

Dimensionamiento Económico de Terminales Portuarias

Julio de la Cueva Aleu

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

RESUMEN

En este artículo se presenta un método para dimensionar las terminales portuarias. Esta basado en la metodología sobre gestión de inventarios utilizada en la técnica logística. Se analizan las tres funciones de las terminales y se diseña un modelo matemático que sirve para calcular el área necesaria para el paso de la mercancía. El resultado surge al plantear el equilibrio económico considerando todos los costes que intervienen.

El método muestra la importancia relativa de las distintas variables que determinan la economía de la operación de paso de la mercancía por el puerto, y representa un método complementario al tradicional usado para establecer el número de atraques con que se dota un muelle.

ABSTRACT

In this paper a method for dimensioning maritime terminals is proposed. It is based on the methodology used to control inventory in logistics. The three functions of terminals are discussed and a mathematical model is defined to explain them and to calculate the area needed to handle the cargo. This is the result of considering the economic balance taking into account all the costs involve. The method shows the importance of the variables affecting the economy of the maritime and inland transport interface and is complementary to the traditional one used to determine the number of berths when planning a new quay.

I. ANTECEDENTES

La función desempeñada históricamente por los puertos en el sector del transporte se reconoce o denomina hoy en día como logística¹. Ello porque sus muelles o terminales permiten el depósito o almacenaje de mercancías y la logística trata, entre otros asuntos, de todo lo relacionado con las paradas en el flujo de las mercancías con que se aprovisionan o que venden las empresas.

Sin embargo, creo que no se han aplicado ni al dimensionamiento de tales terminales ni a su explotación los métodos de cálculo propios de la logística. Lo cual por cierto no deja

de ser algo extraño porque tales métodos son bastante simples desde el punto de vista tanto conceptual como matemático.

Pero antes de desarrollar tal aplicación volvamos la vista atrás y recordemos cómo se llevaba a cabo el dimensionamiento de los muelles en el pasado:

La teoría clásica ha venido calculando la capacidad de los muelles a partir de cálculos en base al óptimo económico determinado por la suma de los costes asociados al buque en puerto (en espera de atraque y atracado) más los asociados a la propia infraestructura portuaria (construcción y gestión del atraque).

Esta metodología responde a la necesidad de contar con un instrumento para decidir con cuántos atraques dotar un muelle que se va a construir para atender un tráfico previsto. La solución, el número de atraques, será siempre un compromiso entre los costes de inactividad del buque y los del muelle.

Es decir, el problema se centraba en la determinación del número de atraques a disponer para un tráfico dado pues la anchura del muelle venía determinado por las características técnicas de los medios de descarga o los condicionantes impuestos por la propia manipulación de la mercancía. El cálculo del número de atraques se realizaba entonces buscando el mínimo del coste total unitario, es decir, por tonelada. Para ello, y esto es lo más importante, se consideraba tanto el coste del buque en puerto como el coste del muelle. Dicho de otra forma, se minimizaba una función en la que se tenía en cuenta al usuario pues sus costes se sumaban a los que se originaban con ocasión de la prestación del servicio por su proveedor.

Pues bien, si hasta aquí nos referíamos al pasado, veamos cómo se podría enfocar el dimensionamiento y la explotación de las terminales desde el punto de vista de la técnica logística.

Pero antes de entrar en detalle en la aplicación de la gestión de inventarios a las terminales portuarias, pues ésta es la técnica en que se basa el modelo que se va a desarrollar, conviene recordar los acontecimientos que han marcado la evolución de la industria portuaria en las últimas décadas, las cuales justifican este nuevo enfoque:

▼ los puertos operadores, en inglés "tool-ports", han ido dando paso a un nuevo concepto de puertos, los "land-ports", caracterizados por su autoridad para ordenar una zona de la costa al servicio del transporte marítimo, es decir, son meros gestores de una superficie o zona marítimo-terrestre

▼ las organizaciones jurídico públicas, antaño responsables de prestar todos los servicios portuarios, han ido dando paso a otras privadas en la prestación de tales servicios; como consecuencia, las inversiones en obras e instalaciones portuarias, realizadas ahora por el sector privado, se han orientado al cliente y se han visto sometidas a la exigencia de la rentabilidad de capitales; como consecuencia han de justificar estrictamente su dimensión

▼ por último, el movimiento de mercancías, es decir, su transporte y manipulación, se ha normalizado en sentido amplio; los graneles han exigido técnicas de bombeo y transporte que pueden aplicarse a distintas mercancías y en distintos lugares del mundo, y la mercancía general se ha unitizado con el empleo universal de los contenedores y las plataformas móviles; todo ello ha hecho que también el almacenamiento se haya normalizado.

Todo esto nos lleva a plantear una metodología complementaria a la expuesta al comienzo abordando lo que denomi-

naremos el dimensionamiento económico de las superficies de almacenamiento. Es decir, una vez que se han ordenado las grandes obras de infraestructura portuaria (diques de abrigo, dragados y encauzamientos) y programado la ejecución de los nuevos muelles y atraques, es necesario continuar el proceso planificador comprobando las superficies con que se cuenta y analizando en qué forma los costes determinan la otra dimensión de los muelles.

Desarrollaremos la metodología en cinco etapas:

- ▼ planteamiento del problema
- ▼ descripción del modelo: hipótesis y definiciones
- ▼ funciones de la terminal
- ▼ formulación matemática
- ▼ consecuencias

II. LOGÍSTICA DE LAS TERMINALES DE CONTENEDORES

1.- Planteamiento del problema

Las terminales de contenedores funcionan en cierta forma como cualquier almacén. Efectivamente se constituyen en el punto de ruptura entre el transporte marítimo y el terrestre. Ambos modos de transporte se sirven de medios con capacidades de transporte de dimensiones completamente desigual; ello hace que las terminales reciban en unas horas los contenedores descargados de un buque que en los días siguientes irán siendo evacuados hacia sus destinos por camiones y/o trenes y, viceversa, reciban a lo largo de varios días todos los contenedores que en un momento dado habrán de ser cargados en el buque correspondiente. Esta misma función es desempeñada por los almacenes de distribución al recibir de fábrica los pedidos y remitir los productos en pequeños lotes utilizando los canales de distribución.

Es evidente que tanto el sector naviero como el que opera las terminales sirve al tráfico portuario incurriendo en un coste al utilizarlas que, lógicamente, ha de tender a ser el menor posible; ello no sólo individualmente sino también cuando consideramos la suma de sus costes respectivos. Como cualquier sector en la producción de bienes o servicios, si se pretende subsistir en un mercado cada día más competitivo, ha de pretenderse la mejor calidad y el mejor precio, y asumir que será el cliente quién elegirá en consecuencia. Pero muy especialmente en el sector del transporte, que considerado en su totalidad, es decir, desde su origen hasta su destino, se encuentra en un momento histórico en el que la intermodalidad y el transporte combinado permiten la integración y la globalidad.

La tendencia a minimizar los costes respectivos no es otra cosa que un proceso de ajuste entre la capacidad demandada por la naviera y la ofertada por el operador. Por ello, existe una relación económica entre el número de contenedores que, en promedio, descargan los buques que utilizan un atraque deter-

minado y la capacidad de almacenamiento de su terminal. De forma tal que a medida que aumenta el número de contenedores por escala, bien porque se trate de buques que tengan mayor porte o porque sea mayor la explotación comercial de los buques de la línea, la terminal debe reaccionar poniendo a disposición mayor capacidad de almacenamiento. Sin embargo, esta reacción esta condicionada por el gasto en que ha de incurrir la terminal para atender ese incremento de capacidad demandada. Dicho de otra forma, la utilización de la célebre economía de escala de los buques esta limitada por el mayor gasto que supone requerir mayores superficies de almacenamiento.

El modelo propuesto permitirá relacionar las variables económicas que determinan ese equilibrio y permiten en una primera aproximación el dimensionamiento de su capacidad de almacenamiento.

Además, el operador de la terminal de contenedores se ha de enfrentar a la dificultad debida al hecho de que el número de contenedores que los buques descargan no es siempre el mismo. Esta aleatoriedad le exige cubrir el riesgo de quedarse en un momento dado sin superficie de almacenamiento suficiente. Por ello ha de dotar a la terminal de un resguardo de seguridad. Con esta capacidad de almacenamiento añadida, la probabilidad de entrar en congestión esta limitada. Sin embargo, como también ocurría en el proceso de determinación del número de atraques, dicha probabilidad siempre existe y no es viable anularla ni reducirla por debajo de ciertos valores. Es pues necesario relacionar nuevamente dicha probabilidad con el coste que conlleva asumir que tal circunstancia puede producirse.

El modelo propuesto permitirá también valorar este riesgo y dimensionar la capacidad de almacenamiento de seguridad que se requeriría para minimizar los costes en que se incurre al considerar este efecto.

2.- Descripción del modelo: hipótesis y definiciones

2.1. Hipótesis del modelo

La terminal de contenedores funcionará, en esta representación teórica, de forma muy simplificada, asumiéndose las siguientes hipótesis:

- ▼ 1. estará constituida por un sólo atraque
- ▼ 2. servirá a una flota de buques de porte semejante que escala con regularidad (p.e.: una sólo línea de navegación servida por uno o varios portacontenedores con el mismo número de slots)
- ▼ 3. el tráfico será únicamente de desembarque de contenedores que tras su descarga al muelle son almacenados en la terminal hasta su retirada por los camiones correspondientes
- ▼ 4. el ritmo de descarga de los contenedores será, obviamente, mayor que el de retirada de los mismos por los camiones (o trenes)

▼ 5. el período medio de retirada de los contenedores es superior a la frecuencia de escala de los buques en el atraque (p.e.: si el atraque se ocupa cada dos días el período medio de retirada de los contenedores es de seis, es decir, la proporción es, por ejemplo, de tres a uno)

Por otra parte, el contemplar varios atraques, irregularidad en las llegadas, distintos tráficos de embarque, desembarque y tránsito, así como distintos ritmos de operación de las gruas y de retirada o entrega de contenedores por medios terrestres (o lo que es lo mismo períodos medios de entrega o recogida) no plantea dificultades conceptuales añadidas al modelo.

2.2.- Definiciones utilizadas en el modelo

▼ TERMINAL

La definición más importante es la dimensión **S** de la terminal: ésta viene dada por el número de TEU's que es posible almacenar al mismo tiempo; es decir, es un concepto físico semejante al del número de atraques de un muelle o al número de carriles de una vía de circulación. Normalmente la dimensión de una terminal se calcula multiplicando el número de contenedores que puede almacenar en superficie por la altura de apilamiento permitida.

El rendimiento **Q** de la terminal es el número de TEU's que al año puede servir dicha terminal; es pues un concepto que depende de otros muchos factores como los ritmos de entrada y salida que puede admitir tanto por vía marítima (número y rendimiento de las grúas portacontenedores) como por vía terrestre (playas ferroviarias y número de puentes de control para la entrega o recogida de las cajas con los camiones), pero también de la organización y medios de manipulación con que cuente la terminal (número de trastainers, "reachstackers", etc, grado de informatización de las operaciones, ...).

Es necesario aclarar que el término "capacidad" se usa indistintamente para referirse a la dimensión **S** como al rendimiento **Q** de la terminal, dependiendo de que a ella se refieran los que la construyen o los que explotan.

▼ CARGA

La carga **q** de un buque es el número de contenedores expresado en TEU's que van a ser descargados en la terminal cada vez que el buque escala en puerto; la proporción entre la carga **q** y su capacidad portante es el grado de utilización de ese medio de transporte en relación a ese puerto o terminal, ya que **q** no tiene por qué coincidir con toda la carga que transporta realmente dicho buque. La carga **q** de un buque varía con cada escala y puede considerarse como una variable aleatoria de media μ_q y desviación típica σ_q .

▼ COSTES

Antes que nada debemos recordar que el gasto debido a la mera utilización de los elementos de transporte: el buque (medio de transporte) pero también los contenedores propiamente dichos (elementos auxiliares) se genera con independencia de que tanto el buque como los contenedores estén o no en puerto, es decir, no depende directamente del número de escalas.

En primer lugar, identificamos el coste debido a la escala del buque en puerto **C_{ESCALA}** que comprende todos los gastos de practica y VTS, remolque y amarre así como otros varios como la consignación, suministros, servicios a la tripulación, etc. Además, si el puerto autofinancia sus obras de abrigo y dragado debería incluirse en este concepto otro gasto para atender las tarifas correspondientes a la entrada al mismo y/o el acceso al atraque o puesto de fondeo que le haya sido asignado. Normalmente esta tarifa suele exigirse según el porte del buque: bien sea por su arqueado bruto o GT o por sus dimensiones básicas. Todos estos gastos son abonados por el responsable, según la modalidad de transporte de que se trate, de operar el buque.

A continuación tenemos el coste debido a la utilización del atraque **C_{ATRAQUE}** que comprende la repercusión de la amortización y mantenimiento del atraque por quién lo gestiona, habiéndolo construido o no: suele tener dos componentes una aplicable sobre el porte del buque que se expresa en unidades de arqueado bruto ó GT, pero esta vez afectado del tiempo de ocupación, y otra aplicable por contenedor.

En cuanto a la terminal de contenedores propiamente dicha, la manipulación de las cajas, es decir, la repercusión de todas las gruas mar-tierra así como los controles a la entrada y salida de la terminal, puede englobarse en un coste por unidad o **C_{TEU}**.

Además, identificamos el coste relativo a la capacidad de almacenamiento de los contenedores y que es igual al gasto anual de mantenimiento, gestión y amortización de la carga entre el número de TEU's que puede almacenar **C_{STOCK}**.

Finalmente, tenemos el coste **B** por congestión de la terminal. Este se genera por no disponerse, en un momento dado, de espacio suficiente para descargar la totalidad de contenedores del buque; este coste debería incluir todo tipo de gastos que una situación así puede provocar, incluidos la pérdida de clientes, si bien es cierto que es el coste más teórico de los analizados pues es de muy difícil evaluación por el operador de la terminal, y además, antes de llegarse a tal situación de congestión pone en marcha una serie de medidas que tienden a alejar tal situación aunque sea a base de disminuir el rendimiento de la terminal.

Es importante en este momento hacer la siguiente observación:

En relación al **C_{ATRAQUE}** caben dos posibilidades dependiendo de que la construcción del atraque haya sido realizada por el propio operador de la terminal o no; en el primer caso dicho coste pasaría a ser englobado en el **C_{STOCK}**, y en el segundo, el operador de la terminal habría de abonar una cantidad en fun-

ción del porte de buque usuario que puede englobarse en el **C_{ESCALA}** y otra cantidad por contenedor que puede englobarse en el **C_{TEU}**; en resumen, no aislaremos los gastos que como tal hemos identificado por **C_{ATRAQUE}**.

▼ PERÍODOS

Son dos las variables temporales a considerar:

La frecuencia de la línea, es decir, el tiempo que expresado en días media entre dos escalas consecutivas de los buques que sirven la línea regular; se utilizará la letra **F**.

La estancia media desde que los contenedores son descargados hasta que son retirados de la terminal por los camiones o trenes; se utilizará la letra **E**.

3. Funciones de la terminal

Este modelo tiene en cuenta las tres funciones que explican o justifican el funcionamiento de las terminales: como superficies necesarias para depositar los contenedores que son descargados de los buques a un ritmo superior al que son retirados por los medios de transporte terrestre, como reguladores de la diferente utilización media de los buques en relación a la de dichos medios de transporte terrestre, es decir, como reguladores contra la congestión o la infrautilización del transporte intermodal (marítimo-terrestre o viceversa), y finalmente, como meras superficies de almacenamiento a las que se asocia un valor logístico facilitando a las empresas su gestión de inventarios.

Representando en el eje de abscisas el tiempo y en ordenadas el número de TEU's depositados en la terminal, las descargas de los buques vendrían dadas por líneas con pendiente positiva y las líneas correspondientes a las retiradas de los contenedores de la terminal tendrían pendiente negativa: en valores absolutos, la pendiente de las primeras (descargas) sería mucho mayor que las últimas (retiradas) debido al mayor ritmo proporcionado por las gruas de muelle en relación con el de los camiones con contenedores por las puertas de control de la terminal.

De esta forma, en dientes de sierra con ambos lados inclinados, podríamos representar en términos medios todo el paso de los contenedores por el puerto; obsérvese que la ocupación media de la terminal sería aproximadamente la mitad de la carga media; pero ello sólo en el caso de que los contenedores no permanecieran un tiempo adicional hasta ser retirados.

Además, habrá que disponer de una capacidad añadida para asegurar que las posibles variaciones de la carga de los buques en relación a su media no provocan la congestión de la terminal.

Finalmente, como hemos asumido que los contenedores están por tiempo superior al que media entre dos escalas consecutivas, la terminal estará ocupada adicionalmente por una cantidad de contenedores almacenados por razones "logísticas" (o simplemente a la espera de cumplimentar los trámites parti-

nentes) y en número igual a la carga media multiplicada por las veces que la estancia media contenga a la frecuencia de atraque.

En resumen, la dimensión **S** se compondrá de tres sumandos:

- ▼ 1. las plazas para albergar el número medio de contenedores que se han de descargar del buque
- ▼ 2. las plazas para absorber las variaciones del número anterior
- ▼ 3. las plazas para mantener almacenados los contenedores hasta su retirada por los camiones o trenes

4. Formulación matemática

4.1.- Determinación de μ_q carga media en TEU's, en función de los costes de escala del buque y de almacenamiento de los contenedores:

En primer lugar se estima el coste total de los contenedores que utilizan la terminal:

$$\text{▼ costes asociados al atraque del buque} = c_{\text{ESCALA}} \cdot Q / \mu_q$$

siendo:

c_{ESCALA} = coste de una escala

Q = tráfico anual de la terminal

▼ costes asociados al almacenaje de los contenedores en la terminal

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \mu_q$$

siendo c_{STOCK} = coste anual de disponer una plaza para almacenar un TEU

▼ costes directamente repercutibles por contenedor = c_{TEU} , hemos de recordar que no son función del número de escalas por lo que no afectarán al dimensionamiento de la terminal.

Ahora se determina para qué número medio de TEU's por escala se opera con costes mínimos para el buque y la terminal: sumando los costes anteriores y derivando respecto de μ_q se tiene que:

$$0 = -c_{\text{ESCALA}} \cdot Q / (\mu_q^2) + c_{\text{STOCK}}$$

de donde:

$$\mu_q = \sqrt{c_{\text{ESCALA}} \cdot Q / c_{\text{STOCK}}}$$

4.2.- Determinación de σ_q , desviación típica de la carga del buque en cada escala, en función de la frecuencia de escala, del coste de almacenamiento, del coste por congestión y de la fiabilidad de la terminal:

La capacidad total de almacenamiento la calcularemos añadiendo el margen de seguridad que necesitamos para atender posibles incrementos de carga en relación a la media, y que, en el caso de no estar previsto, dicha terminal podría entrar rápidamente en congestión.

Al considerar la posibilidad de este fenómeno, debemos añadir, en primer lugar, un coste que denominaremos coste de congestión y que evaluamos de la siguiente forma:

$$\text{coste de congestión} = B \cdot (365/F) \cdot \text{Prob.}(q_{\text{entre escalas}} > S')$$

siendo: B = coste unitario de una congestión

F = tiempo, expresado en días, entre cada dos escalas

$\text{Prob.}(q_{\text{entre escalas}} > S')$ = probabilidad de que la carga en TEU's entre dos escalas supere las posibilidades de almacenamiento de la terminal y se produzca la congestión de la misma y su parada

S' = capacidad de almacenamiento disponible que equivale a:

$$S' = \mu_q + \sigma_q \cdot k$$

siendo: σ_q = desviación típica de la carga del buque en cada escala, k = coeficiente de seguridad, y en segundo lugar, debemos añadir el coste adicional en que incurre la terminal para atender las variaciones de carga, que evaluamos así:

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \sigma_q \cdot k$$

Haciendo mínimo el coste suma de ambos, es decir, derivando respecto de k :

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \sigma_q + B \cdot (365/F) \cdot \partial \text{Prob.}(q_{\text{entre escalas}} > S') / \partial k = 0$$

pero si la variable q se expresa en función de la normal ξ de forma que:

$$q_{\text{entre escalas}} = \mu_q + \sigma_q \cdot \xi$$

se tiene:

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \sigma_q + B \cdot (365/F) \cdot \partial \text{Prob.}(\mu_q + \sigma_q \cdot \xi > \mu_q + \sigma_q \cdot k) / \partial k = 0$$

lo que equivale a:

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \sigma_q - B \cdot (365/F) \cdot \partial \text{Prob.}(\xi \leq k) / \partial k = 0$$

por lo tanto:

$$c_{\text{STOCK}} \cdot \sigma_q = B \cdot (365/F) \cdot (1/\sqrt{2\pi}) \cdot e^{-(k^2/2)}$$

y finalmente, despejando σ_q tenemos:

$$\sigma_q = B \cdot (365/F) \cdot (1/\sqrt{2} \cdot \pi) \cdot e^{-(k/2)} / C_{STOCK}$$

4.3.- Determinación del almacenamiento adicional para la estancia logística de los contenedores:

Tal y como hemos indicado, los contenedores están por tiempo superior al que media entre dos escalas consecutivas. Por ello, la terminal estará ocupada adicionalmente por una cantidad de contenedores almacenados por razones "logísticas". Por ello, la capacidad específica para cumplir esta misión logística será:

$$\mu_q \cdot E/F$$

siendo:

E = estancia media, expresada en días, de los contenedores en la terminal

F = tiempo, expresado en días, entre cada dos escalas

4. 4.- Capacidad de almacenamiento total de la terminal

Finalmente, la capacidad de almacenamiento vendrá dada por²:

$$S = \mu_q \cdot (1 + E/F) + \sigma_q \cdot k$$

5. Consecuencias

Son multitud las consecuencias que pueden extraerse de las formulaciones anteriores. Sólo apuntaremos dos de ellas a título de ejemplo:

Así, vemos que para un tráfico anual previsto y tomando también como fijo el presupuesto anual de almacenamiento por contenedor vemos que un aumento del 10 % en la cuenta de escala de un buque exige a la naviera correspondiente elevar casi en un 5 % el número de contenedores por escala movidos en términos medios por sus buques en esa terminal; ello para seguir operando en el óptimo económico.

También vemos que para valores razonables de fiabilidad en la explotación de una terminal (dadas la frecuencia de escala y el coste de almacenamiento) la relación entre ésta y la pérdida por congestión unitaria por contenedor es prácticamente lineal. Es decir, multiplicar por 10 dicha fiabilidad equivale, si se pretende seguir operando en el óptimo económico, a exigir a la naviera que la desviación típica del número de contenedores por escala se divida por 10, o lo que es lo mismo, se trabaje con fletes 10 veces superiores, pues podemos asumir que el coste por congestión unitaria por contenedor es directamente proporcional al flete correspondiente.

III. CONCLUSIONES

La relación entre las características del tráfico: volumen total, frecuencia de escalas, y fluctuaciones; los costes que origina: cuenta de escala, costes de almacenamiento y congestión; y finalmente sus cualidades como la fiabilidad y la estancia media de los contenedores en la terminal, han de ser objeto de estudio de forma conjunta para optimizar su rentabilidad.

Dicha relación se puede establecer utilizando una técnica sencilla usada habitualmente en los estudios de logística: la gestión de almacenes o inventarios. Con ella se muestra la importancia real que tienen cada una de las variables que determinan el dimensionamiento de la capacidad de almacenamiento de una terminal desde el punto de vista de su óptimo económico; algunas de las cuales pasan desapercibidas o, por el contrario, se les concede una relevancia excesiva por quienes de una forma u otra tienen responsabilidades en este sector.

En este momento histórico coinciden además tres hechos: liberalización de las comunicaciones y concretamente del transporte marítimo (habría que recordar que ello incluye también la libertad para establecerse, más concretamente para proveer el servicio prestado por una terminal portuaria), la globalización del tráfico de contenedores y su potenciación mediante el intermodalismo, y finalmente, el futuro crecimiento de la inversión privada en infraestructuras básicas.

Al considerarlos los tres, se preve un fuerte interés tanto por las terminales ya ejecutadas como por las que pudieran ponerse en explotación en los próximos años. Y, es evidente que las recientes alianzas internacionales de las navieras más importantes del mundo tiene relación con la posibilidad de adaptar las rutas y escalas de sus buques para conseguir la mejor utilización de éstos (en términos de mayores cargas medias y menores variaciones respecto a ellas) pero también para disminuir los gastos totales en puerto, incluidos los correspondientes a sus propias terminales, como consecuencia de la mejor utilización de sus respectivas capacidades. También es evidente que las penalizaciones que las navieras puedan imponer en el futuro a aquellas terminales que no sean operadas con suficiente fiabilidad afectará a su redimensionamiento.

Por último, dicho interés debe servir para potenciar el valor estratégico que históricamente han tenido los puertos y para contribuir al desarrollo del comercio siempre y cuando este sub-sector del transporte se gestione con profesionalidad conociendo los mecanismos que determinan su eficiencia económica. ●

¹ No debemos olvidar el servicio que proporciona al sector pesquero ni al náutico-deportivo; por no citar la función más estratégico-militar que siempre han tenido los puertos.

² Que, una vez que se sustituyen los valores correspondientes de μ_q y σ_q , es una función del tráfico anual, de la frecuencia de atraque o n° de escalas, de la estancia media de los contenedores, de los costes de escala del buque, de almacenaje anual de un contenedor y de parada por congestión de la terminal, y finalmente, de la fiabilidad con que opere o que este ofreciendo la terminal a sus clientes.