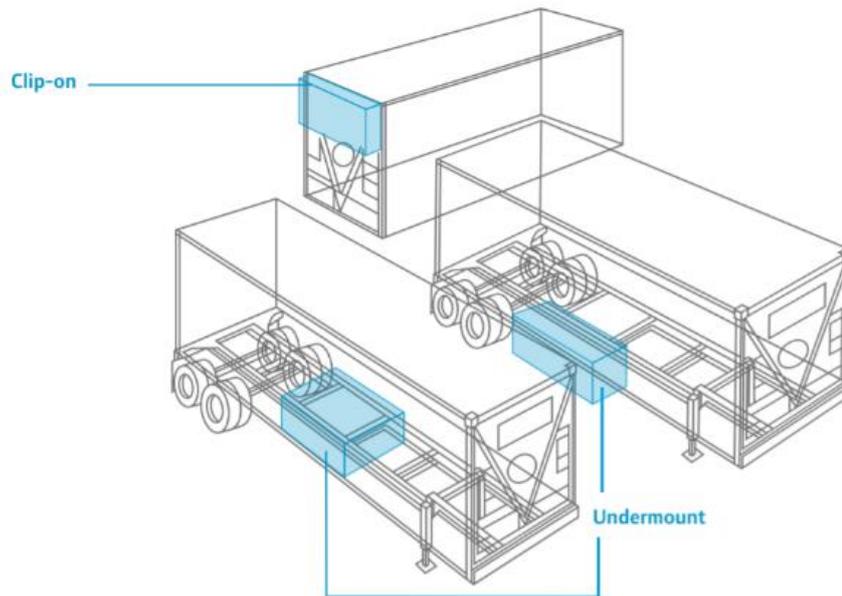


Tabla 22. Colocación de las unidades independientes de grupos electrógenos. Fuente: Empresa Thermo King

A continuación, se muestran los datos técnicos suministrados por la empresa Carrier:



- V2203-DI 4-cylinder, water-cooled, 2.2-liter direct-injection 32 HP/23.9 KW diesel engine which meets EPA Tier 4 interim standard (unit only for export outside the US).*
- Nominal 15 kW brushless, self-regulated generator, 460V output.
- 130-gallon (492-liter) fuel tank built into all-steel frame.

Ilustración 29. Imagen del modelo POWERLINE® RG15 TIER 4 INTERIM. Fuente: Empresa Carrier



- V2203-DI 4-cylinder, water-cooled, 2.2-liter direct-injection 32 HP/23.9 KW diesel engine which meets EPA Tier 4 interim standard (unit only for export outside the US).*
- Nominal 15 kW brushless, self-regulated generator, 460V output.
- All-steel fabricated frame with standard 4 point mounting or quick clamps system for easy attachment/ detachment from chassis.
- Frame and sheet metal components powder-coated for durability and superior corrosion protection.
- 50, 68, 80 gallon fuel tank options.

Ilustración 30. Imagen del modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM. Fuente: Empresa Carrier

6.4.3 Cálculo de la autonomía de un genset

Se puede calcular de manera aproximada la autonomía de estos gensets sabiendo la capacidad del tanque de combustible ($V. Tk$) y el consumo específico del motor ($C.E.$), ya que:

$$\text{tiempo mínimo de funcionamiento [h]} = \frac{V. Tk [L]}{C.E. [L/h]}$$

Ecuación 8. Cálculo de la autonomía de un grupo electrógeno en función de la capacidad del tanque de combustible y el consumo específico del motor.

A continuación, se muestra un ejemplo de la autonomía que podría presentar un contenedor refrigerado con un *genset* instalado. Puesto que la empresa Carrier no proporciona los datos de consumo de combustible y los datos de consumo para un motor de 15 kW serán muy similares, se ha decidido recurrir a los datos técnicos ofrecidos por la empresa Solé Diesel para un grupo electrógeno de dichas características.

Datos de consumo para el grupo electrógeno modelo 20 GTA/GTAC trifásico de la empresa Solé Diesel:

Grupo electrógeno modelo 20 GTA/GTAC trifásico de la empresa Solé Diesel	
Datos generales	
Potencia máxima [kW]	15,6
Tensión [V]	480/277
Frecuencia [Hz]	60
Consumo de combustible [L/h]	
25%	2,2
50%	3
75%	4,1
100%	5,4

Tabla 23. Datos técnicos de un grupo electrógeno. Fuente: Empresa Solé Diésel

Tomando los datos del contenedor Primeline de la empresa Carrier y el volumen del tanque del modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier que ofrece la posibilidad de elegir entre tres opciones el volumen del tanque de combustible, se obtiene:

Grupo electrógeno modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier	
Datos generales	
Potencia máxima [kW]	15
Tensión [V]	460
Volumen del tanque de combustible [L]	
Opción 1	189
Opción 2	257
Opción 3	363

Tabla 24. Datos técnicos del genset Powerline UG15 Tier 4 Interim. Fuente: Empresa Carrier

Grupo electrógeno modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier Opción 1		
Tiempo mínimo de funcionamiento		
	Horas	Días
25%	85,9	3,6
50%	63,0	2,6
75%	46,1	1,9
100%	35,0	1,5

Tabla 25. Resultados obtenidos sobre la autonomía en horas en función al rendimiento del motor. Opción 1

Grupo electrógeno modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier		
Opción 2		
Tiempo mínimo de funcionamiento		
	Horas	Días
25%	116,8	4,9
50%	85,7	3,6
75%	62,7	2,6
100%	47,6	2,0

Tabla 26. Resultados obtenidos sobre la autonomía en horas en función al rendimiento del motor. Opción 2

Grupo electrógeno modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier		
Opción 3		
Tiempo mínimo de funcionamiento		
	Horas	Días
25%	165,0	6,9
50%	121,0	5,0
75%	88,5	3,7
100%	67,2	2,8

Tabla 27. Resultados obtenidos sobre la autonomía en horas en función al rendimiento del motor. Opción 3

Tomando los datos del contenedor PrimeLine de la empresa Carrier y el volumen del tanque del modelo POWERLINE® RG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier, se obtiene:

Grupo electrógeno modelo POWERLINE® RG15 TIER 4 INTERIM de la empresa Carrier	
Datos generales	
Potencia máxima [kW]	15
Tensión [V]	460
Volumen del tanque de combustible [L]	492

Tabla 28. Datos técnicos del genset modelo Powerline RG15 Tier 4 Interim. Fuente: Empresa Carrier

Tiempo mínimo de funcionamiento		
	Horas	Días
25%	223,6	9,3
50%	164,0	6,8
75%	120,0	5,0
100%	91,1	3,8

Tabla 29. Resultados obtenidos sobre la autonomía en horas en función al rendimiento del motor para el modelo Powerline RG15 Tier 4 Interim de la empresa Carrier

Durante el transporte de productos frescos se requerirá que el motor funcione entre el 75% y el 100% de su capacidad. En la mejor situación la autonomía proporcionada por estos gensets varía desde las 35 horas hasta las 120 horas. Puede parecer suficiente para transportar la mercancía entre puntos muy alejados, sin embargo, los retrasos causados en toda la cadena pueden provocar el repostaje al completo en más de una ocasión. Además de que no conviene llegar a los mínimos de combustible si se quiere mantener el motor en buenas condiciones durante un largo periodo de tiempo.

Se considera que el modelo POWERLINE®UG15 TIER 4 INTERIM es aconsejable para los trayectos por carretera. Mientras que el modelo POWERLINE® RG15 TIER 4 INTERIM, con una mayor capacidad de almacenar combustible, sería apto para los trayectos en tren de menos de cinco días y con pocas o ninguna parada en el camino. Por otro lado, para los trayectos vía marítima lo más conveniente es que el contenedor se conecte a la red del buque.

6.4.4 Incremento de temperatura en caso de parada del sistema de refrigeración

Para conocer cuánto tiempo podría aguantar un contenedor refrigerado sin suministro eléctrico y que no se rompa la cadena de frío es necesario establecer cuánto aumenta la temperatura a partir del momento en el que se desconecta el contenedor y cuánto afectan los cambios de temperatura a la mercancía transportada, así como la cantidad de carga transportada. Esta situación de parada del sistema de refrigeración puede ser voluntaria o involuntaria, pero suele darse especialmente en los procesos de transbordo. Este cálculo aproximado está tabulado en los casos de transporte de transporte de carga congelada y de productos frescos, en función del tiempo que dure la parada del sistema.

Capítulo 7. Proyectos existentes

A día de hoy se tiene constancia del desarrollo de al menos dos proyectos que envuelven la tecnología refrigerada y el transporte intermodal, el proyecto Fresh Food Corridors y el proyecto Rail2Port. En este caso, el FFC asentó las bases para el desarrollo del proyecto Rail2Port. Ambos se centran en la necesidad de implementar canales intermodales para el transporte de productos frescos en el continente europeo.

7.1 Fresh Food Corridors (FFC)

Dentro del contexto del transporte intermodal de productos frescos nació el proyecto Fresh Food Corridors. Inicialmente su objetivo era transportar productos frescos cultivados en Israel hacia el norte de Europa. Se pretendía mejorar los sistemas de transporte y logística intermodales. De esta manera se proponía construir grandes corredores logísticos de productos refrigerados y congelados de cara al año 2018.

Debido al potencial de la idea se añadieron algunos países del sur de Europa, entre ellos Francia e Italia, con lo que finalmente se pretendía diseñar tres corredores que uniesen el mediterráneo con los países del norte. Los productos frescos serían transportados desde países no pertenecientes a la UE hacia puertos de la UE, a continuación, serían transportados vía ferrocarril hacia los centros logísticos de Europa, y las últimas millas se efectuarían vía carretera.

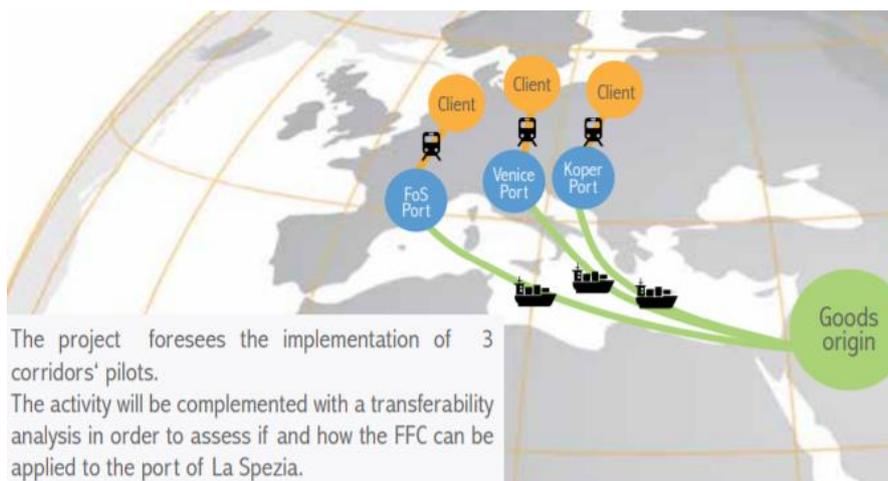


Ilustración 31. Corredores propuestos en el proyecto Fresh Food Corridors. Fuente: Página web del proyecto FFC

7.1.1 Contexto

El proyecto FFC destacaba los principales problemas a los que se debía afrontar el transporte de productos frescos:

- Uso inadecuado de las rutas marítimas para el transporte de mercancías en el Mar Mediterráneo.
- Contaminación y congestión creada en las vías terrestres por carretera, especialmente en rutas clave.
- La duración del transporte total.
- Uso insuficiente de trenes para transportar productos perecederos en Europa continental.
- Soluciones tecnológicas débiles para contenedores refrigerados en trenes.

El Proyecto FFC buscaba lograr un medio ambiente seguro y sostenible y una cadena logística de alimentos frescos eficiente en la zona euro-mediterránea. De este modo se pretendía conectar la Red de Transporte Trans-mediterránea (TMT-T) con la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T), utilizando las autopistas del mar y ferrocarriles en un enfoque interoperable.

Enfocado a:

- Productores / importadores y exportadores de alimentos frescos
- Operadores de transporte y logística
- Minoristas y consumidores finales
- Órganos institucionales como las autoridades portuarias, terminales interiores, entidades públicas / privadas

7.1.2 Objetivos

- Acortar los tiempos de entrega
- Reducir costos
- Reducir las emisiones de CO₂
- Reducir la congestión
- Favorecer a la comunicación y las relaciones internacionales entre los países involucrados.
- Aumentar el volumen de comercio exterior de mercancías de la UE

7.1.3 Resultados esperados

- Diseñar y probar nuevas tecnologías para el suministro de energía en el ferrocarril.
- Integrar nuevos programas de gestión de la información.
- Analizar y evaluar una nueva cadena de logística de frío entre socios comerciales de la UE y fuera de la UE;
- Adaptar las instalaciones y la infraestructura portuaria a la nueva cadena reefer.

7.1.5 Actividades que se debían realizar en FFC

Diseñar un marco de corredores de productos frescos, definiendo los requisitos de FFC, y cubriendo transversalmente los pilares de logística, comerciales y tecnológicos.

Diseñar, ejecutar y evaluar tres pruebas piloto. Éstas se ejecutaron durante dos temporadas agrícolas (de noviembre a mayo de junio): de Israel a Koper y a Europa Central, de Israel a Venecia y a Europa Central y de Israel a Marsella / FoS y a Europa Central.

Creación de una plataforma de intercambio de información.

Actividades de comunicación y difusión. Se desarrolló una página web para difundir la información básica del proyecto.

7.1.6 Participantes

En el proyecto Fresh Food Corridors estaban involucrados directamente los diferentes actores de la cadena logística y de los principales países interesados. Desde las autoridades portuarias, a los operadores de las terminales, diseñadores de plataformas de comunicación, navieras, exportadores, proveedores de tecnología refrigerada, y demás interesados. Es aquí dónde se refleja la necesidad de que todos los actores están implicados directamente y se comuniquen entre ellos para que el transporte intermodal sea una realidad.

	Slovenia Corridor	France Corridor	Italy Corridor	La Spezia Corridor study
Port Authority				
Forwarder				
Terminal operator				
Train Carrier				
Shipping Company				
Exporters				
Technology provider				
IT Platform				
Dissemination				
Technical Management				

Ilustración 32. Participantes en el proyecto FFC. Fuente: Página web del proyecto FFC

7.1.7 Resultados

Los resultados demostraron la necesidad de implementar una red de transportes percederos que fuese respaldado por los diferentes stakeholders. Sin el apoyo firme de todos los interesados e involucrados en el transporte de productos percederos no sería posible mejorar la cadena logística del frío y permitir nuevas rutas de mercado.

7.2 Proyecto Rail2Port

Gracias a la concepción del proyecto FFC surgió la idea del proyecto Rail2Port. Los objetivos eran muy similares con la particularidad de que se pretendía fomentar corredores en el interior de Europa. La misión principal era transportar productos frescos cultivados en el sur de España hasta los países del norte de Europa, de la manera más eficiente y sostenible. Basándose en la revitalización del ferrocarril. Lamentablemente este proyecto no se pudo desarrollar.

La propuesta Rail2Port propone una solución eficaz dentro de la Comunidad Europea en el transporte de puerta a puerta gracias a la inclusión de varios medios de transporte. En él se considera usar y mejorar

las infraestructuras ya existentes, crear nuevas “autopistas” marítimas y mejorar los sistemas de información en tiempo real gracias a la tecnología de la comunicación y la información combinada con la tecnología blockchain.

Este proyecto facilitará el comercio internacional dentro de la red europea, proporcionará soluciones innovadoras a los problemas existentes en la logística de la cadena del frío y apoyará a los puertos para que tengan un papel principal y se conviertan en los nodos de la red Ten-T.

Argumentos que apoyan el proyecto Rail2Port:

- Más del 60% de la carga se transporta bajo un control estricto de la temperatura durante las estaciones cálidas.
- Se prevé un incremento en el transporte de productos con necesidades de temperatura controlada en los países del sur, como Marruecos.
- El éxito de esta iniciativa abrirá una nueva vía entre el sur y el norte del tráfico intermodal de los productos que necesiten un control estricto de la temperatura y otras mercancías de valor añadido mejorando los tiempos y los precios.

Capítulo 8. Conclusiones

El objetivo principal del presente proyecto era realizar un análisis de todos los involucrados en la cadena de frío en el transporte de productos frescos. Se han investigado todos los responsables en dicha operación, desde la legislación hasta los requisitos técnicos, la situación actual del transporte y la tecnología de mercado.

Lo que se pretendía era visualizar los puntos dónde se puede ahorrar energía en el transporte intermodal. En muchos casos, cuantificar las pérdidas de energía es imposible, por este motivo se han descrito una serie de buenas prácticas y soluciones tecnológicas que favorecerán a dicho ahorro. Además, con este trabajo se han establecido las bases para desarrollar una estrategia en el transporte de productos frescos.

Tras el análisis efectuado se cree más adecuado hablar de “capas” en la cadena de frío. La primera capa, la base, está formada por la legislación, a un nivel local y de país de destino. La siguiente capa estaría formada por la cadena logística en sí, desde el origen al destino, pasando por todos los actores involucrados: operadores logísticos, autoridades portuarias, navieras, transportistas, empresarios, venta retail, etc. Finalmente, la tercera capa estaría formada por el flujo de información, que también debe iniciarse desde la concepción del producto hasta su llegada a destino. En el flujo de información deben colaborar todos los agentes y clientes. De esta manera, las tres capas deben relacionarse simultáneamente de forma transversal.

La legislación europea respalda el cambio modal. Ha desarrollado una serie de leyes para fomentar el uso de transportes más eficientes y secundar el transporte intermodal. Sin embargo, estas leyes son solo el marco en el que se debe apoyar el transporte, consolidando algunos aspectos y requisitos técnicos. Son las partes interesadas (stakeholders) las que deben implicarse para materializar las propuestas y agilizar el proceso de cambio. Estas partes interesadas compuestas por el gobierno, las asociaciones, las cooperativas, directores y proveedores de las infraestructuras, los operadores particulares, entre otros, son las que deben elaborar planes y proyectos viables, y en caso de necesitarlo, solicitar financiación a las instituciones pertinentes.

En cuanto al uso del transporte intermodal, se incide en el hecho de que este modo de transporte adquiere sentido únicamente cuando se le otorga la dimensión de transporte internacional (o a partir de los 300 km), ya que es a partir de largas distancias cuando se observan los beneficios de dicha modalidad, a nivel de rapidez, seguridad, flexibilidad y sostenibilidad con el medio ambiente. Esta modalidad de transporte podría ser líder en los servicios puerta a puerta a partir de largas distancias. De este modo se conseguiría erradicar el uso del transporte terrestre por carretera para largas distancias,

eliminando los problemas de contaminación y seguridad vial que conlleva, y limitando su uso al transporte final o inicial de “últimas/primeras millas”. Actualmente, gran parte del volumen del transporte de carga refrigerada ya se efectúa en contenedores dejando a un segundo plano el transporte en buques refrigerados.

Los volúmenes de importación y exportación irán incrementando con los años y por eso es necesario que el cambio modal se produzca cuanto antes. Del mismo modo, si se optimizan las rutas entre los países exportadores y los importadores se podrá aumentar el volumen intercambiado. Es decir, se trata de una configuración circular dónde la mejora en un campo afectará al otro.

El análisis de la demanda a nivel europeo ha acentuado la necesidad de implementar un canal de temperatura controlada en el interior de Europa, dónde España podría convertirse en una de las primeras potencias en exportación de frescos. A nivel mundial, destaca que mucha mercancía refrigerada suele provenir de regiones del hemisferio sur hacia las regiones del hemisferio norte, especialmente los países industrializados. Por lo tanto, si se aseguran estas rutas se podrá afianzar la economía interior de dichos países, que normalmente también destacan por estar sub-desarrollados.

En cuanto al consumo energético, el transporte de productos frescos es mucho mayor (prácticamente el doble) que el transporte de productos congelados. Este hecho dificulta el suministro de energía en algunas situaciones, como durante el transporte ferroviario. Sin embargo, con el uso de los dispositivos gensets y la autonomía que éstos confieren se puede suministrar la carga energética que se requiere de forma autónoma sin necesidad de depender de una red externa.

Se debe remarcar la necesidad de cooperatividad y sinergia entre todos los actores de la cadena, ya que una cadena nunca será más eficiente que el eslabón más débil. A grandes rasgos se puede decir que existen tres responsables del transporte dentro de la cadena de frío: el generador de la carga, el transportista y el destinatario. Si todos estos se comunican, coordinan y conocen las actividades logísticas que deben desempeñar, el transporte será mucho más rentable y eficiente para todas las partes involucradas.

Dentro de este contexto, los proyectos que se han desarrollado, FFC y Rail2Port, han resaltado de nuevo la necesidad de implementar una red de transportes percederos que fuese respaldada por los diferentes stakeholders. Sin el apoyo firme de todos los interesados e involucrados en el transporte de productos percederos no sería posible mejorar la cadena logística del frío y permitir nuevas rutas de mercado.

Cabe mencionar el hecho de que la producción mundial de productos frescos es suficiente para alimentar a toda la población. Uno de los problemas radica en las pérdidas post-cosecha debido a deficiencias durante el transporte. Es por ello que se considera que el uso eficiente del transporte intermodal podría paliar algunos de los problemas de abastecimiento.

Por último, resaltar que los desafíos a los se enfrenta el transporte multimodal de productos frescos son los mismos desde hace años. Es por ello que se debe instar a los gobiernos de los países interesados a implementar políticas de que fomenten esta actividad, y no solo a la legislación europea. Asimismo, la mejora en una red de transportes mejorar las relaciones internacionales a todos los niveles.

Bibliografía

Libros

- [1] Ballou, R., Logística. Administración de la cadena de suministro. 2004
- [2] Torrella Alcaraz, Enrique. La Producción de frío. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1996.
- [3] Jean-Paul Rodrigue, Claude Comtois, Brian Slack, *The Geography of Transport Systems*. 2006

Artículos

- [4] Bruinsma, J., *World Agriculture: towards 2015/2030: Summary Report*. Rome (Italy). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2002
- [5] 1st IIR Informatory Note on Refrigeration and Food: The Role of Refrigeration in Worldwide Nutrition. 1996
- [6] 5st IIR Informatory Note on Refrigeration and Food: The Role of Refrigeration in Worldwide Nutrition. 2009
- [7] Silvia Estrada, David Tanner. RFID Smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. 2009
- [8] Ospina Meneses et al. *La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos*. 2008

Documentos técnicos

- [9] Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Métodos para el cuidado de alimentos perecederos durante el transporte por camiones. 1995
- [10] Pablo Luna Medaza, Centro Nacional de Condiciones de Trabajadores, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobierno de España. *Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales*. 1999
- [11] Propuesta Rail2Port para el programa *Transport Calls For Proposals* de la Unión Europea. 2016

Páginas web

- [12] https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_TERRESTRE/TRANSPORTE_INTERMODAL/ Página web del Ministerio de Fomento del Gobierno de España, centrada en proveer información acerca del transporte intermodal. [Consulta 10/3/2018]
- [13] <https://www.aecoc.es/recomendaciones/ral-proceso-de-entrega-y-recepcion/> Asociación de Fabricantes y Distribuidores de España [Consulta 2/4/2018]
- [14] <http://datacomex.comercio.es/> Base de datos DataComex, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España. [Consulta 15/4/2018]
- [15] <http://coolchain.org/about> Página web de la Asociación de la Cadena de frío [Consulta 2/4/2018]
- [16] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/en/> datos oficiales y estadísticas de la OMS (Organización Mundial de la Salud, world health organization, who) [Consulta 10/3/2018]
- [17] https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law_es Directivas de la Unión Europea [Consulta 10/4/2018]
- [18] <https://elcorredormediterraneo.com/el-corredor/> página creada por la Asociación Valenciana de Empresarios para informar puntualmente sobre el estado del Corredor Mediterráneo. [Consulta 10/4/2018]

- [19] <http://www.ub.edu/talq/es/node/235> Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico. Métodos de refrigeración. Universidad de Barcelona. [Consulta 3/5/2018]
- [20] <https://www.intagri.com/index.php/articulos/poscosecha-comercializacion/frutos-climatericos-y-no-climatericos> Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, Intagri S.C. [Consulta 26/4/2018]
- [21] <https://www.maerskline.com/en/shipping/refrigerated-cargo> Página web de la empresa Maersk [Consulta 7/5/2018]
- [22] <https://www.carrier.com/truck-trailer/en/eu/> Página web de la empresa Maersk [Consulta 7/5/2018]
- [23] <http://marine.thermoking.com/thermo-king-marine/global/en.html> Página web de la empresa Thermo King [Consulta 7/5/2018]
- [24] <http://www.solediesel.com/es-es> Página web de la empresa Solé Diesel [Consulta 7/5/2018]
- [25] http://ffcproject.com/wp-content/uploads/2016/05/FFC_brochure_sp.pdf Presentación del proyecto Fresh Food Corridors [Consulta 7/5/2018]
- [26] https://www.hamburgsud-line.com/liner/en/liner_services/country_information/ecuador/ecu_reefer/index.html Guía de refrigeración de la empresa Hamburg Süd [Consulta 7/5/2018]

Anexo A. Tabla comparativa del transporte intermodal

Se ha elaborado una tabla comparativa que incluye las características principales de los diferentes medios de transporte. Debido al gran tamaño del formato se procede a la división de la tabla en tramos:

		Tren	Marítimo
Características principales y derivadas	Rapidez	Media	Baja
	Distancia	Largas distancias	Muy largas distancias
	Capacidad (volumen de mercancía)	Alta	Muy alta
	Fiabilidad (Robo o daños en la mercancía)	Alta	Alta
	Infraestructura	Coste alto	Coste alto
	Congestión de infraestructura	Baja	Baja
	Conexión/proximidad centro urbano	Alta	Media
	Terminales de carga y descarga especializadas	Necesarias	Necesarias
	Medioambiente/Contaminación	Baja	Baja
	Naturaleza de la mercancía	Carga contenerizada, a granel y sólidos.	Todas
	Limitaciones de peso y volumen	Sí	No
	Costes fijos	Elevados (correspondientes a la infraestructura: tendido de líneas, estaciones, maquinaria).	Elevados
	Costes variables	-	Altos (mantenimiento de los equipos, requerimiento de personal altamente cualificado)
	Coste general mercancía [t/km]	Medio	Bajo

Tabla A 30. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte mediante tren y mediante vía marítima.

Comentarios	<p>En España, desde el año 2005, se permite operar los tráficos ferroviarios de carga (hasta la fecha era de titularidad estatal en lo que se refiere a las vías y la gestión). E incluso solicitar la capacidad de la infraestructura para utilizar la red de Adif en horarios concertados y con tarifas establecidas.</p> <p>Problemática de anchos de vía diferentes a nivel europeo.</p> <p>Sin restricciones horarias laborales: posibilidad de trabajar fines de semana, días festivos y noches.</p>	<p>Sin restricciones horarias laborales: posibilidad de trabajar fines de semana, días festivos y noches.</p> <p>Operadores habituales que intervienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armador (Shipowner): es el propietario del buque. - Porteador: es el transportista, puede ser el propio armador. - Consignatario: es el encargado de realizar la gestión comercial del transporte en cada puerto. - Cargador o Expedidor (Shipper): es el encargado de garantizar el embarque de la mercancía, su nombre aparece en el conocimiento de embarque (Bill of Lading). - Estibador: es el responsable de realizar las operaciones portuarias y colocar adecuadamente la carga.
--------------------	--	---

Tabla A 31. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte mediante tren y mediante vía marítima. Comentarios.

		MEDIO DE TRANSPORTE	
		Fluvial	Aéreo
Características principales y derivadas	Rapidez	Baja	Muy alta
	Distancia	Largas distancias (dentro de los límites de calado)	Largas (y regiones aisladas o mal comunicadas)
	Capacidad (volumen de mercancía)	Muy alta	Baja
	Fiabilidad (Robo o daños en la mercancía)	Alta	Muy alta
	Infraestructura	Coste alto	Coste alto
	Congestión de infraestructura	Baja	Media
	Conexión/proximidad centro urbano	Media	Media
	Terminales de carga y descarga especializadas	Necesarias	Necesarias
	Medioambiente/Contaminación	Media	Alta
	Naturaleza de la mercancía	Todas	Carga con alto valor y productos perecederos.
	Limitaciones de peso y volumen	No	Sí (especialmente restrictivas, peso máximo por superficie y tamaño máximo para acceder por las compuertas)
	Costes fijos	Elevados	Altos (no tanto como en el caso del ferrocarril)
	Costes variables	-	Altos (mantenimiento de los equipos, combustible, requerimiento de personal altamente cualificado)
Coste general mercancía [t/km]	Bajo	Muy elevado	

Tabla A 32. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte mediante vía fluvial y aérea.

Comentarios	<p>Sin restricciones horarias laborales: posibilidad de trabajar fines de semana, días festivos y noches.</p> <p>Operadores habituales que intervienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armador (Shipowner): es el propietario del buque. - Porteador: es el transportista, puede ser el propio armador. - Consignatario: es el encargado de realizar la gestión comercial del transporte en cada puerto. - Cargador o Expedidor (Shipper): es el encargado de garantizar el embarque de la mercancía, su nombre aparece en el conocimiento de embarque (Bill of Lading). - Estibador: es el responsable de realizar las operaciones portuarias y colocar adecuadamente la carga. 	<p>El transporte aéreo es el más rápido para largas distancias, y es el ideal para cargas de gran valor. Sin embargo, es también el más contaminante. A cambio, ofrece ventajas de flexibilidad y seguridad a la mercancía.</p> <p>Existen vuelos de carga (transporte de carga) y vuelos de pasajeros (transporte de carga y pasajeros, en los que se priorizan a éstos últimos). La ventaja que presentan los vuelos de pasajeros es la frecuencia y cantidad de destinos con los que operan.</p>
-------------	---	---

Tabla A 33. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte mediante vía fluvial y aérea. Comentarios.

		MEDIO DE TRANSPORTE	
		Multimodal	Pipeline
Características principales y derivadas	Rapidez	Alta	Alta
	Distancia	Largas	Alta
	Capacidad (volumen de mercancía)	Alta	Alta
	Fiabilidad (Robo o daños en la mercancía)	Media	Alta
	Infraestructura	Media	Coste alto
	Congestión de infraestructura	Media	Baja
	Conexión/proximidad centro urbano	Media	Alta
	Terminales de carga y descarga especializadas	Necesarias	Necesarias
	Medioambiente/Contaminación	Media	Media
	Naturaleza de la mercancía	Todas	Fluidos (petróleo, aceites, gasolina y gas natural)
	Limitaciones de peso y volumen	No	No
	Costes fijos	Medios	Elevados (correspondientes a la red de distribución).
	Costes variables	-	Bajos (mínimos costes de operación)
	Coste general mercancía [t/km]	Medio	Medio

Tabla A34. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte multimodal y pipeline.

<p>Comentarios</p>	<p>Se trata de combinar los diferentes medios de transporte en una misma ruta para aunar recursos. El transporte se efectúa mediante un único operador de transporte (OTM o operador de transporte multimodal) que emite un único documento. Estos operadores no suelen ser los propietarios de la carga, sino que establecen un contrato de transporte multimodal, en el que asumen la responsabilidad de la mercancía hasta su llegada a destino.</p>	<p>Tienen la capacidad de poder trabajar las 24 horas del día.</p>
--------------------	---	--

Tabla A 35. Anexo A. Comparativa entre las principales características del transporte multimodal y pipeline. Comentarios.

Anexo B. Recomendaciones de transporte según la carga

B 1.1 Empresa Hamburg Süd

En estos datos suministrados por la empresa Hamburg Süd se reflejan algunos de los datos de mantenimiento adecuado en función del tipo de mercancía. Se reflejan los datos de temperatura, volumen de intercambio de aire necesario, humedad relativa y si es necesario disponer de un sistema de deshumidificación. Además, se incluye una aproximación de la duración de los alimentos en buenas condiciones bajo dichas condiciones ambientales. Sin embargo, no se incluyen los datos de CO₂ y O₂ que podrían suministrarse en un ambiente de atmósfera controlada.

Commodity	Temperature °C	Ventilation (air exchange) cbm/h	Humidity relative %	Dehumidification (max. relative humidity setting) ON/OFF	Approximate shelf life after harvest (in ambient air)	Methods for further shelf life extension
A						
Apples (fresh)	-1 to +4	10 to 60	90 to 95	OFF	1 to 7 months	CA containers often employed
Apricots (fresh)	-0.5 to 0	15 to 60	90 to 95	OFF	1 to 4 weeks	MA/CA containers often employed
Artichokes, globe (fresh)	0 to +2	0 to 15	90 to 95	OFF	2 to 3 weeks	
Asparagus (fresh)	0 to +2	15 to 25	90 to 98	OFF	2 to 3 weeks	MA packaging or CA containers often used
Avocados (fresh)	+4 to +13	30 to 60	85 to 95	OFF	2 to 3 weeks	MA/CA containers usually employed
B						
Bakery products (chilled)	+10 to +18	0 (=closed)	60 to 95	ON or OFF	depending on commodity	
Bakery products (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	-	OFF	3 to 18 months	
Bananas (fresh)	+13 to +14.4	25 to 60	90 to 95	OFF	18 to 22 days	MA packaging (Banavac) or CA containers often used
Beans, green, snap (fresh)	+4 to +7.5	20 to 30	95 to 98	OFF	7 to 10 days	
Blueberries (fresh)	-1 to 0	0 to 10	90 to 95	OFF	10 to 14 days	MA packaging or CA containers often used
Broccoli (fresh)	0 to +1	20 to 60	90 to 98	OFF	10 to 14 days	
Butter (chilled)	0 to +8	0 (=closed)	-	OFF	2 to 6 weeks	
Butter (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	-	OFF	8 to 12 months	
C						
Cabbage, Chinese (fresh)	0 to +2	20 to 60	90 to 98	OFF	2 to 3 months	

Tabla B 36. Requerimientos de la carga. Fuente: Hamburg Süd

Commodity	Temperature	Ventilation (air exchange)	Humidity relative	Dehumidification (max. relative humidity setting)	Approximate shelf life after harvest (in ambient air)	Methods for further shelf life extension
	°C	cbm/h	%	ON/OFF		
Cabbage, early (fresh)	0 to +2	20 to 60	90 to 98	OFF	3 to 6 weeks	
Cabbage, late (fresh)	0 to +2	20 to 60	90 to 98	OFF	5 to 6 months	
Carrots, topped (fresh)	0 to +2	10 to 20	90 to 98	OFF	1 to 9 months	
Cassava, yuca, manioc (fresh)	0 to +5	10 to 20	85 to 90	OFF	1 to 2 months	
Cauliflower (fresh)	0 to +1	20 to 60	90 to 98	OFF	2 to 4 weeks	
Cheese (chilled)	0 to +18	0 (=closed)	–	OFF	depending on variety	
Cherries, sweet (fresh)	-1 to 0	0 to 15	90 to 95	OFF	2 to 3 weeks	MA packaging often applied
Chocolate (chilled)	+8 to +18	0 (=closed)	65 to 85	ON or OFF	5 to 15 months	
Cocoa butter (chilled)	+15 to +25	0 (=closed)	–	OFF	12 to 24 months	
Coconuts, dehusked (fresh)	0 to +2	0 to 25	75 to 85	ON or OFF	1 to 2 months	
Codfish, dried, salted (chilled)	+1 to +3	0 (=closed)	65 to 70	ON	12 months	
Corn, sweet, baby (fresh)	-0.5 to +1	10 to 15	90 to 98	OFF	5 to 8 days	
Cucumbers (fresh)	+10 to +13	15 to 25	90 to 95	OFF	10 to 14 days	
D						
Dates (fresh)	0 to +2	0 to 5	65 to 85	ON or OFF	6 to 12 months	
E						
Eggplants, aubergine (fresh)	+8 to +12	10 to 15	90 to 95	OFF	1 to 2 weeks	
Eggs, dried, whole solids (chilled)	+4 to +10	0 (=closed)	–	OFF	1 to 2 years	
Eggs, with shell (chilled)	-1 to +3	0 (=closed)	–	OFF	5 to 6 months	
F						
Figs (fresh)	-0.5 to 0	0 to 5	85 to 90	OFF	7 to 10 days	
Fish (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	4 to 12 months	
French fries, potato wedges (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	12 to 24 months	
Fruit (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	depending on commodity	

Tabla B 37. Requerimientos de la carga. Fuente: Hamburg Süd

Commodity	Temperature	Ventilation (air exchange)	Humidity relative	Dehumidification (max. relative humidity setting)	Approximate shelf life after harvest (in ambient air)	Methods for further shelf life extension
	°C	cbm/h	%	ON/OFF		
G						
Garlic (fresh)	-3 to +1	0 to 15	60 to 70	ON	6 to 7 months	
Ginger (fresh)	+12 to +14	10 to 15	65 to 75	ON	2 to 3 months	
Grapefruit (fresh)	+10 to +15	15 to 50	85 to 90	OFF	1 to 2 months	sometimes carried at +8°C though subject to chilling injury below +10°C
Grapes, table (fresh)	-1 to 0	10 to 15	85 to 95	OFF	1 to 5 months with sulphur dioxide pads	
H						
Honey, strained (chilled)	+10 to +20	0 (=closed)	–	OFF	1 to 2 years	
I						
Ice cream, dairy desserts (frozen)	-26 or colder	0 (=closed)	–	OFF	4 to 6 months	
IQF, individually quick-frozen products (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	depending on commodity	
J						
Juice, concentrate, fruit (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	1 year	
K						
Kiwifruit, green, golden (fresh)	-0.5 to +5	20 to 40	90 to 95	OFF	2 to 3 months	
L						
Lemons (fresh)	+10 to +14	15 to 25	85 to 95	OFF	1 to 3 months	up to 4 weeks at +5 to +9°C is tolerated by most varieties, though chilling sensitive
Lettuce, iceberg (fresh)	0 to +1	20 to 50	90 to 98	OFF	2 to 3 weeks	
Limes (fresh)	+8 to +12	15 to 25	85 to 90	OFF	2 to 5 weeks	often carried at +7°C though subject to chilling injury below +8°C; dehumidification sometimes applied to reduce mold growth
Lychees (fresh)	+2 to +6	10 to 15	90 to 95	OFF	3 to 5 weeks	

Tabla B 38. Requerimientos de la carga. Fuente: Hamburg Süd

Anexo B. Recomendaciones de transporte según la carga

Commodity	Temperature °C	Ventilation (air exchange) cbm/h	Humidity relative %	Dehumidification (max. relative humidity setting) ON/OFF	Approximate shelf life after harvest (in ambient air)	Methods for further shelf life extension
M						
Mandarins, clementines, tangelos, tangerines, easy peelers (fresh)	+4 to +8	15 to 25	90 to 95	OFF	3 to 8 weeks	
Mangoes (fresh)	+8 to +14	25 to 30	85 to 95	OFF	2 to 4 weeks	
Margarine (chilled)	0 to +8	0 (=closed)	–	OFF	4 to 5 months	
Meat (chilled)	-2 to -1	0 (=closed)	–	OFF	1 to 8 weeks	
Meat (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	6 to 18 months	
Melons, cantaloupe, charentais (fresh)	+2 to +5	25 to 30	90 to 95	OFF	1 to 2 weeks	MA packaging often applied
Melons, galla, orange flesh (fresh)	+7 to +8	25 to 30	90 to 95	OFF	2 to 3 weeks	MA packaging often applied
Melons, water, honeydew, piel de sapo (fresh)	+9 to +12	25 to 30	85 to 95	OFF	2 to 3 weeks	
Milk, dried (chilled)	+7 to +21	0 (=closed)	–	OFF	6 to 9 months	
Milk, pasteurized (chilled)	0 to +1	0 (=closed)	–	OFF	2 to 4 months	
Mushrooms (fresh)	0 to +1	0 to 10	90 to 98	OFF	5 to 7 days	
O						
Onions, bulbs (fresh)	0 to +8	10 to 40	65 to 75	ON	2 to 9 months	
Oranges (fresh)	+2 to +10	15 to 25	85 to 90	OFF	1 to 3 months	
P						
Papayas (fresh)	+7 to +13	25 to 30	85 to 90	OFF	1 to 3 weeks	
Peaches, nectarines (fresh)	-0.5 to 0	15 to 25	90 to 95	OFF	2 to 5 weeks	MA/CA containers often employed
Pears (fresh)	-1.5 to 0	15 to 25	90 to 95	OFF	1 to 8 months	
Peas, snow, sugar snap (fresh)	0 to +1	15 to 25	90 to 98	OFF	1 to 2 weeks	MA packaging or CA containers often used
Peppers, bell, sweet, chili (fresh)	+7 to +10	10 to 15	90 to 95	OFF	2 to 3 weeks	
Persimmon, kaki (fresh)	-1 to +1	15 to 25	85 to 95	OFF	1 to 3 months	
Physalis, cape gooseberries (fresh)	+10 to +16	0 to 15	65 to 85	ON or OFF	3 to 6 weeks	

Tabla B 39. Requerimientos de la carga. Fuente: Hamburg Süd

Commodity	Temperature °C	Ventilation (air exchange) cbm/h	Humidity relative %	Dehumidification (max. relative humidity setting) ON/OFF	Approximate shelf life after harvest (in ambient air)	Methods for further shelf life extension
Pineapples (fresh)	+7 to +13	15 to 25	85 to 90	OFF	2 to 3 weeks	often carried at +6.5°C though subject to chilling injury below +7°C
Plantains (fresh)	+9 to +13.5	20 to 25	85 to 95	OFF	1 to 4 weeks	MA packaging (Banavac) or CA containers often used
Plums (fresh)	-0.5 to 0	15 to 25	90 to 95	OFF	2 to 5 weeks	MA/CA containers often employed
Pomegranates (fresh)	+5 to +9	10 to 25	90 to 95	OFF	2 to 3 months	
Potatoes, for processing (fresh)	+10 to +15	10 to 50	85 to 95	OFF	2 to 12 months	
Potatoes, seed (fresh)	+4 to +8	10 to 25	65 to 90	ON or OFF	2 to 6 months	
Potatoes, sweet (fresh)	+12 to +16	0 to 30	80 to 95	ON or OFF	4 to 6 months	
Potatoes, table (fresh)	+5 to +10	10 to 50	85 to 95	OFF	2 to 12 months	
Poultry (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	6 to 16 months	
R						
Radish (fresh)	0 to +5	0 to 15	90 to 95	OFF	1 to 4 weeks	
S						
Seafood, shrimps, mussels, octopus, squid (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	6 to 12 months	
Squash, summer, soft rind (fresh)	+5 to +10	0 to 10	90 to 95	OFF	10 to 14 days	
Squash, winter, hard rind, pumpkins (fresh)	+10 to +13	0 to 60	60 to 85	ON or OFF	5 to 8 weeks	
Strawberries (fresh)	-0.5 to 0	10 to 15	90 to 95	OFF	3 to 8 days	
T						
Taro, malanga (fresh)	+7 to +13	10 to 15	85 to 90	OFF	2 to 5 months	
Tomatoes (fresh)	+7 to +15	15 to 30	65 to 90	ON or OFF	1 to 4 weeks	
Turnips (fresh)	0 to +4	0 to 10	90 to 95	OFF	4 to 5 months	
V						
Vegetables (frozen)	-18 or colder	0 (=closed)	–	OFF	depending on commodity	
W						
Wine (chilled)	+12 to +15	0 (=closed)	–	OFF	1 to several years	
Y						
Yams (fresh)	+16 to +20	0 to 10	65 to 85	ON or OFF	2 to 5 months	

Tabla B 40. Requerimientos de la carga. Fuente: Hamburg Süd

B 1.2 Documento técnico del Departamento de Agricultura de Estados Unidos

En estos datos suministrados por el documento técnico se muestran únicamente los aspectos de temperatura y humedad relativa:

Albaricoques	Bananas	Coliflor
<i>Condiciones de transporte recomendadas:</i>	<i>Condiciones de transporte recomendadas:</i>	<i>Condiciones de transporte recomendadas:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Temperatura de tránsito deseada:</i> 0°C (32°F) • <i>Humedad relativa deseada:</i> 90 a 95 por ciento • <i>Punto de congelación más alto:</i> -1.1° (30.1°F) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Temperatura de tránsito deseada:</i> 13 a 14°C (56° a 58°F) • <i>Humedad relativa deseada:</i> del 90 al 95 por ciento • <i>Punto de congelación más alto:</i> -0.8° C (30.6°F) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Temperatura de tránsito deseada:</i> 0°C (32°F) • <i>Humedad relativa deseada:</i> del 95 al 98 por ciento • <i>Punto de congelación más alto:</i> -0.8°C (30.6°F) • <i>Hielo-encima OK</i>

Tabla 41. Requerimientos de la carga. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Producto	Temperatura °C	Humedad Relativa Por Ciento
Carnes frescas:		
Res	0.0 a 1.1	88 a 92
Cordero	0.0 a 1.1	95 a 90
Cerdo	0.0 a 1.1	85 a 90
Aves.....		85 a 90
Conejos	0.0 a 1.1	90 a 95
Ternero	0.0 a 1.1	90
Pescado fresco:		
Abadejo, Bacalao, Perca	-0.6 a 1.1	95 a 100
Merluza	0.0 a 1.1	95 a 100
Halibut	-0.6 a 1.1	95 a 100
Arenque		
"Kippered"	0.0 a 2.2	80 a 90
Ahumado.....	0.0 a 2.2	80 a 90
Caballa (Macarela)	0.0 a 1.1	95 a 100
Menhaden	1.1 a 5.0	95 a 100
Salmón	-0.6 a 1.1	95 a 100
Atún	0.0 a 2.2	95 a 100
Mariscos:		
Masa de vieira	0.0 a 1.1	95 a 100
Camarones	-0.6 a 1.1	95 a 100
Langosta (americana)	5.0 a 10.0	En agua del mar

Tabla B42. Requerimientos de la carga. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Frutas y Vegetales	Btu/libra/°F		Frutas y Vegetales	Btu/libra/°F	
	Encima	Abajo		Encima	Abajo
Ajies (dulces).....	.94	.47	Lechuga (de cabeza).....	.96	.48
Aguacates.....	.72	.40	Lechuga Romana.....	.89	.48
Ajo (seco).....	.69	.40	Limas.....	.85	.46
Albaricoques.....	.88	.46	Limones.....	.91	.46
Alcachofas.....	.87	.45	Mandarinas.....	.90	.46
Apio.....	.95	.48	Mangos.....	.85	.44
Arándanos agrios.....	.90	.46	Manzanas.....	.87	.45
Arándanos.....	.86	.45	Maíz (dulce).....	.79	.42
Bananas.....	.80	.42	Melocotones.....	.91	.46
Batatas.....	.76	.41	Melón Casaba.....	.94	.48
Berenjena.....	.94	.48	Melón Crenshaw.....	.94	.48
Brócoli.....	.92	.47	Melones honeydew.....	.94	.48
Calabaza de invierno.....	.88	.45	Molondrones.....	.92	.46
Calabaza de verano.....	.95	.48	Naranjas.....	.90	.46
Calabazas grandes.....	.92	.47	Nectarinas.....	.86	.44
Cantalupos.....	.93	.48	Papas, cosecha temprana.....	.85	.44
Cebollas (secas).....	.90	.46	Papas, última cosecha.....	.82	.43
Cerezas (dulces).....	.84	.44	Pastinaca (Chirivía).....	.84	.44
Ciruelas pasas (ver ciruelas)			Pepinos.....	.97	.49
Ciruelas.....	.88	.45	Peras.....	.86	.45
Col de Bruselas.....	.88	.46	Perejil.....	.88	.45
Col rizada.....	.89	.46	Piñas.....	.88	.45
Coliflor.....	.93	.47	Puerro.....	.88	.46
Endivia y Escarola.....	.94	.48	Rábanos.....	.95	.48
Espárragos.....	.94	.48	Remolachas (raíces)90	.46
Espinacas.....	.94	.48	Repollo.....	.94	.47
Frambuesas negras.....	.84	.44	ruibarbo.....	.95	.48
Frambuesas rojas.....	.87	.45	Sandías.....	.97	.48
Fresas.....	.92	.47	Tomates (maduros).....	.95	.48
Guisantes (verdes).....	.79	.42	Toronjas.....	.90	.46
Higos (frescos).....	.82	.43	Uvas espinas.....	.90	.46
Hongos.....	.93	.47	Uvas.....	.86	.45
Judías, blancas.....	.73	.40	Zanahorias.....	.90	.46
Judías, verdes.....	.91	.47	Zarzamoras.....	.88	.46

Tabla B43. Calor específico de algunos productos frescos. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Producto	Btu por tonelada por 24 horas				
	32°F	40°F	60°F	70°F	80°F
Aguacates	---	5,500	24,050	46,250	60,050
Ajíes (dulces)	---	2,900	8,500	9,650	12,100
Albaricoques	---	5,050	11,700	20,350	---
Alcachofas	7,700	10,450	26,400	40,700	50,050
Apio	1,600	2,400	8,200	14,200	---
Arándanos	1,400	2,350	10,550	15,300	22,250
Arándanos agrios	650	950	---	3,200	---
Bananas (verdes)	---	---	4,850	7,400	---
Batatas curadas	---	---	4,800	---	---
Batatas sin curar.	---	---	6,300	---	14,000
Berro	5,050	10,150	40,700	---	---
Brócoli	4,400	21,400	56,500	68,100	158,400
Calabaza "butternut"	---	---	---	---	20,650
Calabaza amarilla cuello recto	2,700	3,600	18,250	20,050	---
Cebollas secas	650	750	2,400	3,650	6,200
Cebollas verdes	3,600	9,400	17,950	25,800	33,800
Cerezas agrias	2,100	2,850	8,500	13,650	---
Cerezas dulces	1,050	2,600	7,700	---	---
Ciruelas (incl. Ciruela pasa fresca)	550	1,450	2,700	4,700	10,900
Col de Bruselas	4,400	7,700	22,000	28,350	---

Tabla B 44. Calor de respiración de determinados productos frescos. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Coliflor (recortado)	3,900	4,500	10,100	17,700	24,650
Endivia y Escarola (Véase lechuga de hoja)					
Espárragos	9,700	18,050	38,500	48,750	93,250
Espinacas	4,550	10,150	39,350	50,550	---
Frambuesas	4,700	7,650	20,200	---	---
Fresas	3,300	5,450	17,950	32,800	41,800
Guisantes (verdes, en vaina)	8,500	14,400	41,900	66,750	79,200
Higos (frescos)	---	2,650	12,350	16,700	21,000
Hongos.	7,900	15,600	46,000	63,800	---
Judías blancas (en vaina)	4,450	6,100	24,700	34,300	---
Judías verdes	7,250	10,300	38,100	49,200	---
Lechuga de cabeza	2,500	3,650	8,450	12,200	18,100
Lechuga de hoja	5,100	6,450	13,800	22,100	32,200
Lechuga Romana	---	4,550	9,750	15,100	23,850
Limas	---	800	1,800	2,800	6,650
Limones	700	1,250	3,650	4,850	5,350
Maiz (dulce)	8,950	13,850	33,850	63,700	78,900
Mangos	---	3,500	9,900	24,900	26,400
Manzanas	700	1,350	4,900	5,700	---
Melocotones	1,150	1,700	8,300	17,750	22,350
Melones cantalupos	1,200	2,050	7,950	12,000	14,700
Melones honeydew.	---	900	3,050	5,150	6,700
Molondrones	---	12,250	32,050	57,400	75,900
Nabos	1,900	2,150	5,000	5,400	---
Naranjas	750	1,200	4,000	6,200	7,150
Nectarinas (Véase melocotones)					
Papas, curadas	---	1,250	1,950	2,650	---

Tabla B 45. Calor de respiración de determinados productos frescos. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Pepinos	---	---	5,300	6,850	8,050
Peras Bartlett	1,100	1,650	8,250	11,000	---
Peras Keiffer	450	---	3,850	4,750	5,300
Piñas	---	400	3,450	7,050	10,800
Puerro	2,900	5,350	21,950	--	24,850
Rábanos (recortados)	1,400	2,100	7,100	11,250	16,400
Remolachas	2,700	4,100	7,200	---	---
Repollo	1,200	2,200	4,900	8,450	12,350
Ruibarbo (sin hojas)	2,350	3,200	8,700	10650	---
Sandias	---	800	---	4,650	---
Tomates Maduros-verdes	---	1,450	4,900	7,650	9,400
Tomates rosados	---	1,300	5,850	7,500	9,050
Toronjas	---	1,000	3,100	4,250	---
Uva espina	1,700	2,850	5,950	---	---
Uvas americanas	600	1,200	3,500	7,200	8,500
Uvas europeas	400	1,000	2,400	---	6,050
Zanahorias	3,300	4,300	8,750	15,500	---
Zarzamoras	4,100	7,950	---	38,350	---

Tabla B 46. Calor de respiración de determinados productos frescos. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Algunos ejemplos de grupos de cargas compatibles y requisitos de temperatura y humedad relativa para su transporte:

Grupo 1

- Albaricoques
- Bayas (menos arándanos agrios)
- Caquis
- Cerezas
- Ciruelas y ciruelas pasas
- Granadas
- Higos (no con manzanas, peligro de transferencia de olor a los higos)
- Manzanas
- Melocotones
- Membrillos
- Peras
- Uvas⁸ (Vea los grupos 2 y 6⁹)

Condiciones de Transporte Recomendadas:

- *Temperatura:*
0° a 1.5°C (32° a 34°F)
- *Humedad relativa:*
del 90 al 95 por ciento
- *Atmósfera:*
Utilizada generalmente sólo con bayas y cerezas—del 10 al 20 por ciento de CO₂
- *Hielo*
Nunca debe entrar en contacto con el producto

Tabla B 47. Cargas compatibles y requisitos de temperatura y humedad relativa para su transporte. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Grupo 3

- Arándanos agrios
- Cantalupos
- Lichis (Vea también el grupo 4)
- Limones
- Mandarinas
- Naranjas

Condiciones de Transporte Recomendadas:

- **Temperatura:**
2.5° a 5.0°C (36° a 41°F)
- **Humedad relativa:**
del 90 al 95 por ciento; los cantalupos alrededor del 85 por ciento
- **Hielo:**
En contacto solamente con los cantalupos

Tabla B 48. Cargas compatibles y requisitos de temperatura y humedad relativa para su transporte. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Grupo 5

- Berenjenas (vease también el grupo 2)
- Calabazas grandes y calabazas, invierno
- Jengibre (no con las berenjenas, vease también el grupo 7)
- Papas (última cosecha)
- Pepinos
- Sandías
- Toronjas, Florida (después del 1ro de enero) y Tejas

Condiciones de Transporte Recomendadas:

- **Temperatura:**
4.4° a 13°C (40° a 55°C): jengibre no por debajo de 55°F
- **Humedad relativa:**
del 85 al 90 por ciento
- **Hielo:**
Nunca debe entrar en contacto con el producto.

Grupo 8

- Ajo
- Cebollas, secas

Condiciones de Transporte Recomendadas:

- **Temperatura:**
0 ° a 1.5°C (32° a 34°F)
- **Humedad relativa:**
del 65 al 75 por ciento
- **Hielo**
Nunca debe entrar en contacto con el producto.

Tabla B 49. Cargas compatibles y requisitos de temperatura y humedad relativa para su transporte. Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Anexo C. Glosario

Aduana: se trata de la oficina gubernamental destinada a controlar las operaciones de comercio exterior. El objetivo de esta entidad registrar el tráfico y cobrar los impuestos establecidos por ley asociados a dicho tráfico de mercancías.

Agencia de transportes (en inglés, *transport agency*): es la entidad que interviene en la contratación del transporte internacional. No es necesario que disponga de una flota propia de vehículos. Actúa como transportista frente al exportador/importador y de cargador frente a los transportistas cuando contrata sus servicios.

Agente de aduanas (en inglés, *customs agent*): es la persona física o jurídica, facultada por la Dirección de Aduanas) para tramitar la documentación necesaria en los despachos de exportación e importación de las mercancías, así como de efectuar los pagos de aranceles, impuestos, obtención de licencias, certificados, frente a las autoridades aduaneras, por cuenta del usuario, exportador o importador.

Agente marítimo o consignatario (en inglés, *shipping agency*): es la persona física o jurídica que representa los intereses del armador (o del fletador) en el puerto.

Ancho de vía (en inglés, *track gauge*): es la distancia entre la parte interna de los raíles de una línea ferroviaria. Generalmente es de 1.435 metros, aunque en España es de 1.667 metros.

Apartadero: también denominada vía de apartado, es una vía corta que deriva de la principal. Su utilidad es la de apartar en ella trenes, coches, vagones, tranvías o locomotoras. El apartadero puede ser también una dependencia para la carga, descarga, estacionamiento y distintas operaciones ferroviarias.

Apiladora telescópica (en inglés, *reach stacker*): es una grúa automóvil equipada con un mecanismo de elevación frontal que permite desplazar, elevar y apilar UTIs.

Armador (en inglés, *shipowner*): es la persona, física o jurídica, propietaria real de un buque. Puede explotar el buque utilizándolo en diversos servicios él mismo o alquilarlo (fletamento).

Autopista ferroviaria (en inglés, *iron highway*): se denominan así a los servicios de transporte combinado carretera/ferrocarril con tráfico intenso.

Autopista marítima (en inglés, *sea motorway*): se designan con este nombre las principales rutas del transporte marítimo. En este término se incluyen los puertos con tráfico intenso.

Bloqueo: es el sistema de organización de la circulación de los trenes para que no colisionen durante su recorrido. De este modo, se reserva un tramo de la vía para una circulación, y así se evita que otro tren invada ese dicho tramo.

Bogie: es un dispositivo giratorio que consta de dos o más ejes, cada uno con dos ruedas, sobre los que se soporta un vehículo ferroviario.

Buque alimentador (en inglés, feeder): es el buque que transporta la mercancía en servicios de aporte.

Cadena de transporte: se denomina así a la secuencia de medios de transporte y nodos de transporte para el movimiento de mercancía desde su origen a su destino, con uno o más transbordos.

Caja móvil (en inglés, swap body): es una unidad concebida para el transporte de mercancías, adaptada de a las dimensiones de los vehículos terrestres (aquí radica la diferencia con los contenedores). Para ser usadas en ferrocarril deben contar con la homologación de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles, en inglés, *International Railway Union*). Otra diferencia con el contenedor es que normalmente no se pueden apilar ni elevar, ya que no tienen la suficiente resistencia estructural.

Cambio de ancho: se denomina así a la maniobra automática o semiautomática que permite modificar el ancho de vía de un vehículo ferroviario, de ibérico a internacional y viceversa. Su mecanismo provoca que las ruedas se desplacen hacia el interior o el exterior del eje., la posición se fija mediante unos cerrojos mecánicos. De esta manera se evitan los transbordos o los cambios manuales de ejes.

Cargador (en inglés, shipper): es la persona o compañía que confía a terceros (agencia, transitario, operador de transporte, transportista) la protección de las mercancías hasta su llegada al destinatario.

Carretera rodante (en inglés, Rolling road): se trata de un tipo de tecnología fabricado en Suiza para el transporte de camiones enteros y de vehículos articulados utilizando vagones con ruedas (transporte combinado carretera/ferrocarril acompañado). Esta técnica permite acoger la mayoría de los remolques sin modificación ni levantamiento de éste. Es utilizada bajo el Canal de la Mancha (Eurotúnel), en los Alpes, en Suiza, en Italia, en Alemania, en Austria y Eslovenia (Hupac). Otros sistemas menos comunes son el *Modalohr* y el *ResoR@ail*.

Carretilla elevadora (en inglés, fork lift truck): es un vehículo automóvil equipado con una horquilla frontal que le permite desplazar o apilar palés, contenedores o cajas móviles. Los dos últimos únicamente cuando están vacíos.

Carretilla pórtico (en inglés, straddle carrier): es una grúa con pórtico móvil que se desplaza sobre unas ruedas neumáticas.

Centros de carga aérea: son plataformas especializadas en el intercambio modal aire-tierra. Constan de terminales de carga general y pueden incluir zonas de almacenamiento para transitarios y operadores logísticos, así como áreas de distribución para empresas cargadoras.

Centros de carretera: son centros de servicios al transporte, están constituidos por una zona de servicios para empresas de transporte por carretera. En ocasiones pueden incluir una pequeña área logística.

Centros de transporte (en inglés, freight terminal): son plataformas logísticas centradas en el transporte por carretera. Incluyen servicios a personas y a vehículos, centros administrativos y centros de contratación de cargas.

Comodalidad: se denomina así a la eficiencia en el uso de los modos de transporte, tanto individualmente, como en el marco de una integración multimodal, para alcanzar una utilización de los recursos eficiente y sostenible.

Contenedor (en inglés, *container*): se trata del término genérico utilizado para designar una caja que transporta mercancías, suficientemente resistente para su reutilización, y con la resistencia estructural necesaria para ser suspendido en el aire y poderse apilar. Es el elemento integrador en el transporte multimodal e intermodal de mercancías.

Contenedor aéreo (en inglés, *air container*): es un contenedor adaptado a las normas de navegación aérea.

Contenedor marítimo (en inglés, *maritime container*): es un contenedor destinado al transporte marítimo de carga general.

Contenedor terrestre (en inglés, *land container*): es un contenedor que cumple las especificaciones de la UIC (*International Railway Union*) para ser utilizado en el transporte combinado tren/carretera.

Costes de fricción: se denominan así a los costes que constituyen una medida de la ineficiencia en las operaciones de transporte. Los posibles retrasos, los riesgos de desperfectos, los procedimientos administrativos complejos o las limitaciones del tipo de mercancías se traducen en costes de fricción.

Cuello de botella (en inglés, *bottleneck*): se denominan de esta manera los sectores en los que se produce una congestión significativa del tráfico de mercancías. Este hecho puede ser debido a deficiencias físicas o técnicas. Por ejemplo, en el transporte ferroviario, suponen cuellos de botella tramos con una única vía para los dos sentidos.

Destinatario (en inglés, *consignee*): persona responsable de recoger las mercancías.

Distriparks o áreas logísticas de almacenamiento y distribución: son plataformas logísticas, generalmente de carácter regional, con todos los servicios y equipamientos necesarios para llevar a cabo las actividades de almacenamiento y distribución. En ellos se pueden encontrar departamentos logísticos de empresas productoras, de empresas de distribución, operadores logísticos o empresas de almacenamiento.

Estibador (en inglés, *stevedoring*): es una empresa o persona que efectúa las operaciones de manipulación de las mercancías en tierra y de carga y descarga de los buques.

Expedición, envío, remesa (en inglés, *consignment*): se denomina así al conjunto de mercancías cubiertas por un mismo contrato de transporte.

Fletador (en inglés, *chartering agent*): es la persona física o jurídica que alquila (fleta) un buque para su explotación. El fletador y el armador establecen contratos en lo que se establece al fletador como el transportista efectivo ante los cargadores.

Flete (en inglés, *charter*): es el precio que se paga por transportar una mercancía.

Gálibo ferroviario de carga (en inglés, *rail loading gauge*): es la distancia mínima de paso (definida por la sección transversal, ancho y altura) que deben permitir los túneles, puentes y demás estructuras contiguas a la vía. El gálibo marca también la medida máxima tanto en altura como en anchura de los vagones para poder circular por una línea.

Grúa pórtico (en inglés, *gantry crane*): es una grúa constituida por un puente elevado (pórtico), que puede desplazar las cargas vertical y horizontalmente, maniobrando sobre raíles dentro de una superficie limitada.

Incoterms: se denominan así a una serie de términos comerciales usados en los contratos de compraventa. Pese a no ser términos creados para los contratos de transporte, sí se deben compaginar con sus diferentes modalidades.

Intermodalidad (en inglés, *intermodality*): es el término que se utiliza para describir un sistema de transporte en el que dos o más medios de transporte intervienen en el envío de mercancías de forma integrada, sin procesos de carga y descarga, en una cadena de transporte puerta a puerta.

Interoperabilidad: es la capacidad de circular indistintamente por cualquier tramo de la red ferroviaria.

Límite de responsabilidad (en inglés, *limit of liability*): es la máxima cantidad de dinero que un transportista debe abonar al cargador si la carga sufre algún daño o pérdida.

Mandante (en inglés, *principal*): es la persona física o jurídica que confía a un tercero la realización de ciertas actividades.

Operador de transporte multimodal o OTM (en inglés, *multimodal transport operator*): es la persona física o jurídica que adquiere el compromiso frente al exportador/importador como transportista principal y es el emisor del documento unificado de todos los medios de transporte utilizados. Esta persona asume todas las responsabilidades de la ejecución del contrato.

Palé o paleta (en inglés, *pallet*): es un armazón o plataforma de madera, plástico u otros materiales, empleado en el movimiento de carga debido a la facilidad en su manejo manualmente o con maquinaria.

Plataforma logística (en inglés, *freight village/ logistic centre*): es una zona en la que se concentran actividades de carga y descarga, intercambio modal, etiquetado, paletización, separación de pedidos (*picking*) o almacenamiento.

Puerto seco (en inglés, *dry port*): es una terminal intermodal de mercancías situada en el interior de un país y que dispone de un enlace directo con un puerto marítimo. Consta de un área intermodal ferrocarril/carretera como área funcional principal, y puede constar de otros servicios.

Rampa: es el desnivel del terreno medido en milímetros de ascenso por metro horizontal recorrido. Se expresa en milésimas. En el transporte de mercancías se aconseja no superar las 12.5 milésimas por motivos de seguridad. La construcción de líneas ferroviarias sin respetar este desnivel máximo para mercancías, hace que trayectos de alta velocidad como el Zaragoza- Madrid esté preparado únicamente para el transporte de pasajeros, desaprovechando la posibilidad de trasladar mercancías entre estos dos puntos.

Red Transeuropea de transporte (en inglés, *trans-European transport network* oTEN-T): es la red europea básica legislada dentro de la Unión Europea que conectará los distintos países de la UE. Los objetivos

principales son: construir las conexiones medulares necesarias para facilitar el transporte, optimizar las infraestructuras existentes, conseguir la interoperabilidad de los elementos de la red, integrar todos los medios de transporte y adquirir una dimensión medioambiental de la red, y prever la ampliación de la UE a terceros países.

Remolque (en inglés, *trailer*): es un vehículo no motorizado para el transporte de mercancías, destinado a acoplarse a un vehículo motorizado rígido. Cuentan con un eje trasero y delantero.

Rodadura desplazable (en inglés, *variable gauge/shifting rolling system*): son los ejes de un vehículo ferroviario, se denominan de esta forma cuando permiten al vehículo circular por distintos anchos de vía mediante un proceso de adaptación que no precisa la sustitución de rodales, ruedas, ejes o *bogies*.

Semirremolque (en inglés, *semi-trailer*): es un vehículo no motorizado para el transporte de mercancías, destinado a acoplarse a un vehículo motorizado (normalmente una cabeza tractora) de manera que una parte de la carga sea sostenida por el vehículo que lo arrastra. No tienen eje delantero y acostumbran a ir enganchados sobre la quinta rueda de una cabeza tractora, apoyándose parcialmente en la misma.

Semirremolque de transporte bimodal (en inglés, *bimodal semi-trailer*): es un vehículo no motorizado para el transporte de mercancías con una tecnología específica que permite la realización horizontal en el transbordo carretera/ferrocarril. La mayoría tienen en común un semirremolque bimodal y un *bogie* bimodal.

Servicio de aporte (en inglés, *feeder service*): se denomina así al transporte marítimo de corta distancia entre un puerto menor y un *hub port* (puerto principal que recibe buques oceánicos y que consta de capacidad intermodal).

Subcontratista (en inglés, *subcontractor*): es una tercera persona o empresa a la que el transportista ha encargado la ejecución del transporte, completamente o parcialmente.

Tercer carril: se denomina así a la solución adoptada en numerosos tramos de la vía ferroviaria para hacer compatible la circulación por dichos tramos de trenes de diferente ancho.

Terminal multimodal o plataforma logística multimodal (en inglés, *multimodal terminal*): es una zona que consta con la maquinaria necesaria para el transbordo y almacenamiento de las unidades de transporte intermodal (UTIs). Pueden incluir zonas de explotación única exclusiva a un operador (como las zonas reservadas como terminales de contenedores en los puertos).

Transbordo (en inglés, *transshipment*): se trata de la operación de traslado de una unidad de carga de un medio de transporte a otro.

Transbordo Lo-Lo (*Lift On – Lift Off*): se denomina así al transbordo efectuado con equipos de elevación.

Transbordo Ro-Ro (*Roll On – Roll Off*): se denomina así al transbordo efectuado mediante ruedas.

Transitario (en inglés, *forwarding agent/ freight forwarder*): es la persona física o jurídica que representa los intereses del emisor.

Transporte combinado (en inglés, *combined transport*): es el término usado por la Comisión Europea para designar el transporte intermodal de mercancías entre estados miembros de la Unión Europea.

Transporte combinado acompañado: designa el transporte de un vehículo de transporte por carretera entero acompañado por el conductor mediante otro medio de transporte (por ejemplo, un buque o un tren).

Transporte intermodal (en inglés, *intermodal transport*): designa el movimiento de mercancías en una misma unidad de carga o vehículo usando dos o más medios de transporte sin manipular la mercancía durante los transbordos.

Transporte marítimo de corta distancia (en inglés, *short sea shipping* o SSS): designa el transporte de mercancías por mar entre puertos europeos y/o puertos de terceros países ribereños de unos de los mares cerrados que sirven de frontera a Europa.

Transporte multimodal (en inglés, *multimodal transport*): designa el movimiento de mercancías usando dos o más medios de transporte, cubierto por un contrato de transporte multimodal. El transporte intermodal es un tipo de transporte multimodal.

Transporte por carretera/ferrocarril (en inglés, *rail-road transport*): designa el transporte que combina las vías de carretera y de ferrocarril.

Transportista (en inglés, *carrier*): es la persona responsable del movimiento de mercancías, ya sea directamente o a través de una tercera parte (subcontratación).

Tren-carretera: se denomina así al conjunto vehículo motorizado y remolque.

Unidad de transporte intermodal o UTI (en inglés, *intermodal transport unit* ITU): es el contenedor, caja móvil o semirremolque utilizado en el transporte intermodal. También se puede denominar unidad de carga intermodal (UCI). Tiene unas medidas estandarizadas para facilitar la compatibilidad entre los diferentes medios de transporte.

Vagón con hueco para semirremolque (en inglés, *pocket wagon*): también denominados vagones poche, constituyen una de las técnicas de transporte combinado carretera/ferrocarril no acompañado. Con la ayuda de grúas pórtico se eleva el remolque o semirremolque y se sitúa sobre el vagón, dotado de un hueco para el conjunto eje-ruedas.

Vagón de plataforma rebajada (en inglés, *low floor wagon*): se trata de un vagón de tren con una plataforma de carga rebajada destinada al transporte de UTIs.

Vehículo articulado (en inglés, *articulated vehicle*): se trata de un vehículo motorizado acoplado a un semirremolque.

ZAL o zonas de actividades logísticas: son plataformas logísticas asociadas a puertos marítimos. Son necesarias ya que se necesita un amplio espacio para manipular y distribuir la mercancía marítima. Las ZAL deben disponer de condiciones óptimas de régimen y servicios aduaneros. Es por ello que para una empresa importadora existen tres alternativas de instalación y almacenamiento de mercancías en el territorio antes de pasar por la oficina de aduana:

1. Zona franca (en inglés, *freeport*): es una parte del territorio nacional delimitado en el cual las mercancías introducidas se consideran fuera del territorio aduanero nacional para la aplicación de derechos aduaneros y tributos de importación, y, por lo tanto, tampoco están sometidos al

control habitual de la aduana. Estas zonas deben ser autorizadas por los Estados miembro de la UE. Las mercancías pueden almacenarse allí durante un tiempo ilimitado. Es una zona especialmente conveniente para empresas dedicadas al comercio internacional.

2. Depósito franco: es un local cerrado señalado dentro del territorio nacional y autorizado por el Estado, en el cual las mercancías introducidas se consideran fuera del territorio aduanero nacional para la aplicación de derechos aduaneros y tributos de importación.
3. Depósitos aduaneros: son locales destinados a almacenar mercancías solicitadas al régimen de depósito (régimen fiscal) y que posteriormente serán destinados a otros regímenes u operaciones aduaneras. Pueden ser públicos o privados. El tiempo máximo de estancia de la mercancía en este tipo de almacenes es de cinco años.

Anexo D. Indicadores medioambientales

Estos indicadores son clave para la gestión ambiental (Key Performance Indicators KPI) de UIC (Unión Internacional de Ferrocarril). La existencia de indicadores normalizados a escala mundial permite evaluar la gestión ambiental de las empresas ferroviarias, así como realizar una comparación dentro de las mismas empresas del sector y con otros modos de transporte.

Consumo de energía:

- Consumo específico de energía final (intensidad energética) en el transporte de mercancías. Electricidad [Kwh/tkm]
- Consumo específico de energía final (Intensidad Energética) en el transporte de mercancías [L-diesel/tkm]
- Consumo específico de energía primaria (Intensidad Energética Primaria) en el transporte de mercancías [KJ/tkm]

Porcentaje de energías renovables

- Porcentaje de consumo de electricidad de origen renovable en el total de energía primaria de tracción
- Porcentaje de biodiésel como parte del consumo de diésel

Emisiones de CO₂

- Emisiones específicas de CO₂ en el transporte de mercancías [gr CO₂/tkm]

Emisiones de contaminantes locales

- Emisiones específicas de NOx en el transporte de mercancías [gr NOx/tkm]
- Emisiones específicas de PM en el transporte de mercancías [gr PM/tkm]

Emisiones acústicas

- Proporción de tráficos de baja emisión acústica (% según fórmula)
- Proporción de líneas que cumplen con los límites acústicos (% según fórmula)

Ocupación del suelo

- Uso específico del suelo de las infraestructuras ferroviarias [km²/UT]

ⁱBruinsma, J. *World Agriculture: towards 2015/2030: Summary Report*. Rome (Italy). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2002

ⁱⁱ1st IIR Informatory Note on Refrigeration and Food: The Role of Refrigeration in Worldwide Nutrition. 1996

ⁱⁱⁱEl Fondo de Cohesión está destinado a los Estados miembros cuya RNB (renta nacional bruta) per cápita es inferior al 90 % de la renta media de la UE. Su objetivo es reducir las disparidades socioeconómicas y promover el desarrollo sostenible.)

^{iv} Datos extraídos de la página web de la Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> [abril 2018]

^v E.Abad et al. *RFID Smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain*. 2009

^{vi}Silvia Estrada, David Tanner. *RFID Smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain*. 2009