

Determinación de la capacidad de almacenamiento en un puerto marítimo considerando el flujo en unidades de carga

Manuel Concepción
Fanego

RESUMEN

El comercio exterior constituye en cualquier país un elemento económico fundamental. Este se ejecuta en gran medida por medio de los puertos. El almacén de un puerto efectúa una acción de resorte entre el flujo de arribo de cargas y la salida de las mismas. En el trabajo se determina la capacidad de almacenamiento techado necesaria en un puerto marítimo considerando el flujo en unidades de carga. Se plantea un modelo matemático-estadístico para resolver el problema con datos ficticios de un puerto convencional pequeño.

Palabras clave: almacén puerto, modelo estadístico, factor pico.

ABSTRACT

The external trade constitutes in any country a fundamental economic element. It is executed in great measure by means of the ports. The warehouse of a port makes a spring action between the flow of arrival of loads and the exit of the same ones. In this article is determined the necessary capacity of roofed storage in a marine port considering the flow in load units. A mathematical-statistical model thinks about to solve the problem with fictitious data of a small conventional port.

Key words: warehouse port, statistical model, peak factor.

INTRODUCCIÓN

El transporte de cargas constituye una actividad económica fundamental en cualquier país, en particular para aquellos que, como islas, sólo pueden realizar su comercio con el exterior por vía marítima o aérea. Con la globalización económica el transporte de cargas cobra aún mayor

importancia. El transporte marítimo ha sido desde la antigüedad el medio más utilizado para ese fin, aunque el transporte aéreo ha ganado en importancia en los últimos años, todavía el mayor volumen de cargas es transportado por medios marítimos.

El desarrollo tecnológico, para carga general, tanto en nuevos tipos de buques como en los medios de carga ha conllevado a la especialización por ejemplo, RO-RO (Roll on- Roll off) y Container. Limitaremos nuestro análisis al transporte de carga general en un puerto operando con los medios de carga del puerto o del buque.

Por otra parte, el flujo de cargas que arriba, por lo general es mayor que la capacidad de salida del puerto, por lo que el almacén se constituye en el resorte que hace que el flujo se suavice. Por tanto, la determinación de la capacidad de almacenamiento techada necesaria constituye uno de los parámetros esenciales de un puerto.

DESARROLLO

Consideremos una zona portuaria de carga general y la cantidad de carga diaria q formada en clases. La probabilidad de ocurrencia de un arribo de q unidades puede ser expresada mediante una función matemática, por ejemplo,

$$w = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} e^{-a} da \quad (1) \quad [1]$$

donde $a = \frac{q}{\bar{q}} \quad (2)$

con $q = \frac{\sum Q_i}{Z} = \frac{NQ_c}{Z} \quad (3)$

El transporte marítimo ha sido desde la antigüedad el medio más utilizado para ese fin, aunque el transporte aéreo ha ganado en importancia en los últimos años, todavía el mayor volumen de cargas es transportado por medios marítimos.

\bar{q} es la cantidad promedio de carga que arriba por día y Q_s es la cantidad de carga por barco, $Z=365$ días.

La Tabla 1 muestra la distribución de frecuencia de la cantidad de carga que arriba por día para $\sum Q_s = 478174$ toneladas, bajo el supuesto de que (1) es aplicable.

q	α	w	$\Delta-w$	h
0	0	1	0.534	195
1000	0.7653	0.466	0.249	91
2000	1.5256	0.217	0.116	42
3000	2.2900	0.101	0.054	20
4000	3.0533	0.047	0.025	9
5000	3.8166	0.022	0.012	4
6000	4.5799	0.01	0.005	2
7000	5.3432	0.005	0.003	1
8000	6.1066	0.002	0.002	1

Tabla 1 Distribución de frecuencia teórica h del arribo diario de carga

Si consideramos $w = 1/Z = 1/365$ obtenemos la probabilidad de que en un día del año arribe la carga q_{max} y por (1) con

$$\alpha_2 = \infty \text{ y } \alpha_1 = y$$

$$w = \frac{1}{Z} = \int_y^{\infty} e^{-a} da \text{ con } y = \ln Z \quad (4)$$

Luego, de (2), la cantidad máxima de carga diaria probable viene dada por $q_{max} = y\bar{q}$ (5)

Una curva frontera de la entrada de cargas puede ser calculada por

$$Q_t^{max} = \sum Q_s \frac{t}{Z} (1 - \ln \frac{t}{Z}) \quad (6) [2]$$

la que bajo la consideración de que en el primer día del intervalo de tiempo en estudio se tiene el mayor arribo diario y a partir de ésta se puede construir el arribo de los restantes días.

La cantidad promedio de carga que arriba por día \bar{q} puede ser sobrepasada cuando la pendiente de la curva frontera es mayor que la de una recta $\bar{q}t$ mientras que con una pendiente

$$\text{Tan } r > \frac{\bar{q}}{t} \text{ permanece } q \text{ por debajo de } \bar{q}.$$

La curva de probabilidad acumulada del arribo de carga puede ser determinada si consideramos el arribo de carga por día como variable aleatoria [3]. La probabilidad w_t del arribo de q cargas en t días sucesivos se calcula de (1) con una modificación,

$$w_t = \int_{\alpha t}^{\infty} \frac{a^{t-1}}{(t-1)!} e^{-a} da \quad (7)$$

Para $t=1$ se obtiene (1). Con $w_t = \frac{t}{Z} \alpha_2 = \infty$ y

$t=1(1)Z$ se determina, con el uso de una tabla de Poisson [4], el límite inferior de integración $y_t = \alpha_1$ y con la aplicación de

$$P_n = P(x > n) = \sum_{a=n}^{\infty} w_n \text{ obtendremos un } \bar{y}_t \text{ y}$$

con éste

$$Q_t = \bar{y}_t \bar{q} \quad (8)$$

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento consideraremos la diferencia máxima K_2 entre las curvas de entrada y salida de cargas en unidades de carga [5]. Se cumple que:

$$K_2 = \max (Q_t - \alpha \bar{q} t) \quad [2]$$

$$= \max [g(y_t - \alpha t)] \quad (9)$$

El coeficiente α es el factor pico del flujo de salida del puerto [6].

Los valores de y_t , $y_t - \alpha t$ y aparecen en la tabla 2

	y_t				$y_t - \alpha t$			
t	W=1/365	5	10	15	$\alpha=1.0$	$\alpha=1.1$	$\alpha=1.2$	$\alpha=1.3$
1	0.5000	3	3	3	4	3.3	2.8	2.3
5	0.0067	12	14	15	8	7.5	7	6.5
10	0.0001	18	21	24	9	8	7	6
15	0.0000	22	25	28	14	9	6	
20	0.0000	24	27	30	20	10	6	
25	0.0000	26	29	32	27	11		
30	0.0000	27	30	33	35			

Tabla 2 Determinación de la capacidad de almacenamiento K_2

Tomando como base la tabla 2 se obtienen los siguientes resultados:

α	$K_{2(t)}$	$\cong K_2$ (unidad de carga)
1.0	34060	9.3
1.1	20960	5.7
1.2	9170	2.5
1.3	8515	2.3

Como se observa la capacidad de almacenamiento necesaria se obtiene en función del factor pico del flujo de salida [7].

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten obtener la capacidad de almacenamiento techado necesaria en función del factor pico del flujo de salida del puerto.

Otras consideraciones para determinar la capacidad de almacenamiento serían, por ejemplo, midiendo en la unidad "carga de buque" o el modelo de Retención.

REFERENCIAS

- [1] *Concepción, M. "Modellierung der landseitigen Transportbeziehungen von Seehäfen". Tesis Doctoral. Universidad de Rostock, Alemania 1987, p.p. 96.*
- [2] *Schulze, G. "Modellierung hafenbetrieblicher Prozesse" transpres VEB Verlag fuer Verkehrswesen, Berlin, 1977.*
- [3] *Potthoff, G. "Verkehrstroemungslehre Band 5". transpress Berlin, 1975.*
- [4] *"Tables of the Individual and Cumulative Terms of Poisson Distribution". Van Nostrand, Princeton, N.J., 1962.*
- [5] *Richter, K-J.; Fischer, P.; Schneider, H. " Statistische Methoden fuer Verkehrsuntersuchungen" transpres VEB Verlag fuer Verkehrswesen, Berlin, 1974.*
- [6] *Krampe, H.; Kubat, J.; Runge, W. "Bedienunsmodelle. Leitfaden fuer die praktische Anwendung" Verlag Die Wirtschaft, Berlin, 1974.*
- [7] *Concepcion, M.; Schulze, G.; Schoenrock, G. "Simulation hafenbetrieblicher Prozessablaufe am Konsultationsstuetzpunkt Seehafendurchlassfaehigkeit" Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universitaet Rostock- 34. Jahrgang 1985 Gesellschaftswissenschaftliche Reihe, Heft 10.*

.....

Manuel C. Concepción Fanego

Especialista en Matemática, Universidad Central de Las Villas, Cuba. Profesor, Universidad Central de Las Villas. Doctor en Economía, Universidad de Rostock, Alemania. Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital.

ESPECIALIZACION EN BIOINGENIERIA

OBJETIVOS DEL POSTGRADO

Profundizar en los aspectos de la Bioingeniería, en las diversas aplicaciones relacionadas con el equipamiento electromédico en general, y en las aplicaciones de la computación, el procesamiento de señales e imágenes, entre otros.

PERFIL

- Analizar, evaluar, identificar problemas en el campo de la instrumentación biológica y médica.
- Diseñar y desarrollar sistemas y equipos de soporte a la biología y medicina asistencial.
- Asesorar en la determinación de requerimientos de adquisición, instalación y recuperación de la instrumentación biomédica.
- Planear, dirigir, coordinar y desarrollar proyectos de Ingeniería en vinculación con biólogos, fisiólogos y/o médicos para la obtención de productos de soporte tecnológico.
- Desempeñarse como profesional especializado en instituciones del Sector Salud, en empresas productoras o comercializadoras de equipamiento electromédico, en actividades de gerencia técnica dentro de la Bioingeniería o como empresario particular en el sector.

ESTRUCTURA CURRICULAR

El programa se desarrolla durante un año, con un período de nivelación y dos ciclos de formación con dedicación de tiempo parcial, para las clases teóricas en horarios nocturnos de 6 a 10 p.m. de Lunes a Viernes.