



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

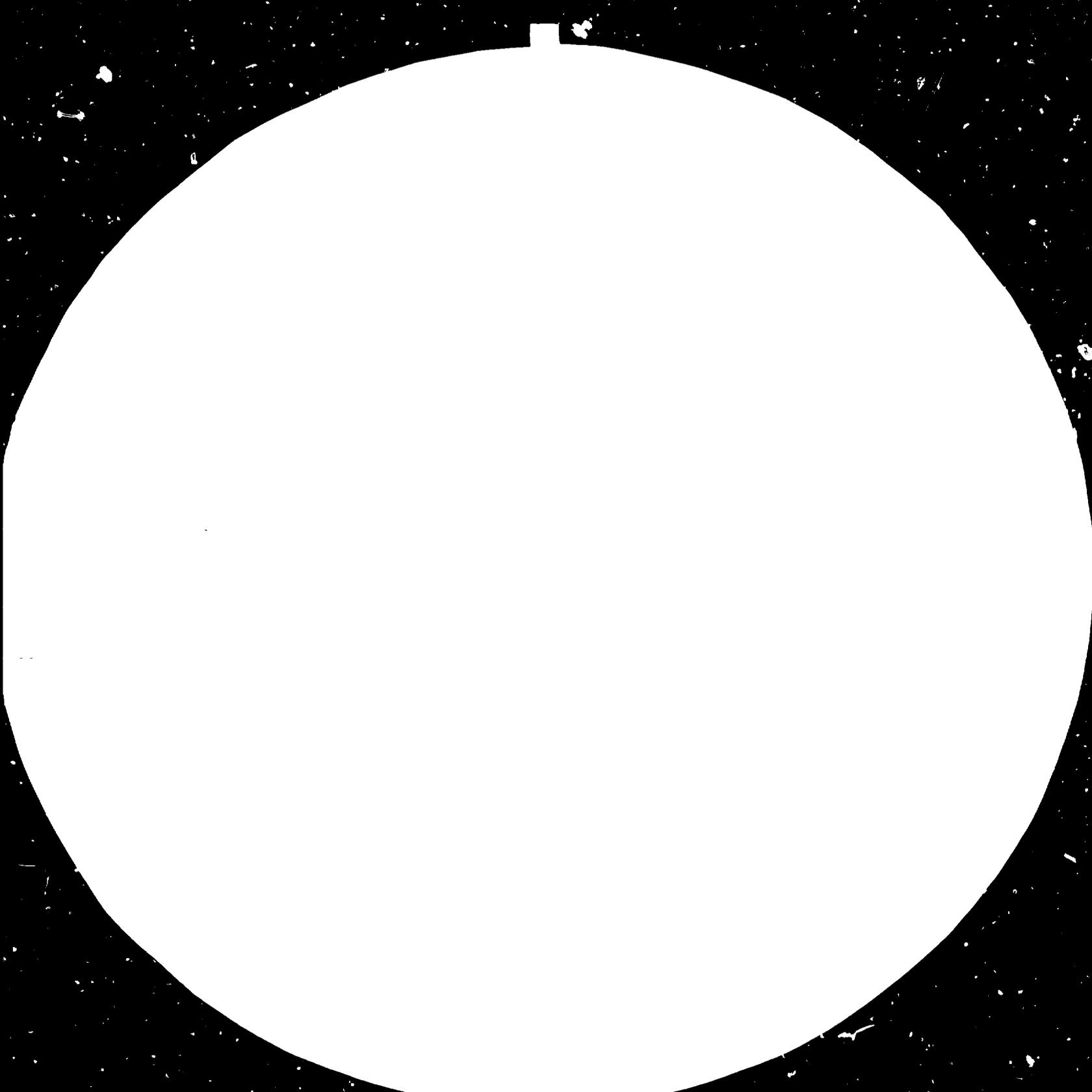
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

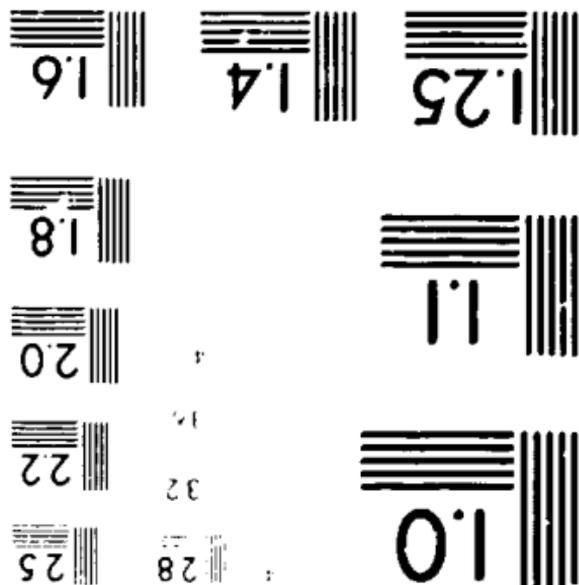
## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART  
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-  
1963-A  
STANDARD REFERENCE MATERIAL NO. 1019  
ANTHONY COPY COMPANY





13811



Distr.  
LIMITADA

ID/WG.375/19  
10 enero 1983

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ESPAÑOL

Reunión de expertos sobre el desarrollo de  
construcciones y reparaciones navales en  
pequeña escala para países de América Latina

La Habana (Cuba), 9-12 noviembre 1982

LA INTEGRACION DEL TRANSPORTE MARITIMO  
EN EL MULTIMODAL\*

preparado por

Eduardo Martínez-Abarca\*\*

2608

\* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

\*\* Dr. Ing. Naval, Director SENERMAR

LA INTEGRACION DEL TRANSPORTE MARITIMO  
EN EL MULTIMODAL

---

INTRODUCCION

La determinación de los planes de definición de nuevas flotas y como consecuencia los de construcción naval, debe realizarse después de un profundo análisis de las necesidades de transporte.

Cada vez se afianza más el concepto de transporte multimodal como respuesta a la idea del servicio puerta a puerta.

Los diferentes modos de transporte están conectados entre sí, de forma que se producen claras interacciones entre ellos. El transporte marítimo, como constituyente de uno de esos modos, está sometido a claras influencias de los otros modos. Resulta pues de gran interés estudiar el transporte marítimo integrado en el multimodal, analizando las mencionadas interacciones, los problemas derivados y la forma de tratar de encontrar las soluciones más adecuadas.

INTERACCION TIERRA-MAR

Generalidades

Como vamos a ver a continuación son enormes las interacciones que se producen entre los dos modos de transporte terrestre y marítimo, pero no debemos olvidar algún ejemplo de interacción tierra-tierra.

Cuando hablo de la interacción tierra-tierra, me refiero a lo que podríamos denominar el "efecto de espejo" en un transporte multimodal. Este se produce como consecuencia de la simetría que existe en este transpor-

te, ya que la primera y tercera fases son terrestres, mientras que la intermedia es marítima. Al utilizar, lógicamente, la misma unidad de carga durante todo el transporte, el modo correspondiente a la primera fase está condicionando, de alguna forma, el de la última.

Aparte de esta interacción citada, donde más claramente se aprecia la interacción es entre los modos tierra y mar. La aportación de datos y casos podría ser de tal magnitud, que me veo precisado a abreviar drásticamente. Las consecuencias de la adaptación a bordo de los elementos que hay que transportar por tierra constituyen el tema de numerosos trabajos e incluso Congresos específicos completos.

#### Influencia del transporte terrestre en el marítimo.

Voy a dedicar un apartado a cada uno de los buques de transporte de unidades de carga y otro a un conjunto de casos menos brillantes, pero que ayudan a dar una perspectiva más completa y heterogénea.

No voy a caer en la tentación de hacer juicios comparativos entre las diferentes soluciones. Ha habido y hay aún mucha subjetividad y ardor en la discusión y cuando esto ocurre se pierde parte de la razón y es difícil espigar criterios razonables. Sólo diré a este respecto que mi posición es más bien ecléctica. No creo que haya panaceas universales que anulen las otras soluciones. Hay casos claros que hacen recomendable un tipo determinado de buque, pero hay otros muchos en que la elección sólo puede realizarse después de un detallado estudio comparativo técnico-económico. Mi experiencia personal en este tema es que los resultados de tales estudios son algunas veces sorprendentes, y nada intuitivos.

Buques Portacontenedores.

Este es uno de los casos en que la influencia del transporte terrestre - es más notoria.

El contenedor es una unidad nacida en tierra y transportada por carretera, antes de pensar en su transporte marítimo. Las dimensiones de los - contenedores están fijadas por su origen. Refiriéndonos a los buques - propiamente portacontenedores, es evidente que sus dimensiones están sujetas a la modularización. La manga útil de bodegas, la eslora de las - mismas y su puntal son múltiplos de las dimensiones equivalentes de los contenedores, más los huelgos operativos correspondientes.

La altura de los contenedores, que inicialmente se había adoptado de 8', está inclinándose hacia 8'6", con la consiguiente influencia en el puntal de los buques, precisamente porque los transportistas terrestres han comprobado que este aumento es admisible y que mejora la utilización de los camiones. Es uno de los más claros casos de acción del transporte - terrestre sobre el marítimo.

La longitud de los contenedores es la característica más variable. Los 35' iniciales de la Sealand fueron adoptados porque era la máxima longitud permisible entonces en los transportes terrestres. Cuando la reglamentación admitió llegar a 40' en tierra se cambió la longitud del contenedor. Los buques siguieron estos cambios.

El contenedor de 20' es de mejor utilización en Europa, por el trazado - en general más sinuoso de sus carreteras. Otra vez el transporte terrestre imponiendo sus normas.

El ferrocarril ha encajado fácilmente el contenedor, pues en definitiva se le abarataba el material de transporte, pero realmente no ha impuesto condiciones, sino que más bien ha aceptado las del transporte por carretera.

He mencionado hasta ahora sólo las consecuencias de dimensionamiento del buque por adoptar el contenedor como unidad de transporte. Hay otras muchas que simplemente enumero:

Tamaño modularizado de escotillas, carga sobre ellas de los contenedores, estructura de doble casco, estructura especial de doble fondo, altura de superestructura para conseguir visibilidad, guías especiales en bodegas, formas especiales de casco, gran velocidad como consecuencia del rápido ciclo requerido de transporte, condiciones especiales y críticas de estabilidad, etc.

Hay otra clara interacción del transporte terrestre en el marítimo como consecuencia del contenedor, que es más difícil de detectar físicamente, pero que es de una gran importancia. Me refiero al cambio de estructura de los tráficos tradicionales, hasta el punto de modificar básicamente - las vías marítimas de comunicación preexistentes.

Buques para carga paletizada.

Esta unidad de carga presenta unas características también muy particulares, que proviniendo del transporte terrestre, influyen grandemente en los buques. Sin embargo, siendo las dimensiones en planta muy inferiores a las de los contenedores, la influencia en fijación de manga y eslora de bodegas es mucho menor.

La altura, en cambio, de la paleta es fundamental y condiciona totalmente las alturas netas de espacios de carga. Si estas no se estudian convenientemente las pérdidas de volúmen pueden llegar a ser superiores al 30 %.

Otro elemento que afecta decisivamente al proyecto del buque es la utilización de carretillas, para las que hay que prever su libre circulación.

A continuación enumero algunas de las características que es preciso tener en cuenta al proyectar un buque, como consecuencia de la influencia que sobre él ejerce la paleta: Alturas de espacios de carga reducidos, número de cubiertas mayor, estructura de cubiertas sin elementos que estorben a la circulación de las paletas, cubiertas despejadas por su cara Superior, espesores de cubierta adecuados, comunicación horizontal de espacios de carga, cubiertas sin brusca ni arrufo, formas con superficies de cubiertas máximas, puertas de costado amplias para las operaciones "truck-to-truck", ascensores interiores, etc.

Buques roll-on/roll-off.

Este es uno de los tipos de buques más revolucionario en su concepción de los últimos tiempos. Sin embargo es curioso pensar que su principio básico de movimientos horizontales, es decir, sin tener que trabajar contra la gravedad, no haya sido desarrollado hasta hace tan poco tiempo. La integridad lateral del casco ha primado, hasta que los cierres han llegado a dar suficiente seguridad.

La influencia del transporte terrestre es evidente; es como meter la carretera a bordo. Los buques ro-ro están obligados a estar atentos a los

cambios que se introducen en los vehículos terrestres. Es muy corriente que un ro-ro, durante su vida tenga que sufrir más de una transformación por esta causa.

Entre las más características influencias del transporte terrestre se encuentran: Manga útil como un múltiplo de las anchuras de los vehículos a transportar, más los huelgos previstos; manga útil para la evolución de los vehículos en el interior; puntales netos de los espacios de carga adecuados; estructuras características de cubiertas sin apoyos intermedios; rampas externas e internas; cámara de máquinas de altura muy reducida, complicados guardacalores, etc.

Otros casos de influencia del transporte terrestre en el marítimo.

- En los buques polivalentes, algunos de sus dispositivos especiales están concebidos para la más fácil recepción de unidades de carga impuestas por el transporte terrestre.
- Las unidades de carga LUF (Lifting unit frame), obligan a recibir y transportar estas unidades rodantes de hasta 100 Ts., 5 metros de anchura y 6 metros de altura.
- El transporte de grandes componentes de la industria es también un reto para el transporte multimodal. En este caso, tanto el transporte terrestre, como el marítimo son "víctimas" de las necesidades, aunque en definitiva, quien impone las limitaciones a los componentes es el transporte terrestre. Dos tipos diferentes de soluciones se han utilizado: la del embarque vertical y la del horizontal, y en ambos es necesario disponer de elementos muy especiales.

- El transporte de cemento nos da un curioso ejemplo de interacción, que se presenta también en el transporte de algunos otros graneles áridos. Este transporte nos proporciona un claro y ya antiguo ejemplo de cómo resolver los problemas del multimodalismo, estudiando el conjunto.

### Influencia del Transporte Marítimo en el Terrestre

Hay un efecto muy claro, sobre el transporte terrestre de destino, de las unidades de carga que vienen transportadas en los buques, aunque no sea una influencia directa del transporte marítimo en el terrestre. Como ya he comentado anteriormente al referirme al "efecto de espejo", el transporte terrestre en destino, no es más que el reflejo del correspondiente en origen. El buque no es pues el originario de las condiciones de transporte en destino.

Si excluimos, lógicamente, estas interacciones reflejas, la cantidad e importancia de las influencias que ahora comento son realmente escasas. Estoy seguro de que una caza sistemática dentro del enorme campo del tráfico marítimo, permitirá presentar más ejemplos de los que después se citan, pero puedo asegurar que he puesto el mismo empeño para detectar las acciones tierra-mar y mar-tierra.

Aquí van las "piezas cobradas":

- La altura de las paletas viene generalmente fijada por las características mecánicas de la carga apilada correspondiente. Sin embargo, al tener los espacios de carga en el buque unas alturas mínimas pueden las paletas quedar a alturas inferiores a las netas a bordo, con lo que la pérdida de volumen útil sería elevada. En este caso debe au-

mentarse la altura de la paleta para aproximarse a la permitida por el buque. El transporte terrestre viene entonces influido por la nueva altura marcada por el buque.

- Se adopta prácticamente de forma general el cálculo de la estructura de los contenedores, suponiendo un apilado en nueve capas. Esta es una condición impuesta por los grandes buques porta-contenedores.
- Cuando un transporte multimodal incluye un transporte marítimo con coste alto, la influencia marítima es mayor.

Tal es el caso de buques frigoríficos o refrigerados que transportan mercancías perecederas a través del Atlántico, pongo por caso. La unidad originaria de carga es una caja. Estas cargas suelen cubicar bastante. En estas circunstancias, el aprovechamiento volumétrico de las bodegas es primordial. Cuanto más pequeña sea la unidad de carga, mejor se aprovecha el volumen de bodegas, por lo que la consecuencia es el transporte marítimo en cajas sueltas, sin formar unidades mayores.

### Conclusiones

Se deduce de cuanto antecede, que las interacciones tierra-mar son muy grandes y en algunos casos las influencias son recíprocas.

No obstante, es evidente que el transporte marítimo está mucho más influenciado por el terrestre, que el terrestre por el marítimo.

El resultado de todo ello, es un reto al tráfico marítimo y como consecuencia a la tecnología naval, que se han visto forzados, especialmente

en los dos últimos decenios, a afrontar y a resolver una gran cantidad de nuevos problemas y han demostrado un dinamismo imaginativo, que evidentemente no habían derrochado con anterioridad. Sin embargo, el transporte terrestre no ha tenido un desarrollo tan espectacular en su tecnología, es decir, que dentro del transporte multimodal, el marítimo ha aportado muchas más innovaciones y avances que el terrestre.

El buque ha demostrado una gran adaptabilidad a la carga, definida fundamentalmente por el transporte terrestre, basándose en la gran libertad de proyecto que brinda el mar.

## EL TRANSPORTE MULTIMODAL

### Presentación

En un transporte multimodal lo más importante no es estudiar las interacciones para saber quién es el causante originario de un efecto. Lo importante realmente es conocer estas interacciones para resolver el problema conjunto, para mejorar el transporte concebido integralmente.

Son muchos los planteamientos y las circunstancias que rodean un transporte multimodal y son por tanto muchas también las soluciones. No hay soluciones generales. Lo que es preciso es encontrar en cada caso la solución integral que mejor resuelva cada problema.

¿Cómo se ha llegado a esta nueva situación?

El origen del transporte multimodal lo encontramos sin salir del transporte terrestre, integrando en un solo concepto las operaciones de un

contenedor de puerta a puerta. Después el transportista por carretera "se aventuró en el mar", debiendo entonces controlar los contenedores - en todo su recorrido. Fueron realmente los armadores los promotores de los contenedores en Europa. En definitiva, querían cerrar el ciclo. El armador se convierte en transportista total, entrando en campos colindantes al suyo específico.

El transporte multimodal se basa en las unidades de carga, pero ¿qué unidades de carga son las más adecuadas?, ¿cómo manejarlas?, ¿cómo escoger las características más idóneas de cada medio de transporte?, ¿qué itinerarios son preferibles?

La respuesta a estas preguntas se encuentra si se hace una evaluación sistemática de las alternativas.

#### Modelo de evaluación.

Para hacer una evaluación sistemática de un problema que tiene gran cantidad de datos, alternativas y resultados es necesario desarrollar un modelo para ordenador que ofrece velocidad de cálculo, gran capacidad de almacenamiento de datos y manipulación compleja de los mismos.

El modelo debe simular el tráfico, mediante la definición de una red de actividades de transporte y comercialización, incluso partiendo de diferentes puntos interiores de origen, diferentes puertos de origen, diferentes puertos de destino y, por último, diferentes puntos interiores de destino. Se trata de optimizar el flujo total de la red, investigando el coste total del sistema de transporte.

Uno de los conceptos que introduce mayor complejidad es la exploración de las redes de transporte, definiendo las mismas de manera flexible y rápida mediante parámetros y variables.

El modelo matemático de evaluación que se describe a continuación es bastante flexible en cuanto a su aplicación, pero no lo suficiente para admitir cualquier planteamiento. Un modelo realmente universal conduciría a complejísimos programas no utilizados en gran medida en los casos reales, que exigirían de todos modos alguna adaptación. Mi experiencia en este tema es que no se ha podido aprovechar al 100 % un modelo de transporte para otro caso, aún similar.

El modelo tiene en cuenta una serie de restricciones y limitaciones que se imponen a cada proceso, tales como cantidades de origen de cada punto, cantidades de recepción en cada punto, flujos máximo y mínimo para las distintas actividades, etc.

El proceso matemático de optimización de la red está basado en el algoritmo de investigación operativa conocido como "out of Kilter".

En la figura del final se muestra el Organigrama del flujo del modelo.

Aparte de programas auxiliares de menor entidad, los principales son los siguientes:

- Programa principal de control.
- Lectura y verificación de datos de la red.
- Lectura y verificación de datos para actualización de la red.
- Lectura de datos generales de una red y control del número de procesos.

- Impresión de primera página y cabeceras de página.
- Cálculo del coste del transporte por carretera.
- Impresión de datos de la red.
- Preparación de datos para el algoritmo "out of Kilter".
- Cálculo del flujo óptimo a costo mínimo de una red de actividades, de acuerdo con el algoritmo "out of Kilter".
- Búsqueda de actividades fuera de orden de la red.
- Búsqueda de una cadena entre dos nodos de la red.
- Etiquetado de los nodos conectados a uno dado.
- Cambio de flujo en una cadena de actividades.
- Cálculo del incremento de los precios duales de los nodos.
- Impresión de resultados.
- Almacenamiento de datos y resultados de la red en un fichero en disco magnético. Lectura de datos de la red desde el fichero.

Los datos de entrada para el modelo de transporte son los siguientes:

- A. Descripción de la red, unidad de flujo utilizada, flujo máximo por defecto para una actividad y valor por defecto para el coste de manipulación.
- B. Cantidades de carga disponibles en puntos de origen en unidades de flujo.
- C. Descripción de los puertos de origen y costes asociados a cada uno de ellos: Coste de formación de las unidades de carga, coste de transporte de las unidades de carga al puerto de origen y coste manipulación de unidades de carga en puerto de origen.
- D. Descripción de los puertos de destino y coste asociados: Coste mani-

pulación de unidades de carga hasta entrega al receptor y coste subsistema receptor.

- E. Descripción de los centros de destino y costes asociados: Coste del receptor.
- F. Definición de las actividades que van de puerto de origen a puerto de destino, incluyendo flujos mínimos y máximo y costes asociados: Coste del transporte en buque.
- G. Definición de las actividades que van de puertos de destino a centros de destino y costes asociados: Coste de estiba de la carga en el medio de transporte terrestre.

Factor de corrección para considerar el grado de aprovechamiento de la capacidad total de transporte terrestre.

El modelo permite optimizar sistemas de transporte de hasta 5.000 actividades, aunque, en los procesos realizados, el máximo número de actividades analizadas ha sido de alrededor de 2.500.

Los resultados que se obtienen después de realizada la optimización del flujo a coste mínimo en una red de transporte son los siguientes:

- A. Flujo (optimizado) desde cada punto de origen a los distintos puertos de origen.
- B. Para cada puerto de origen, el flujo desde dicho puerto a los distintos puertos de destino, el coste de la actividad por unidad de flujo y el coste total de la actividad de transporte.

- C. Para cada puerto de destino, el flujo hasta dicho puerto desde los - distintos puertos de origen, el costo de la actividad por unidad de flujo, el coste total de la actividad de transporte y los resultados totales para cada puerto de destino.
- D. Coste total del sistema expedidor entre puertos de origen y puertos de destino y número de unidades de flujo transportados.
- E. Para cada puerto de destino, el flujo desde dicho puerto hasta los - distintos puntos de destino, el coste de la actividad por unidad de flujo, el coste total de la actividad, el flujo total y coste total para todas las actividades que parten de dicho puerto.
- F. Para cada punto de destino, el flujo hasta dicho punto desde los dis- tintos puertos de destino, el coste de la actividad por unidad de flu\_ jo y el coste total de todas las actividades que llegan a ese punto - de destino.
- G. Coste total del sistema receptor y el número de unidades de flujo - transportadas.
- H. Coste total y coste por unidad de flujo de los sistemas expedidor, re\_ ceptor y para el sistema total.
- I. Opcionalmente, se pueden obtener las salidas descritas en los puntos C y E, pero para todas las actividades de la red, incluyendo aquellas actividades a las que el modelo ha asignado un flujo cero al realizar la optimización del flujo de toda la red.

El disponer de los costes de estas actividades no óptimas permite rea\_

lizar comprobaciones, cuando es preciso desviarse del flujo óptimo por otros condicionantes.

### PROBLEMAS Y RECOMENDACIONES

#### Problemas del transporte multimodal.

En realidad, se han ido ya perfilando algunos de los problemas del transporte multimodal, en el que se incluye el marítimo.

Enumeraremos los más destacados:

- Diferencia de desarrollo del país expedidor y del receptor.
- Insuficiencia de estandarización de las unidades de carga.
- Infraestructuras complejas para manejo en puerto de las unidades de carga.
- Gran rigidez de normas en el transporte terrestre.
- Falta de normalización efectiva de los medios portuarios de carga y descarga de elementos rodantes.
- Aumento progresivo de tamaño y peso de los grandes componentes de la industria.
- Concentración y congestión de puertos especializados.
- Adopción de nuevas actividades de los transportistas.
- Falta de aprovechamiento de los medios de transporte por las unidades de carga.
- Mal aprovechamiento de contenedores con paletas standard.
- Falta de coordinación de los diferentes modos de transporte.

- La burocracia no ha seguido el ritmo del transporte multimodal, suponiendo un gravísimo freno a su desarrollo. Los problemas técnicos han sido resueltos con gran anticipación a los burocráticos.
- La inspección de las unidades de carga supone con gran frecuencia deshacer la unidad, o al menos, entorpecer claramente su itinerario.
- El desarrollo de tecnologías reduce la mano de obra de las manipulaciones portuarias, con el problema laboral correspondiente.

#### Recomendaciones para el transporte multimodal.

Lo que se pretende en este apartado es sugerir medidas que traten de paliar los numerosos problemas existentes. No siempre son aplicables todas estas recomendaciones, ni su efectividad es igual en todos los casos.

- Por la esencia misma del transporte multimodal, la primera recomendación es la de la consideración del conjunto de los modos de transporte, como un todo a optimizar. Hay que escoger la unidad de carga, los puertos, los itinerarios, los buques, los medios de transporte terrestre, las operaciones de manejo y, en definitiva, todos los elementos de la cadena. Cuando el número de variables es apreciable, como suele ocurrir con frecuencia, la solución idónea es la elaboración de un modelo de evaluación, como ya se indicó precedentemente. Este nos permitirá adoptar decisiones con pleno conocimiento de causa, para mejorar en definitiva el transporte total.

Las mejoras que se deducen de un estudio global de este tipo, pueden llegar a ahorros del coste total del transporte superiores al 7 % (me estoy refiriendo a un caso real). Evidentemente los ahorros son tanto mayores, cuantos más grados de libertad tengamos y cuanto menos in

tegrados se hayan desarrollado las diversas actividades de cada fase.

Sólo el hecho de una racionalización de actividades puede dar resultados espectaculares. No olvidemos que a una situación real se llega como consecuencia de rutinas y, casi siempre, como una superposición de actividades independientemente adoptadas.

- La standarización de los elementos que participan en el transporte supone claramente una ventaja, en especial en lo que se refiere a unidades de carga y a instalaciones portuarias. Aquí no cabe más que fomentar la realización de reuniones monográficas, con la inclusión de los diversos intereses involucrados.

No soy partidario, sin embargo, de una standarización a ultranza, que llevaría consigo una rigidez excesiva. Con un ejemplo aclararé lo que indico.

En un tráfico complejo estudiado, se estaban utilizando tres diferentes tipos de unidades de carga. El solo hecho de utilizar una cualquiera de ellas exclusivamente suponía ahorros totales entre el 0'8 % y el 2'3 %. Sin embargo, la utilización de dos de las unidades de forma óptima conducía a ahorros muy superiores a los mencionados.

- La simplificación burocrática y aduanera es una dura batalla que ya se está librando.
- El fomento de organizaciones mixtas, cooperaciones y alianzas entre los distintos participantes del transporte multimodal facilitará la obtención de mejores resultados.

- La inspección y control de las mercancías contenidas en unidades de carga, debe realizarse sin impedimento para el transporte fluído de las mismas. Si se trata de contenedores o trailers las inspecciones deben evidentemente hacerse en origen y destino y no desnacer la unidad en puerto. En el caso de paletas, la estiba de los elementos que la constituyen debe ser tal que todos ellos sean accesibles desde el exterior.
  
- Otro factor a tener en cuenta para mejorar el transporte multimodal es acomodar la unidad de carga y la unidad de venta, escogiendo una unidad de carga menor, si es preciso.
  
- El aprovechamiento racional de los medios de transporte, tanto marítimo como terrestre, tiene una gran repercusión en la eficacia del conjunto. Pueden estudiarse las siguientes medidas concretas:
  - . Mejorar la densidad aparente de las unidades de carga, mediante un estudio detallado de lo que podríamos llamar "microestiba" de los elementos que se integren en la unidad. En alguna ocasión esto origina una modificación de especificaciones de envases.
  
  - . Estudiar la posibilidad de aumentar la altura de las unidades de carga sin altura fija, como la paleta. Las alturas de paletas vienen fijadas en algunas ocasiones por razones de resistencia a su propio peso, desaprovechando la altura disponible a bordo. Puede ser necesario en este caso mejorar los envases o el zunchado de las paletas o incluso sustituirlo por lo que se denomina enfardado, que es una operación ligeramente más cara que el zunchado, pero con mejores condiciones para evitar el aplastamiento.

- . Mejorar la utilización de los camiones que transportan contenedores, incrementando la carga de aquéllos. Para ello puede ser incluso rentable desnacer algún contenedor en puerto de destino para distribuir su mercancía en camiones cargados ya con un contenedor, pero que están aún lejos de su carga máxima. Esta solución es bastante heterodoxa, pero puede dar buenos resultados.
- Las paletas desechables permiten adaptarse mejor a las dimensiones de los envases que constituyen la paleta o bien aprovechar mejor volumétricamente el vehículo de transporte terrestre.
- Los problemas creados por la disminución de la mano de obra por la utilización de unidades de carga, deberían enfocarse en el sentido de un desplazamiento de las necesidades de mano de obra, hacia el origen y destino de las unidades de carga.

### Conclusiones

El transporte marítimo está evidentemente sometido a la interacción de los demás modos de transporte.

La interacción más clara entre los modos de transporte terrestre y marítimo es la conveniencia del estudio conjunto de ambos. En este estudio hay que considerar los problemas de cada fase de transporte, considerada como una parte del transporte multimodal. No podemos estudiar y optimizar el eslabón de una cadena, sin estudiar ésta en su conjunto.

Esto exige una mentalidad abierta a la cooperación, al estudio sistemático de situaciones complejas y a la resolución de nuevos problemas tecnológicos.

ORGANIGRAMA DE FLUJO : MODELO DE EVALUACION.

