

# LA INCIDENCIA DE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PORTUARIA A TRAVÉS DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA. APLICACIÓN PRÁCTICA AL PUERTO DE SEVILLA.

## AUTORES:

CASTILLO MANZANO, JOSÉ IGNACIO ([jjignacio@us.es](mailto:jjignacio@us.es))

LÓPEZ VALPUESTA, LOURDES ([lolopez@us.es](mailto:lolopez@us.es))

ARACIL FERNÁNDEZ, MARÍA JOSÉ ([aracil@us.es](mailto:aracil@us.es))

*Universidad de Sevilla y centra:*

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante décadas se ha discutido, sin demasiado éxito, sobre la posibilidad de superar una de las debilidades estructurales de los estudios de Impacto Económico que emplean la metodología Input-Output de Leontief, su carácter estático. Este problema impide hacer previsiones sobre las variables obtenidas en los estudios de Impacto, lo que obliga a su actualización de forma periódica si se quiere analizar la evolución en el tiempo de las variables representativas.

En esta comunicación ofrecemos una línea de trabajo para solucionar este problema, que pretendemos desarrollar en futuras investigaciones, y que consiste en unir la metodología Input-Output con la simulación dinámica apoyada en estimaciones econométricas de algunas de las variables consideradas.

Además, este trabajo analiza el impacto sobre el conjunto de la economía sevillana, y más concretamente sobre el empleo, de la inversión pública en la infraestructura portuaria de de Sevilla.

Para analizar los efectos inmediatos de la inversión sobre el Puerto de Sevilla se ha elaborado un modelo de simulación de su funcionamiento en el que se analizan los principales escollos a los que actualmente se enfrenta el Puerto hispalense para mantener o aumentar su cuota de mercado sobre el total del tráfico portuario andaluz.

El modelo simula el proceso de decisión de entrada-atraque de buques en el puerto, prestando especial atención a la influencia que sobre esta decisión puede tener la inversión pública en tanto que mejore las infraestructuras portuarias y reduzca costes. Esta mejora de las infraestructuras es necesaria puesto que se trata de un puerto interior que presenta problemas en el calado de la ría y en las dimensiones de la esclusa. Los recursos destinados a inversión (subvenciones europeas, recursos propios o venta de terrenos de la Autoridad Portuaria de Sevilla) permitirían ganar competitividad al mejorar las infraestructuras de acceso al puerto hispalense. La falta de financiación pública

destinada a subsanar sus actuales deficiencias podría originar la desviación de tráfico a favor de puertos competidores, como Huelva y Bahía de Cádiz<sup>1</sup>.

Se ha considerado la inversión pública destinada tanto a permitir el acceso al Puerto de Sevilla a buques de mayor tamaño –lo que se concreta en la construcción de una nueva esclusa y el dragado de la ría- como a aumentar la capacidad de los muelles - lo cual permitiría acoger al mayor volumen de tráfico generado a raíz de las inversiones en la esclusa y en el dragado de la ría -.

Una vez simulado el funcionamiento del Puerto, y en función de su potencial crecimiento, se establece una interrelación entre la inversión pública y el empleo generado en su zona de influencia. Para ello, el modelo de simulación dinámica se vincula al Impacto Económico del Puerto de Sevilla, a partir de resultados previos obtenidos mediante la metodología Input-Output. La conjunción de ambas metodologías nos permiten simular la evolución del empleo generado por la actividad portuaria en la provincia de Sevilla en un horizonte temporal de 10 años.

De este modo, se puede establecer un nexo entre los recursos públicos destinados a mejorar las infraestructuras de transporte y los puestos de trabajo creados, no directamente por la inversión pública en sí, sino por la actividad económica que se genera con la puesta en funcionamiento de dichas infraestructuras.

La estructura de este trabajo es la siguiente: tras esta introducción, en el apartado 2 se describe el modelo de simulación del Puerto de Sevilla, que empleamos para determinar los efectos de las inversiones públicas sobre el tráfico portuario; en el apartado 3 se recurre a los resultados obtenidos del estudio de Impacto Económico realizado por nuestro Equipo para cuantificar la influencia en términos de valor añadido y empleo del Puerto de Sevilla en la provincia, ligándose esos resultados al modelo de simulación expuesto en el apartado 2. A continuación, en el apartado 4 se recogen los principales resultados de la combinación de ambas metodologías, obteniéndose una previsión del tráfico portuario tras las inversiones previstas así como del impacto previsible en términos de empleo de la inversión en infraestructura portuaria. En el anexo se recoge la definición de todas las variables y parámetros del modelo.

---

<sup>1</sup> En el modelo de simulación se han considerado constantes las infraestructuras de los puertos competidores en el periodo de tiempo estudiado.

## 2. MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DEL PUERTO DE SEVILLA<sup>2</sup>

En este apartado se describe el modelo de simulación dinámica elaborado para evaluar el efecto de las inversiones previstas en el Puerto de Sevilla.

El origen de la actividad portuaria está en el tráfico<sup>3</sup> TR, que hemos calculado como una regresión lineal (con variables en diferencia para evitar problemas de autocorrelación) respecto del PIB de la provincia (ver tabla 1) pues hemos considerado el PIB provincial como un indicador de la demanda del hinterland sevillano. Esta idea encuentra su justificación en los fundamentos de la Teoría del Comercio Internacional, en la que las importaciones aparecen en función de la renta de la región importadora.

$$TR = -264126 + 361.79 * GDPI + TR1$$

Dependent Variable: (TR-TR1)

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1981 2000

Included observations: 20 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDPI	361.7967	81.94445	4.415146	0.0003
C	-264125.6	79292.15	-3.331043	0.0037
R-squared	0.519917	Mean dependent var		43301.07
Adjusted R-squared	0.493246	S.D. dependent var		238304.7
S.E. of regression	169641.2	Akaike info criterion		27.01540
Sum squared resid	5.18E+11	Schwarz criterion		27.11497
Log likelihood	-268.1540	F-statistic		19.49351
Durbin-Watson stat	1.805573	Prob(F-statistic)		0.000334

Tabla 1. Regresión lineal del tráfico de entrada de la provincia de Sevilla

El modelo se estructura en torno a 6 variables fundamentales, entre las que se producen las interrelaciones básicas. Estas variables son los barcos que atracan en el Puerto de Sevilla cada año, los barcos en espera *LUW*; el tamaño medio de los barcos que entran en el Puerto de Sevilla<sup>4</sup> expresado en GT<sup>5</sup>, *GTMP*S; los barcos que atracan en el Puerto de Sevilla cada año, *LUB*; la capacidad máxima del muelle<sup>6</sup>, *MDC*; los barcos

<sup>2</sup> La expresión analítica de todas las variables y parámetros aparece recogida en las tablas A.1 y A.2 del anexo.

<sup>3</sup> TR se define como el tráfico portuario de entrada con destino a la provincia de Sevilla, independientemente de cual sea el puerto elegido para ello (Sevilla, Huelva o Bahía de Cádiz).

<sup>4</sup> Por su representatividad en el total del tráfico del Puerto de Sevilla, se ha elegido el buque granelero como buque tipo.

<sup>5</sup> GT es una medida del peso bruto del buque.

<sup>6</sup> No se diferencia la especialización de cada muelle portuario ni se consideran las instalaciones especiales de cada uno de ellos a la hora de distribuir el tráfico de mercancías.

atracados en el muelle en cada momento, *LUD* y la mercancía en almacén, *GW*. A continuación definimos y describimos cada una de estas variables y sus interrelaciones.

1) *LUW*: barcos (medidos en unidades de longitud<sup>7</sup>) en espera para atracar en el Puerto de Sevilla cada año. Esta variable se define como la diferencia entre el flujo de barcos que decide entrar en Sevilla en cada periodo (*CHPSR*) y el flujo de entrada en el muelle (*EF*). Por ello, esta variable está relacionada con la capacidad del muelle, pues los problemas de saturación de que adolece el Puerto de Sevilla pueden ocasionar retrasos o/y elevar los costes del transporte.

Las dos variables definitorias de *LUW* son pues *CHPSR* y *EF*:

→ *CHPSR* es el flujo de barcos<sup>8</sup> que decide entrar en cada periodo. Hemos diferenciado en el total de tráfico, el tráfico cautivo del Puerto de Sevilla (*PSCT*), caracterizado por ser un tráfico seguro que atraca en Sevilla en todo caso, y el tráfico potencial (*PSPT*), que puede optar por atracar en Sevilla o por atracar en otro puerto. *PSCT* está definido aplicando la tasa *CTER* al total del tráfico, siendo *CTER* la constante que determina la cautividad del tráfico del Puerto de Sevilla<sup>9</sup>. El tráfico potencial *PSPT* por su parte se ha definido de modo residual como el flujo de tráfico (*TR*) menos el tráfico cautivo (*PSCT*).

La determinación de la parte de *PSCT* que atraca en el Puerto de Sevilla depende de *ED*, variable fundamental en tanto que determina el mayor o menor tráfico por este puerto. Hemos supuesto que esta decisión se toma en función de los costes comparados del Puerto de Sevilla (*PSC*) y de los puertos competidores (*PHC*)<sup>10</sup>.

- 1) Caso de que los costes de atracar en Sevilla (*PSC*) sean inferiores a los equivalentes en Huelva (*PHC*), se opta por Sevilla.
- 2) En otro caso, la decisión se establece en función de *ER*. Esta variable representa la tasa de entrada, definida como una relación inversa entre la diferencia de los costes de Sevilla y Huelva y la proporción de barcos que optan por Sevilla. De este modo, si los costes de Sevilla son como máximo un 110% los de Huelva, deciden entrar en Sevilla un 90% de las unidades de longitud; si fueran un 120%, optarían por Sevilla un 80%, y así sucesivamente.

---

<sup>7</sup> Las unidades de longitud están referidas a Km.

<sup>8</sup> El tráfico está inicialmente expresado en toneladas, por lo que recurrimos al ratio *TONUL* para expresarlo en unidades de longitud (UL). La definición de *CHPSR* coincide con lo que posteriormente definiremos como el flujo de entrada de barcos -en unidades de longitud- (*LUER*) puesto que, cada año, el flujo de entrada de barcos (en unidades de longitud) coincide con los que eligen Sevilla como puerto de atraque.

<sup>9</sup> Autoridad Portuaria de Sevilla (1999b). Ver tabla A.2 del anexo.

<sup>10</sup> Se ha considerado al Puerto de Huelva como único competidor del Puerto de Sevilla.

*PSC* y *PHC* son pues los costes que ocasionaría el atraque del flujo de tráfico potencial *PSPT* en el Puerto de Sevilla y en el de Huelva, alternativa y respectivamente. Para su cálculo se definen *TRIPS* y *TRIPH* como el número de barcos medios que entrarían por Sevilla o por Huelva (aparte del tráfico cautivo) teniendo en cuenta el tamaño medio en GT que admite cada puerto en cada momento. *TRIPS* y *TRIPH* son, por tanto, función del GT medio de cada puerto, *GTMP*s y *GTMP*H. *GTMP*s, que representa el tamaño medio de los barcos que atracan en el Puerto de Sevilla en GT, es una variable clave que se define posteriormente mientras que *GTMP*H en esta versión se considera constante.

*PSCGTM* y *PHCGTM* son las estructuras de costes de un barco de tamaño medio en los puertos de Sevilla y Huelva respectivamente, definidas en función del GT, puesto que son muchos los costes que no son fijos sino que dependen del GT de los barcos, reduciéndose al elevarse el tamaño medio del barco.<sup>11</sup> Esta estructura incluye servicios indirectos (practicaje y amarre de embarcaciones), costes de estiba y desestiba, flete, transporte terrestre de Huelva a Sevilla (sólo en el caso de Huelva) y, especialmente las tarifas. De las tarifas aplicadas por las Autoridades Portuarias<sup>12</sup> este modelo sólo ha considerado las tarifas T-0, T-1 y T-3, puesto que son las más relacionadas con el tráfico de mercancías. En el caso del Puerto de Sevilla, se ha incluido también la tarifa T-9.2 “Amarre de embarcaciones en la esclusa”.

*PSCGTM* está formado en consecuencia por los costes de las tarifas T-0, T-1<sup>13</sup>, T-9.2 y T-3, además de los costes de practicaje (*PRACSE*), amarre (*AMASE*), fletes (*FREIGSE*) y estiba, (*ESTSE*). El cálculo de *PRACSE*, *AMASE* y *FREIGSE* está relacionado con el GT del barco por lo que para su definición ha sido necesario recurrir a una relación entre cada uno de estos costes y el GT de los buques que entran en el Puerto de Sevilla<sup>14</sup>. Finalmente *ESTSE* está definida como una cantidad constante por tonelada.

De forma similar se determina *PHGTM*, el coste del buque si el tráfico con destino la provincia de Sevilla entrara por Huelva (a excepción de la tarifa T-9.2). En este caso se

---

<sup>11</sup> La estructura de costes por barco de los puertos de Sevilla y Huelva ha sido calculada en función de la tarifas publicadas por dichos organismos y complementada con la información disponible en Autoridad Portuaria de Sevilla (1995).

<sup>12</sup> T-0: Señalización marítima; T-1: Buques; T-2: Pasaje; T-3: Mercancías; T-4: Pesca fresca; T-5: Embarcaciones deportivas y de recreo; T-6: Grúas de pórtico; T-7: Almacenaje; T-8: Suministros; T-9: Servicios diversos. No se han tenido en cuenta descuentos ni reducciones especiales en las tarifas.

<sup>13</sup> En esta tarifa se han considerado 8 periodos de 3 horas (2 días) para el Puerto de Sevilla y 6 periodos para el Puerto de Huelva (1,5 días).

<sup>14</sup> En el anexo aparecen recogidas las funciones  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  y  $\phi_5$  que establecen, respectivamente la relación entre el GT y el coste de practicaje, el GT y el amarre, y entre el GT y el coste del flete.

añade *TCHTOS* que representa el coste del transporte de la mercancía de Huelva a Sevilla, puesto que estamos considerando únicamente mercancías cuyo destino es la provincia de Sevilla.

Los costes de practicaaje *PRACTHU* y amarre *AMAHU* se han calculado de forma equivalente a *PRACSE* y *AMASE*<sup>15</sup>. El coste de estiba *ESTHU* se ha definido como una constante por tonelada. El flete del buque en Huelva *FREIGHU* se ha definido en función del de Sevilla, en tanto que los datos consultados<sup>16</sup> ponen de manifiesto una diferencia porcentual aproximada del 4,41% a favor de Huelva.

De la comparación de los costes relativos en Sevilla y Huelva, *PSCGTM* y *PHCGTM*, se determina el coste del tráfico potencial por el que compite cada puerto. La utilidad de estas variables reside en que a partir de la comparación de estos costes se podrá determinar cual es el puerto más competitivo y, en consecuencia, el que será previsiblemente elegido para el atraque y descarga de la mercancía.

→ *EF*: Según hemos señalado, *LUW* se define como la diferencia entre *CHPSR* y *EF*. Definida ya *CHPSR*, nos centramos en *EF*. Esta variable, que representa el flujo de entrada en el muelle, se ha definido en función de la capacidad del muelle *MDC* en relación con los buques (medido en unidades de longitud) atracados en cada momento.

1) Si el muelle está completo, es decir, si los barcos atracados en el muelle (*LUD*) ocupan la capacidad máxima del muelle (*MDC*), el flujo de entrada necesariamente es 0.

2) En caso contrario, es decir, si hay metros de muelle disponibles, el ritmo de entrada viene determinado por *REF* o flujo de entrada real. Este flujo depende de la tasa de entrada *ERT* que representa el ritmo al que entran los barcos, y del espacio disponible en el muelle, calculado por el mínimo entre los barcos en espera *LUW* y el espacio de muelle disponible obtenido en función de la diferencia entre la capacidad máxima del muelle *MDC* y los barcos atracados *LUD*.

La expresión analítica de *LUW* es:

$$dLUW / dt = CHPSR - EF$$

Sustituyendo los dos flujos por sus respectivas definiciones, obtenemos<sup>17</sup>:

$$dLUW/dt = CHPSR - EF$$

---

<sup>15</sup> Las funciones  $\varphi_{1HU}$  y  $\varphi_{2HU}$ , elaborados a partir de las tarifas publicadas por las respectivas Autoridades Portuarias, relacionan el GT con el coste de amarre y de practicaaje. Su representación gráfica aparece recogida en el Anexo.

<sup>16</sup> Autoridad Portuaria de Puerto de Sevilla (1995).

<sup>17</sup> La función IF THEN ELSE permite discriminar en función de valores, de modo que si se cumple la condición inicial el valor de la variable lo determina el término contiguo, mientras que si la condición no se cumple la variable sigue lo que exprese el último miembro.

$$\begin{aligned}
&= (\text{PSCT} + (\text{PSPT} * \text{ED}) * (1/\text{TONUL}) - \text{IF THEN ELSE} (\text{LUD}=\text{MDC}, 0, \text{REF})) \\
&= [\text{CTER} * \text{TR} + ((\text{TR}-\text{PSCT}) * \text{IF THEN ELSE} (\text{PSC}<\text{PHC}, 1, \text{ER})) * (1/\text{TONUL}) - \text{IF THEN ELSE} (\text{LUD}=\text{MDC}, 0, \text{ERT} * \text{MIN} (\text{LUW}, \text{MDC}-\text{LUD})) \\
&= [\text{CTER} * (-264126+361,79*\text{GDPI} + \text{T}_{\text{ini}}) + (\text{TR} - (\text{CTER} * \text{TR})) * \text{IF THEN ELSE} (\text{PSCGTM} * \text{TRIPS}) < (\text{PHCGTM} * \text{TRIPH}), 1, \text{ER})] * (1/\text{TONUL}) - \text{IF THEN ELSE} (\text{LUD}=\text{MDC}, 0, \text{ERT} * \text{MIN} (\text{LUW}, \text{MDC}-\text{LUD})) \\
&= [\text{CTER} * (-264126+361,79*(\text{GDP} - \text{GDP2}) + \text{T}_{\text{ini}}) + (\text{TR} * (1 - \text{CTER})) * \text{IF THEN ELSE} (\text{PSCGTM} * \text{TRIPS}) < (\text{PHCGTM} * \text{TRIPH}), 1, \text{ER})] * (1/\text{TONUL}) - \text{IF THEN ELSE} (\text{LUD}=\text{MDC}, 0, \text{ERT} * \text{MIN} (\text{LUW}, \text{MDC}-\text{LUD})) \\
&= [\text{CTER} * (-264126+361,79*((\text{GDP}_{\text{ini}} * \text{EXP} (0,03*\text{TIME})) - (18357,96 * \text{EXP} (0,03*\text{TIME})) + \text{T}_{\text{ini}}) + ((-264126+361,79*((\text{GDP}_{\text{ini}} * \text{EXP} (0,03*\text{TIME})) - (18357,96 * \text{EXP} (0,03*\text{TIME})) + \text{T}_{\text{ini}}) * (1- \text{CTER})) * \text{IF THEN ELSE} (\text{PSCGTM} * \text{TRIPS}) < (\text{PHCGTM} * \text{TRIPH}), 1, \text{ER})] * (1/\text{TONUL}) - \text{IF THEN ELSE} (\text{LUD}=\text{MDC}, 0, \text{ERT} * \text{MIN} (\text{LUW}, \text{MDC}-\text{LUD}))
\end{aligned}$$

2) *GTMP*S: representa el tamaño medio (medido en GT) de los barcos que entran en el Puerto de Sevilla. Aumenta con la inversión a través de la variable *GTIP*SI y no disminuye. Como valor de partida, se toma 4500 GT<sup>18</sup> que es el tamaño medio de un barco en el Puerto de Sevilla en la actualidad.

Según se ha señalado, *GTIP*SI depende de la inversión. Si no hay inversión pública (*PI* = 0), no aumenta el tamaño del buque admitido en el puerto, por lo que *GTIP*SI toma el valor cero. En caso contrario, esto es, si la inversión pública es positiva, el incremento del GT admitido en el puerto dependería de dicha inversión *PI*, concretamente del porcentaje de ella destinado a aumentar el GT (*IGTR*). Además, depende del coste de incrementar el GT, expresado a través de *GTIUM*I. Todo ello en función del ritmo de ejecución (*ERI*).

*PI* se define en función de las políticas de inversión ajenas al propio funcionamiento del Puerto (*EXPOL*), en función de los ingresos por ventas de terrenos (*SL*) y de los beneficios del Puerto (*UP*) ponderados por el ratio de beneficios invertidos *PIR*.

Para la determinación de las aportaciones ajenas al puerto se ha supuesto que *EXPOL* parte de un nivel inicial 0, produciéndose dos aportaciones puntuales en los años 3 y 5, por un montante de 77,52 millones de euros cada una.<sup>19</sup>

Para la determinación de los beneficios hemos definido *UP* como el máximo entre 0 y el beneficio *P*. De esta forma descartamos la posibilidad de que beneficios negativos

<sup>18</sup> Dato proporcionado por responsables de la Autoridad Portuaria de Sevilla.

<sup>19</sup> Autoridad Portuaria de Sevilla (1999b).

desvirtúen los resultados.  $P$  se calcula como diferencia entre ingresos y costes<sup>20</sup>. La variable  $APSC$  representa los costes, y recoge el total de gastos de las operaciones<sup>21</sup> que soporta la Autoridad Portuaria. Los ingresos, por su parte, se componen de tres partidas: los ingresos por tarifas  $TEUL$ , calculados mediante la suma de los ingresos por unidad de longitud correspondientes a las tarifas T-0, T-1, T-9.2 y T-3; el ingreso por la tarifa T-7 de almacenaje,  $WT$ ; y, otros ingresos del Puerto,  $PSOI$ .

La expresión analítica de  $GTMPs$  es:

$$dGTMPs / dt = GTIPSI$$

Sustituyendo  $GTIPSI$  por su valor obtendremos:

$$dGTMPs/dt = GTIPSI$$

$$= \text{IF THEN ELSE} (PI = 0, 0, PI * IGTR * GTIUMI) * ERI$$

$$= \text{IF THEN ELSE} ((EXPOL + UP * PIR + SL) = 0, 0, (EXPOL + UP * PIR + SL) * IGTR * GTIUMI) * ERI$$

$$= \text{IF THEN ELSE} (((EXPOL_{ini} + STEP(38.76, 3) + STEP(-38.76, 4) + STEP(38.76, 5) + STEP(-38.76, 6)) + (MAX(0, P) * PIR) + SL) = 0, 0, ((EXPOL_{ini} + STEP(38.76, 3) + STEP(-38.76, 4) + STEP(38.76, 5) + STEP(-38.76, 6)) + (MAX(0, P) * PIR + SL) * IGTR * GTIUMI) * ERI$$

$$= \text{IF THEN ELSE} (((EXPOL_{ini} + STEP(38.76, 3) + STEP(-38.76, 4) + STEP(38.76, 5) + STEP(-38.76, 6)) + (MAX(0, (TEUL * LUB + WT + PSOI - APSC)) * PIR) + SL) = 0, 0, ((EXPOL_{ini} + STEP(38.76, 3) + STEP(-38.76, 4) + STEP(38.76, 5) + STEP(-38.76, 6)) + (MAX(0, (TEUL * LUB + WT + PSOI - APSC)) * PIR + SL) * IGTR * GTIUMI) * ERI$$

3)  $LUB$  es una variable definida con el objetivo de poder anualizar el flujo de barcos que atracan en el Puerto para así poder calcular los ingresos por tarifa de la Autoridad Portuaria de Sevilla y, de este modo, también los beneficios. Se define por la diferencia entre los flujos de barcos (en unidades de longitud) de cada año con respecto a los del periodo anterior ( $LUER$  y  $LUER1$ , respectivamente).  $LUER$  es el flujo de entrada de unidades de longitud, y coincide con la variable  $CHPSR$  definida anteriormente y  $LUER1$  se define como la anterior retardada un periodo.

Su expresión analítica es:

$$dLUB / dt = LUER - LUER1$$

Sustituyendo  $LUER$  y  $LUER1$  obtenemos:

<sup>20</sup> Para simplificar, el beneficio se calcula como la diferencia entre los ingresos (por servicios portuarios –las tarifas T-0, T-1, T-9.2, T-3 y T-7- y los cánones por concesiones y autorizaciones) y el total de gasto de las operaciones. No se ha considerado las cantidades recibidas/aportadas al Fondo de Contribución.

<sup>21</sup> Los datos de proyección de ingresos y costes se han tomado de Autoridad Portuaria de Sevilla (2003).



$$\begin{aligned}
dLUB/dt &= LUER - LUER1 \\
&= (PSCT + PSPT * ED) * (1/TONUL) - DELAY FIXED (LUER,1,0) \\
&= (CTER * TR + ((TR-PSCT) * IF THEN ELSE (PSC<PHC, 1, ER)) * (1/TONUL) \\
&\quad - DELAY FIXED (LUER,1,0) \\
&= [CTER * (-264126 + 361,79*GDPI + T_{ini}) + (TR - (CTER * TR)) * IF THEN \\
&\quad ELSE (PSCGTM * TRIPS) < (PHCGTM * TRIPH), 1, ER] * (1/TONUL) - DELAY \\
&\quad FIXED (LUER,1,0)
\end{aligned}$$

4) *MDC* representa la capacidad total del muelle, medida en unidades de longitud. Su importancia reside en que limita el número de buques que pueden atracar lo que reduce los beneficios del armador haciendo del Puerto de Sevilla un puerto menos competitivo. La falta de espacio en el muelle hace que los buques tengan que permanecer en espera (*LUW*) o incluso, previamente, pueden originar la no elección del Puerto de Sevilla como puerto de atraque. Hemos supuesto que la capacidad total del muelle *MDC* sólo aumenta, a partir de su valor actual<sup>22</sup>, dependiendo su ampliación de las inversiones a través de la variable *II* que representa el incremento del muelle fruto de la inversión.

*II*, que según hemos señalado representa el incremento en la capacidad del muelle debido a las inversiones, se define en función de la inversión pública *PI*, del ratio que de la inversión total se destina a ampliar el muelle, *IDR*, del coste de cada unidad de longitud de muelle, *DIUI*, y del ritmo de ejecución, *ERI*. Se ha definido de modo que, si no se dispone de inversión pública *II* valga cero, lo que implica que el muelle no vea incrementada su capacidad, mientras que si existe inversión pública, el incremento dependa de la parte de la inversión que se destine al muelle y de la ampliación del muelle que se pueda realizar con esa inversión.

La expresión analítica de *MDC* es:

$$dMDC / dt = II$$

Sustituyendo *II* por su valor obtenemos:

$$\begin{aligned}
dMDC/dt &= II \\
&= IF THEN ELSE (PI = 0, 0, PI * IDR * DIUI) * ERI \\
&= IF THEN ELSE ((EXPOL + UP * PIR+SL) = 0, 0, (EXPOL + UP * PIR + SL) * \\
&\quad IDR * DIUI) * ERI \\
&= IF THEN ELSE (((EXPOL_{ini} + STEP (38.76, 3) + STEP (-38.76, 4) + STEP \\
&\quad (38.76,5)+ STEP (-38.76,6)) + (MAX (0, P) * PIR) + SL) = 0, 0, ((EXPOL_{ini} + STEP
\end{aligned}$$

<sup>22</sup> La capacidad actual del muelle está referido a todos los muelle del servicio en dársenas comerciales.

$$(38.76, 3) + \text{STEP} (-38.76, 4) + \text{STEP} (38.76, 5) + \text{STEP} (-38.76, 6) + (\text{MAX} (0, P) * \text{PIR}) + \text{SL}) * \text{IDR} * \text{DIUI}) * \text{ERI}$$

5) *LUD* representa la parte de los muelles del Puerto de Sevilla ocupada en cada momento del tiempo. Se define por la diferencia entre los flujos de entrada *EF* y de salida *EXF*.

El flujo de entrada, *EF*, ya ha sido comentado en apartados anteriores. El flujo de salida, *EXF*, se define en función de la capacidad máxima del almacén, *MWC*<sup>23</sup>, considerando dos opciones alternativas: si el almacén está completo, los barcos con descarga en almacén no pueden descargar ni, en consecuencia, abandonar el puerto. Pero sí pueden hacerlo aquellos que descargan directamente en camiones o en almacenes ajenos al puerto. En este caso el flujo de salida estará compuesto exclusivamente por el ritmo al que estos últimos descarguen y abandonen el puerto. La frecuencia de salida de estos buques viene determinada por la constante *EXFNW* y el ratio de buques con descarga en almacén por *ULTWR*. Si, por el contrario, el almacén no está lleno, y considerando que el ritmo de descarga de mercancía (*DRT*) y de salida del puerto son equivalentes, habría que añadir a la frecuencia anterior el ritmo equivalente de los barcos que descargan en el almacén del Puerto, *DR*.

La expresión analítica de *LUD* es:

$$dLUD / dt = EF - EXF$$

Sustituyendo *EF* y *EXF* por sus respectivos valores obtenemos:

$$dLUD/dt = EF - EXF$$

$$= \text{IF THEN ELSE} (LUD=MDC, 0, REF) - \text{IF THEN ELSE} [MWC = GW, EXFNW * (1-ULTWR) * LUD, DR + EXFNW * (1-ULTWR)) * LUD]$$

$$= \text{IF THEN ELSE} (LUD=MDC, 0, (ERT * \text{MIN} (LUW, MDC - LUD))) - \text{IF THEN ELSE} [MWC = GW, EXFNW * (1-ULTWR) * LUD, (1/TONUL * [\text{MIN} (MWC - GW, TONUL * ULTWR * LUD) * DRT]) + EXFNW * (1-ULTWR)) * LUD]$$

6) *GW*: Esta variable hace referencia al nivel de ocupación de los almacenes del Puerto de Sevilla en los que se guarda la mercancía. Su utilidad reside en mostrar en qué situaciones la escasez de capacidad podría estar en el origen de que los barcos no salieran del muelle por no poder descargar, afectando de este modo al tráfico del puerto. Al no salir los barcos, por permanecer cargados, evitan que otros puedan entrar, ralentizando el tráfico y generando costes para los barcos en espera, lo que puede

<sup>23</sup> Es la capacidad de los depósitos del servicio en el Puerto de Sevilla en el año 2000. Este dato viene recogido en m<sup>2</sup> en la Memoria de la Autoridad Portuaria de Sevilla y se ha convertido en capacidad en toneladas utilizando el ratio 3 toneladas por m<sup>2</sup> proporcionado por la Autoridad Portuaria de Sevilla.

conducir a una disminución de ingresos para el Puerto si, en el futuro, parte del tráfico potencial opta por no correr el riesgo de tener que permanecer en espera un tiempo excesivo.

$GW$  se ha definido por la diferencia entre las tasas de entrada  $GEWR^{24}$  y de salida  $GME$  de mercancías en almacén.

La expresión analítica de  $GW$  es:

$$dGW / dt = GEWR - GME$$

Sustituyendo  $GEWR$  y  $GME$  por sus respectivos valores, se obtiene la siguiente expresión:

$$dGW/dt = GEWR - GME$$

$$= (DR * TONUL) - (GERT * IF THEN ELSE ((GW * METON) > GDP, GDP/METON, GW))$$

$$= ((1/TONUL) * MIN( MWC-GW, TONUL * ULTWR * LUD) * DRT) * TONUL - (GERT * IF THEN ELSE ((GW * METON) > (GDP_{ini} * EXP (0,03 * TIME))/METON, GW))$$

### 3. ESTUDIO DE IMPACTO ECONÓMICO

En este apartado se ligan los resultados del modelo de simulación expuesto en el apartado 2 a los obtenidos del estudio de Impacto Económico realizado por nuestro Equipo para cuantificar la influencia en términos de valor añadido y empleo, del Puerto de Sevilla en la provincia en el año 2000.

La metodología aplicada en el estudio de impacto es el modelo Input-Output de Leontief. Hay que matizar que, dado que el ámbito del estudio de impacto es la provincia de Sevilla, ha sido necesario “provincializar” la matriz input-output disponible para Andalucía para el año 1995 (TIOAN-95). Para este cálculo, es necesario disponer de una matriz diagonal, en la que los elementos no nulos de su diagonal principal, según la metodología, se denominan coeficientes de consumo regional (en nuestro caso, provincial). Estos coeficientes han sido determinados por el Método del Cociente de localización modificado, que relaciona la importancia relativa de una industria en una provincia y la importancia que dicha industria tiene en la economía regional.

Siguiendo con la metodología de Impacto Económico, y centrándonos en la variable empleo, una vez que se han calculado los empleos directo, indirecto e inducido<sup>25</sup>,

<sup>24</sup> La tasa de entrada de mercancías en almacén se ha hecho equivalente a la tasa de descarga de los barcos DR.

<sup>25</sup> a) **Empleo directo**: empleo que se registra en la industria o infraestructura que se analiza.

tanto de la Industria Portuaria como de la Industria Dependiente del Puerto<sup>26</sup>, se procede a calcular el empleo total generado por la actividad portuaria en su conjunto.

Existen tres formas de calcular el impacto total en términos de empleo:

1. La primera es la más simple y consiste en la suma de los empleos directos, indirectos e inducidos de la Industria Portuaria y la Industria Dependiente del Puerto.
2. La segunda solamente excluye el empleo indirecto generado por la Industria Portuaria, de modo que agrega los empleos directos e inducidos de la Industria Portuaria y la Industria Dependiente del Puerto, pero considera únicamente para el empleo indirecto el generado por la Industria Dependiente.
3. La tercera forma de calcular el empleo total del puerto es igual a la anterior excepto en el cálculo del empleo inducido, ya que se excluye el consumo generado por los sueldos y salarios que genera indirectamente la Industria Portuaria. Esta tercera posibilidad es la más correcta desde el punto de vista metodológico para evitar dobles contabilizaciones, dado que la Industria Portuaria sólo se relaciona con el resto de la economía a través de la Industria Dependiente, por lo que es necesario eliminar todos los empleos que la Industria Portuaria genera indirectamente (ya sea en el efecto indirecto, ya sea en parte del efecto inducido).

El empleo generado por la actividad portuaria en la provincia de Sevilla para los años 1995 y 2000, según la tercera forma de contabilizarlo antes expuesta, se recoge en las siguientes tablas :

<b>VARIABLE</b>	<b>AÑO 1995<sup>27</sup></b>	<b>AÑO 2000<sup>28</sup></b>
<b>EMPLEO DIRECTO</b>	3.946,44	3.980,52
<b>EMPLEO INDIRECTO</b>	4.938,56	6.442,87
<b>EMPLEO INDUCIDO</b>	464,27	1.903,25
<b>TOTAL</b>	<b>9.349,27</b>	<b>12.326,64</b>

Tabla 2. Puestos de Trabajo generados por el tráfico total del Puerto de Sevilla 1995 y 2000.

---

**b) Empleo indirecto:** empleo generado como consecuencia de los *inputs* que requiere la industria seleccionada y que son comprados a empresas de la zona objeto de estudio, en nuestro caso, la provincia de Sevilla.

**c) Empleo inducido:** empleo provocado por el consumo privado que efectúan los trabajadores de la industria considerada, y los generados por el Efecto indirecto, dentro de la provincia.

<sup>26</sup> La *Industria Portuaria* se define como el conjunto de actividades directamente necesarias para el transporte marítimo de mercancías y pasajeros. La *Industria Dependiente Del Puerto* se define como el conjunto de las empresas oferentes de bienes y servicios al puerto, así como de las empresas demandantes de los servicios del puerto, ya sea para el transporte de sus materias primas, como para dar salida a sus productos finales.

<sup>27</sup> López Valpuesta, L.; Castillo Manzano, J.I.(2001).

<sup>28</sup> Las cifras de empleo para el año 2000 proceden de un Estudio realizado por el Equipo de Impacto de la Universidad de Sevilla, del cual forman parte los autores, y que está pendiente de publicación.

Con los datos de empleo para los años 1995 y 2000 reflejados en la tabla anterior y tomando como referencia el empleo de la provincia de Sevilla en el periodo 1980-2000, se ha construido la serie del empleo generado por el puerto de Sevilla para ese mismo periodo. Al ser el empleo generado por toda la actividad portuaria, se ha tenido que separar la parte de ese empleo que se debe al tráfico de entrada en el puerto de Sevilla. Para ello se ha tomado el porcentaje que representa el tráfico de entrada en el puerto de Sevilla respecto del total de tráfico la serie de años 1980-2000.

Para determinar el impacto, en términos de empleo, de la actividad portuaria descrita mediante el anterior modelo de simulación se ha recurrido a una regresión lineal con las variables en diferencia (para evitar de nuevo problemas de autocorrelación) y sin término constante (al ser no significativamente distinto de cero) que relaciona el empleo, calculado según se ha descrito anteriormente, con el tráfico de entrada en el Puerto de Sevilla en el periodo 1980-2000. La variable que representa en el modelo de simulación el tráfico de entrada (en diferencia) es *IT*, calculada convirtiendo a Toneladas el incremento anual definido mediante *ILUER*.

$$EMP = (0,002030 * IT) + EMP1$$

Los datos de este regresión aparecen recogidos en la siguiente tabla:

Dependent Variable: *EMP-EMP1*

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1981 2000

Included observations: 20 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>IT</i>	0.002030	0.000397	5.114570	0.0001
R-squared	0.554657	Mean dependent var		148.1000
Adjusted R-squared	0.554657	S.D. dependent var		628.3174
S.E. of regression	419.3015	Akaike info criterion		14.96376
Sum squared resid	3340462.	Schwarz criterion		15.01355
Log likelihood	-148.6376	Durbin-Watson stat		2.271905

Tabla 3. Regresión lineal del empleo generado por el tráfico de entrada en el Puerto de Sevilla

La simulación del modelo habiendo introducido esta variable nos permite observar el efecto de la inversión pública en infraestructura portuaria sobre el empleo provincial, a través de su efecto sobre el tráfico del Puerto de Sevilla.

#### 4. CONCLUSIONES

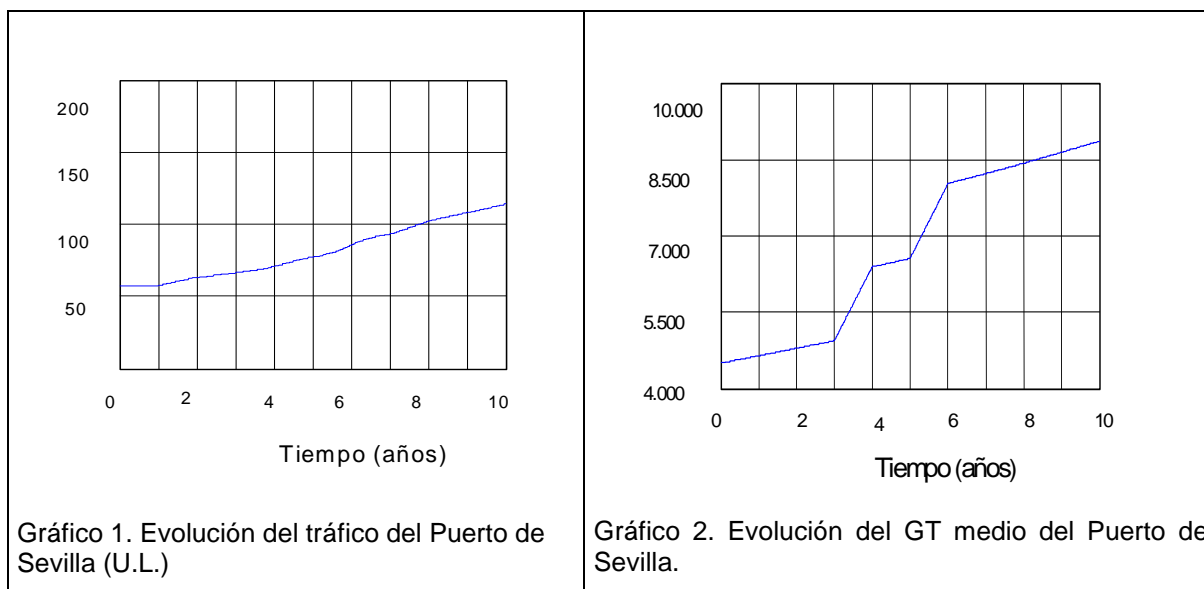
La simulación del modelo descrito permite extraer conclusiones sobre algunos de los aspectos más relevantes relativos a la situación presente y futura del Puerto de Sevilla y a su impacto sobre la economía provincial. No obstante, en todo momento debe tenerse

presente que se trata de una primera aproximación a lo que será un modelo global del Puerto de Sevilla, aproximación en la que se han adoptado supuestos simplificadores que, sin embargo, no desvirtúan el resultado. Interesa pues más el carácter cualitativo del comportamiento, que en este caso muestra un crecimiento del tráfico del Puerto de Sevilla, que su cuantificación concreta.

Los gráficos siguientes muestran la tendencia al crecimiento del tráfico del puerto una vez que las reformas en las infraestructuras portuarias sean llevadas a cabo. En concreto, el gráfico 1 representa la tendencia alcista del tráfico que sería posible gracias a la ampliación de su capacidad en términos de calado, reflejada en el gráfico 2. Además, la posibilidad de admitir barcos de mayor tamaño llevaría aparejada una reducción de los costes relativos que permitiría que el Puerto de Sevilla resultase más competitivo. Esto quedaría reflejado en el crecimiento del porcentaje de tráfico (en proporción de su tráfico potencial) que optarían por el Puerto de Sevilla como puerto de atraque.

El potencial incremento del muelle, que permitiría que atracasen más barcos elevando con ello los beneficios del puerto, está representado en el gráfico 3.

Este crecimiento del tráfico de entrada en el Puerto de Sevilla redundaría en una creación de empleo en la provincia también creciente, cuya evolución puede observarse en el gráfico 4.



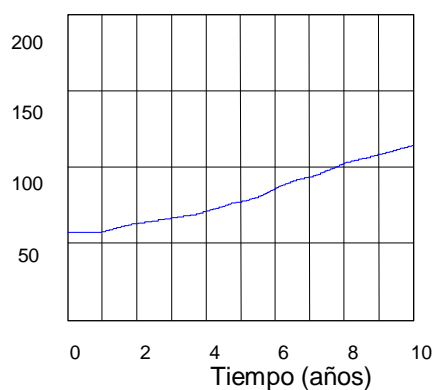


Gráfico 3. Evolución de la capacidad del muelle en el Puerto de Sevilla (en U.L.).

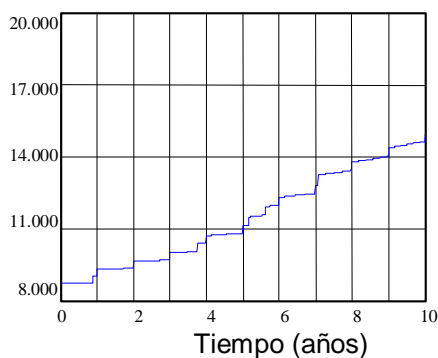


Gráfico 4. Evolución del empleo generado en la provincia de Sevilla por el tráfico de entrada en el Puerto de Sevilla.

Independientemente de los resultados numéricos obtenidos, el aspecto más relevante de este trabajo es que se aportan soluciones metodológicas para dinamizar un estudio de Impacto Económico estático, calculado a partir del modelo Input-Output de Leontief. Son numerosas las vías de aplicación de la solución propuesta si tenemos en cuenta el amplio número de estudios de Impacto Económico que sobre todo tipo de infraestructuras de transporte se han realizado en España en los últimos 15 años.

## 5. ANEXO

### A.1 Tabla de variables

<b>Variable</b>	<b>Meaning</b>	<b>Definition</b>	<b>Units</b>
AMAHU	PH Moorage Costs	$\phi_{2HU}$ (GTMPH)	€
AMASE	PS Moorage Costs	$\phi_2$ (GTMP)	€
APSC	APS Costs	$C_{ini} * (1+CGR)^{TIME}$	Mill. €/year
CHPSR	Choosing PS Rate	$(PSCT + PSPT * ED) * (1/TONUL)$	UL/year
DR	Discharge Rate	$(1/TONUL) * \min(MWC-GW, TONUL * ULTWR * LUD) * DRT$	UL/year
ED	Entrance Decision	IF THEN ELSE(PSC<PHC, 1, ER)	Dmnls. <sup>29</sup>
EF	Entrance Frequency	IF THEN ELSE (LUD=MDC, 0, REF)	UL/year
EMP	Employment	$(0,002030 * IT) + EMP1$	Employees
EMP1	Employment the year before	DELAY FIXED (EMP, 1, EMP <sub>ini</sub> )	Employees
ER	Entrance Ratio	IF THEN ELSE (PSC < 1.1 * PHC, 0.9,(IF THEN ELSE (PSC < PHC * 1.2, 0.8,(IF THEN ELSE (PSC < PHC * 1.3, 0.7,(IF THEN ELSE (PSC < PHC*1.4, 0.6, (IF	Dmnls.

<sup>29</sup> Sin dimensión

		THEN ELSE (PSC < 1.5* PHC, 0.5, (IF THEN ELSE (PSC < PHC * 1.6, 0.4,(IF THEN ELSE (PSC < PHC * 1.7, 0.3,(IF THEN ELSE (PSC < PHC * 1.8, 0.2,(IF THEN ELSE(PSC < PHC * 1.9, 0.1,0)	
ESTHU	PH stowage Cost	$2.28 * TONGT * GTMPH$	€
ESTSE	PS stowage Cost	$2.4 * TONGT * GTMPS$	€
EXF	Exit Frequency	IF THEN ELSE (MWC = GW, EXFNW * (1-ULTWR) * LUD, DR + EXFNW * (1-ULTWR)) * LUD	UL/year
EXPOL	Exterior Policy	$EXPOL_{ini} + STEP (38.76, 3) + STEP (-38.76, 4) + STEP (38.76,5) + STEP (-38.76,6)$	Mill. €/year
FREIGHU	PH Freight Costs	$FREIGSE * (1-0.0441)$	€
FREIGSE	PS Freight Costs	$\varphi_5 (GTMPS)$	€
GDP	GDP	$GDP_{ini} * EXP(0.03 * TIME)$	Mill. €
GDP2	GDP Delayed One Period	$18357.96 * EXP (0.03 * TIME)$	Mill. €
GDPI	Gdp Increase	$GDP - GDP2$	Mill. €
GEWR	Goods Entrance to Warehouses Rate	$DR * TONUL$	Tons./year
GME	Goods to Market Rate	$GERT * IF THEN ELSE ((GW * METON) > GDP, (GDP/METON), GW)$	Tons./year
GTIPSI	GT Increase In PS Per Investment	IF THEN ELSE (PI = 0, 0, PI * IGTR * GTIUMI) * ERI	GT/year
GTMPS	Median GT At PS	$INTEG (GTIPSI, 4500)$	GT
GTUL	GT – UL Ratio	$\varphi_3 (GTMPS)$	Dmnls.
GW	Goods In Warehouses	$INTEG (GEWR - GME, 0)$	Tons.
II	Investment Increase	IF THEN ELSE (PI = 0, 0, PI * IDR * DIUI) * ERI	UL/year
ILUER	Traffic increase	$LUER - LUER1$	UL
IT	Traffic increase	$ILUER * TONUL$	Tons.
LUB	Length Units That Berth Every Year	$INTEG (LUER - LUER1, 57)$	UL
LUD	Length Units In Docks	$INTEG (EF-EXF, 0)$	UL
LUER	Length Units Entrance Rate	$(PSCT + PSPT * ED) * (1/TONUL)$	UL/year
LUER1	Length Units Entrance Rate The Period Before	$DELAY FIXED (LUER,1, 57)$	UL/year
LUW	Length Units Waiting (From Lock to Dock)	$INTEG (CHPSR-EF, 0)$	UL
MDC	Maximum Dock Capacity	$INTEG (II, DIC)$	UL
P	Profit	$TEUL * LUB + WT+ PSOI - APSC$	Mill. €
PHC	PH Costs (UL That Berth At PH)	$PHCGTM * TRIPH$	Mill.€
PHCGTM	PH Costs (Medium Vessel)	$(0.003065 * GTMPH + 0.042912 * 6 * GTMPH + 1.0295 * TONGT * GTMPH + PRACTHU + AMAHU + FREIGHU$	Mill. €



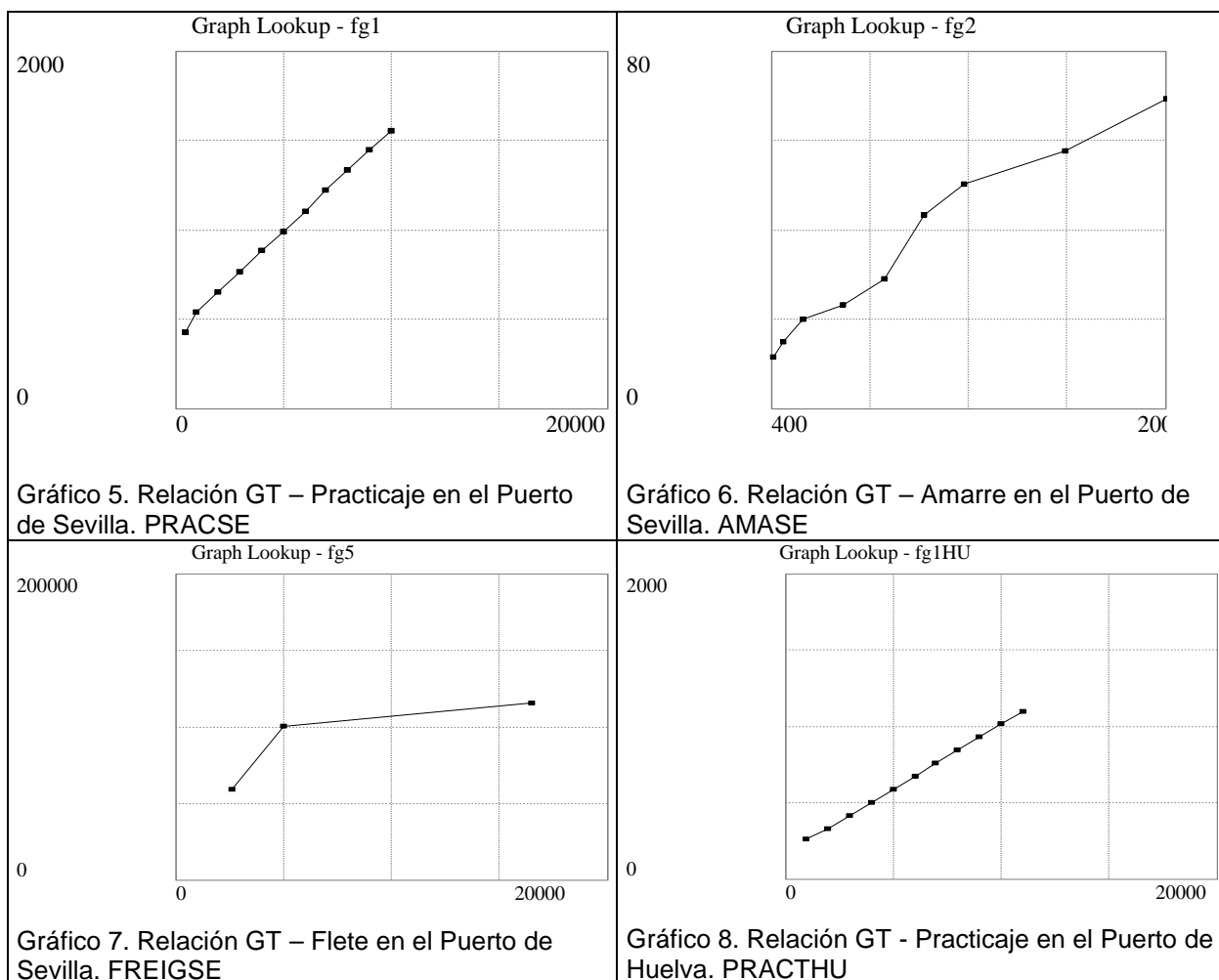
		+ESTHU) /10 <sup>6</sup> + TCHTOS	
PI	Public Investment	EXPOL + UP * PIR + SL	Mill. €/year
PRACSE	PS Pilotaje Costs	$\phi_1$ (GTMP)	€
PRACTH U	PH Pilotaje Costs	$\phi_{1HU}$ (GTMPH)	€
PSC	PS Costs (UL That Berth At PS)	PSCGTM * TRIPS	Mill.€
PSCGTM	PS Costs (Medium Vessel)	$(0.003065 * GTMP + 0.042912 * 8 * GTMP + 730.632 * 2 * (1/GTUL) * GTMP + 1.40401 * GTMP * TONGT + PRACSE + AMASE + FREIGSE + ESTSE) / 10^6$	Mill.€
PSCT	Ps Captive Traffic	CTER * TR	Tons./year
PSOI	PS Other Income	$I_{ini} * (1 + OIGR)^{TIME}$	Mill. €
PSPT	PS Potential Traffic	TR-PSCT	Tons/year
REF	Real Entrance Frequency	ERT * MIN (LUW, MDC-LUD)	UL/year
TCHTOS	Transport Costs Huelva to Sevilla	$0.000003005 * (TONGT) * GTMPH$	Mill.€
TEUL	Tariff Earnings /UL	$[(0.003065 * GTUL + 0.042912 * 8 * GTUL + 730.632 * 2 + 1.40401 * TONUL) / 10^6]$	Mill.€/UL
TONGT	Tons – Gt Ratio	$\phi_4$ (GTMP)	Dmnl.
TONWB	Tons. Willing to Berth At PS Per Year	INTEG (TR-TR1, T <sub>ini</sub> )	Tons.
TR	Traffic Rate	$-264126 + 361.79 * GDPI + T_{ini}$	Tons./year
TR1	Traffic Rate The Period Before	DELAY FIXED (TR, 1, T <sub>ini</sub> )	Tons./year
TRIPH	Traffic If PH Is Chosen	$(PSPT * (1/TONGT)) / GTMPH$	Ships/year
TRIPS	Traffic If PS Is Chosen	$(PSPT * (1/TONGT)) / GTMP$	Ships/year
UP	Utile Profit	MAX (0, P)	Mill.€/year

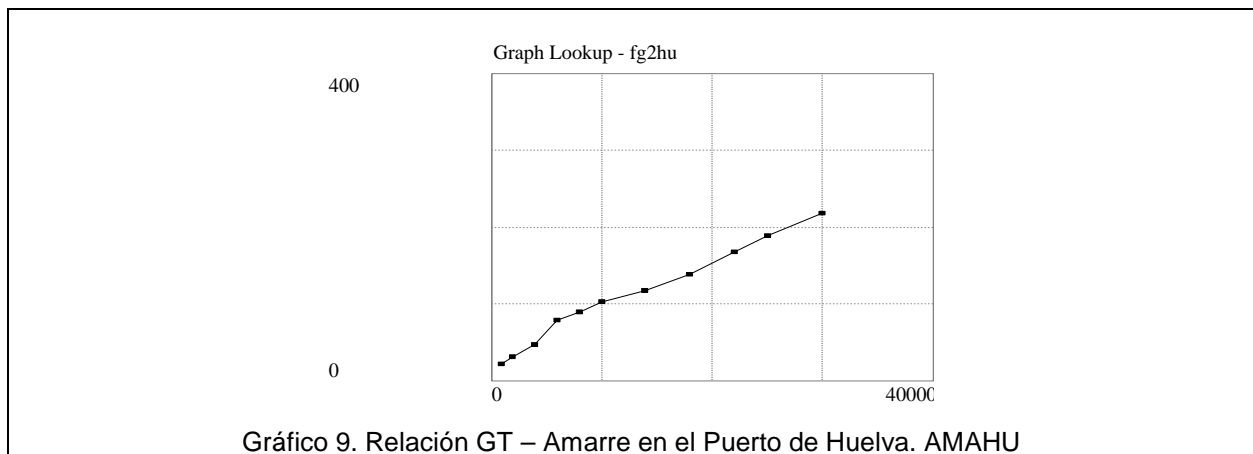
## A.2 Tabla de parámetros

<b>Parameter</b>	<b>Definition</b>	<b>Value</b>	<b>Units</b>
T <sub>ini</sub>	Inicial traffic	3896639.40	Tons.
CGR	Costs growth rate	0.0614	Dmnl.
C <sub>ini</sub>	Initial Costs	13.88	Mill. €
TONUL	Ratio Tonelada – UL	50000	Tons./UL
CTER	Captive traffic entrance rate	0.6651	Dmnl
DIC	Dock Initial capacity.	2.764	UL
DIUI	Dock Increase in PS per Unit Investment	0.11092	UL/Mill. €
DRT	Discharge ratio	1	Year
ERI	Executing rythm	1	1/year
ERT	Entrance ratio	1	1/year
EXFNW	Exit frequency Ship not to warehouses	1	1/year

$EXPOL_{ini}$	Initial Exterior Policy	0	Mill. €
$GDP_{ini}$	Initial GDP	19620.9	Mill. €
GERT	Goods exit rate	1	1/year
GTIUMI	GT Increase per Mill. € invested	36.40	GT
GTMPH	Median GT at PH	15000	GT
IDR	Investments in Dock ratio	0.08	Dmnl.
IGTR	Investments in GT ratio	0.92	Dmnl.
$I_{ini}$	Initial other income	5.51	Mill. €
MWC	Max warehouse capacity	665733	Tons.
OIGR	Other income growth rate	0.0812	Dmnl.
PIR	Profit Investment Ratio	0.8	Dmnl.
SL	Land sales	2.103	Mill. €
WT	Warehouses tariff	1	Mill. €
METON	Million euros/Ton	$246,76 / 10^6$	Mill. €/Tons.
ULTWR	UL to warehouses ratio	0.7	Dmnl.

### A.3 Definición de las variables PRACSE, AMASE, FREIGSE, PRACTHU y AMAHU





## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alatec-Haskoning. Ingenieros y Arquitectos Consultores (1998): “Asistencia Técnica para el Estudio de alternativas de las obras para la modificación del acceso al puerto e incidencias previstas de tales obras en el tráfico, la operación portuaria y zonas de servicio”.
- Aracil, J. (1982): “Aspectos de la aplicación de la dinámica de sistemas a modelos urbanos y territoriales” en *Tablas Input-Output y cuentas regionales*, Instituto de Desarrollo Regional nº 19.
- (1986): *Introducción a la dinámica de sistemas*, Alianza Editorial, Madrid 1986.
  - (1996): “Realidad y representación en sistemas dinámicos”, *Arbor* nº 606, junio pp. 9-33.
- Autoridad Portuaria de Sevilla: *Memorias anuales (1990-2001)*.
- Estudio de la Estructura de Costes para la captación de tráfico en el Puerto de Sevilla (1995).
  - Plan Estratégico (1999a).
  - Plan de Desarrollo del Puerto de Sevilla (1999b).
  - Plan de Empresa (2003).
- Centro de Estudios Territoriales y Urbanos. Consejería de Obras Públicas y Transportes. (1990): *Los Puertos andaluces y la ordenación del territorio*, Sevilla.
- Estudios y Proyectos CLAVE, S.L.(1987): *El área de influencia del Puerto de Sevilla*. Estudio adjudicado por el Centro de Estudios Territoriales y Urbanos de la Junta de Andalucía.
- Fundación BBV (2000): *Renta Nacional de España y su distribución provincial, Año 1995 y avances 1996-1999*.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Contabilidad Anual Regional de Andalucía, Base 1995, serie 1995-1999*.
- López Valpuesta, L.; Castillo Manzano, J.I. (2001): *Análisis de la actividad económica del Puerto de Sevilla y su influencia provincial*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Spim (1997): *Estudio sobre el desarrollo de la ZAL en el puerto de Sevilla*, Sevilla.

TEMA (1994): *Elaboración de una metodología para la evaluación de los impactos de la actividad portuaria sobre la economía. Puertos del Estado.*