



Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción

Nombre del estudio en inglés: Panama Canal traffic and transit model - Transits and revenues 2000 through 2050

Nombre del estudio en español: Modelo de tráfico y tránsito del Canal de Panamá - Tránsitos e ingresos 2000 a 2050

Fecha del informe final: Septiembre de 2000

Fecha de la traducción: 29 de mayo de 2006

Nombre del consultor: Merge Global, Inc.

INFORME FINAL

Índice

OBJETIVO	7
Características del proyecto.....	8
Preparación de la información nueva – Enlaces con fuentes de información interna y externa y procedimientos para la reestimación del modelo	8
Etapas de preparación del modelo	10
Herramienta para la simulación del modelo	10
Modelos en el sistema de simulación.....	10
Gráfica 1: Herramienta de simulación del tráfico y tránsito de la ACP	11
Organización de la información.....	11
Cuadro 1: Mercancías de la ACP	12
Cuadro 2: Rutas de la ACP.....	13
Cuadro 3: Tipos de buques de la ACP [T,A].....	14
Cuadro 4: Mercancías SeaFlow.....	15
Cuadro 5: Clasificación por tamaño de buques de la ACP.....	16
Uso de la información sobre mercancías y tránsito	17
Dimensiones múltiples.....	17
Organización de la información de la ACP con respecto a tráfico y tránsito.....	19
Ecuaciones para desarrollar factores por tipo de buque (detallado y agregado).....	19
MODELO DE DEMANDA POR TRÁFICO DE LA ACP	20
Estructura del modelo principal de tráfico.....	20
Gráfica 2: Modelo de tráfico de la ACP (Toneladas de comercio por ruta y mercancía).....	21
Modelo 1: Modelo avanzado del marco de elasticidad de la ACP.....	22
Cuadro 6: Grupos de mercancías usadas en el Modelo 1	22
Ecuación: Modelo 1 – Costo de tránsito por tipo agregado de buque y comercio por tipo de mercancía detallada	22
Notas del modelo: Procedimientos para la estimación del modelo	22
Variables operativas de los buques	23
Ecuación para los costos de tránsito	25
Efecto del costo de tránsito.....	25
Efecto del comercio.....	26
Ecuación: Modelo 2 – Costo de tránsito por tipo agregado de buque y comercio por tipo agregado de buque.....	28
Cuadro 7: División de mercancías por tipo agregado de buque	29
Ecuación: Modelo 3 – Costo de tránsito y comercio por tipo agregado de buque	30
Modelo 4 – Sin detalle de mercancías, agrupados por agregados de buques, costos de tránsito detallado, efecto único de comercio	31
Ecuación: Modelo 4 – Sin detalle de mercancías, agrupados por agregados de buque.....	31
Modelo 5: Comercio puro por tipo agregado de buque de acuerdo a mercancía, sin ningún efecto de precios	31
Ecuación: Modelo 5 – Comercio puro por tipo agregado de buque	31

Modelo 6: Comercio puro en base a mercancía, sin ningún efecto de precios.....	31
Ecuación: Modelo 6 – Efecto único de comercio.....	32
Modelo 7: Tendencia de tiempo.....	32
Modelo 11: Rutas domésticas, costos de tránsito y PIB.....	32
Ecuación: Modelo 11 – Costos de tránsito y el efecto del PIB (Rutas domésticas).....	32
Modelo 12 – Rutas domésticas, sin costos de tránsito.....	32
Ecuación: Modelo 12 – Efecto del PIB (Rutas domésticas).....	32
Cuadro 8: Elasticidades estimadas por precio y comercio aplicados al modelo de tráfico de la ACP	34
(VÉASE GRÁFICA EN LA VERSIÓN EN INGLÉS.).....	34
ANÁLISIS DEL TIEMPO EN AGUAS DEL CANAL.....	35
Tiempo en aguas del Canal	35
Modelo de ajuste del TAC	35
El 3er juego de esclusas añade una capacidad significativa.....	36
Gráfica 5: Comparación del tiempo en aguas del Canal con o sin restricción de capacidad.....	37
Impacto que tendría un 3er juego de esclusas sobre el tráfico potencial.....	37
Gráfica 7: Comparación del tonelaje de la ACP bajo diferentes supuestos.....	38
ANÁLISIS DE TRÁNSITOS DE BUQUES – INTEGRANDO DISTRIBUCIONES ALTERNAS DE BUQUES	38
La primera regla: la distribución no es constante a través del tiempo.....	39
Cuadro 9: Tamaño promedio por tipo de buque, 1986 y 1999.....	39
La segunda regla: el tamaño del buque y la combinación sí son importantes, pero los buques pequeños no desaparecerán	40
Ejemplo 1: Cantidad absoluta de TPM por ruta/ tipo de buque /clasificación por tamaño [R/T/S]	40
Ejemplo 2 – Distribución de TPM por R/T/S.....	41
Corrección del tamaño del buque.....	41
Ejemplo 3 – TPM absoluto ajustado por relaciones de clasificación por tamaño	42
Ejemplo 4 – Distribución de TPM ajustados.....	42
Comparación con Ejemplo 2 – Distribución de TPM por R/T/S.....	43
¿Qué sucede cuando se introduce una nueva clasificación por tamaño de buque?.....	43
Introducción de la flota mundial en las distribuciones de buques.....	44
El modelo de flota mundial y la base de datos.....	44
Cuadro 10: Comparación de las estimaciones de los requisitos de los buques preparados por MGI con la flota actual de ISL	46
Cuadro 11: Tipos de buque ISL con tipos agregados de buques ACP y tipos detallados de buques ACP47	
Integración de la flota mundial con la flota de la ACP.....	47
Cuadro 12: Pronóstico sobre la flota mundial – TPM estimado por clasificación por tamaño, 1999, 2000 y 2050.....	47
El cambio del comercio a buques Pospanamax.....	48

Ejemplo 5: Permitiendo un margen para tamaños de buques más grandes	50
Cuadro 12: Distribución de la flota mundial	51
Buques portacontenedores: Pronóstico de la flota por clasificación por tamaño de buques.....	51
Pronóstico del tamaño máximo de buques en base a las dimensiones futuras de las esclusas	52
Cuadro 13: Modelo para proyectar el TPM máximo en base a información sobre el tránsito de buques por el Canal	53
Transformación del comercio por mercancía a tránsitos por clasificación por tamaño.....	53
Un proceso estadístico y no un proceso contable.....	53
Un ejemplo de cómo el modelo de tránsito se ajusta a los supuestos sobre las distribuciones de tamaños de buques	54
Ejemplo 6: Mezcla de tamaños de buques y utilización dentro de la clasificación por tamaño S20 ponderado por comercio	55
Ejemplo 7 – Distribución del tonelaje (sin normalización)	55
Ejemplo 8 – Distribución de tonelaje (normalizado a 1.0).....	55
Ejemplo 9 – Tonelaje por R/C/T/S y distribución a clasificaciones por tamaño	56
Ejemplo 10 – Distribución de tonelaje (sin normalización)	57
Cuadro 14: Máxima utilización permitida.....	57
Ejemplo 11 – Utilización año tras año por R/C/T/S	58
Ecuación para tránsitos.....	58
Calibración de tránsitos	58
Tránsitos en lastre.....	59
Ecuación para lastre.....	59
Tránsitos de buques de pasajeros	59
Ecuación para buques cruceros	59
Tránsitos de la ACP – Con carga, en lastre y otros	60
Gráfica 8: Proyecciones de tránsito alternativo (Punto de referencia, Escenario 3 y Escenario 4)	60
LA TRANSFORMACIÓN DE TRÁNSITOS EN INGRESOS DEL CANAL	60
Ecuación para ingresos.....	61
Para tamaños futuros de buques – CP/SUAB teórico.....	62
Cuadro 14: Relación entre CP/SUAB y TPM en base al modelo.....	62
DESARROLLO DEL ESCENARIO: TEORÍA Y HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS	63
Herramienta para la planificación del escenario de la ACP	64
Gráfica 10: herramienta para la planificación del escenario -- Cuadro panorámico.....	64
Primeros pasos: elección del nombre del escenario y elección dentro de escenarios ya existentes	64
Gráfica 11: Planificador de escenario – Tablero de control	64
Segundos pasos – Creación de un nuevo escenario ajustando supuestos macroeconómicos y operativos	64
Herramienta para la planificación del escenario	65
Gráfica 12: Pasos en la planificación del escenario.....	65
Ajustes macroeconómicos	65

Gráfica 13: Planificador del escenario de ajustes macroeconómicos	66
Gráfica 14: Planificador del escenario de ajustes en el comercio marítimo internacional	66
Ajustes operativos del Canal.....	67
Gráfica 15: Planificador del escenario de ajustes en la información del Canal	67
Ajuste al tiempo en aguas del Canal	68
Gráfica 16: Planificador del escenario del tiempo en aguas del Canal	68
Tarifas del Canal – Carga, lastre y pasajeros	68
Gráfica 17: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Por tipo de buque para todas las rutas.....	69
Gráfica 20: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Tarifas para cruceros	69
Coeficientes mínimos.....	70
Ajustes de mercadeo	70
Gráfica 21: Planificador del escenario de ajustes de mercadeo – Solamente tipo de buque y ruta	72
Gráfica 22: Planificador del escenario de ajustes de mercadeo – Mercancía, ruta y tipo de buque	72
Estático comparativo versus interacción simultánea	72
Gráfica 23: Estático comparativo – Enfoque para el análisis de escenario	73
El modelo macroeconómico a largo plazo de GlobalMetrix.....	73
Gráfica 24: Diferencia entre los modelos de corto plazo (series de tiempo) y de largo plazo (todo el país).....	74
El horizonte de tiempo de cincuenta años	74
Lógica de los modelos a corto plazo versus a largo plazo.....	74
Cuadro 15: Comparación entre las economías de los Estados Unidos y China (1980 – 2050)	77
Estructura del modelo económico a largo plazo de GlobalMetrix.....	77
Cuadro 16: Cambio en el PIB a cambio en el comercio	79
Gráfica 25: Marco del modelo macroeconómico GlobalMetric	79
De ajustes macroeconómicos a ajustes en el comercio.....	79
Ajustes al punto de referencia macroeconómico.....	80
De ajustes macroeconómicos a ajustes detallados de ruta de la ACP y el comercio de mercancías	81
Gráfica 26: Ajuste del comercio macroeconómico al comercio internacional	82
Análisis de riesgo.....	82
Gráfica 27: África → América Central, metales	83
(Véase gráfica en la versión en inglés.).....	83
Desarrollo de un algoritmo de riesgo razonable.....	83
Ecuaciones para el análisis de riesgo.....	84
Gráfica 28: Perfil de riesgo – África a América Central	84
Análisis de riesgo acumulativo	84
Gráfica 29: Análisis de riesgo acumulativo – Todas las mercancías y todas las rutas	84
Resumen del enfoque de análisis de riesgo	84
Patrón de temporada para el tráfico y tránsitos de la ACP	85
Integración con datos mensuales utilizando información de tráfico y tránsito de la ACP (mensual)	86
Traducción de toneladas mensuales a nivel RCT a tránsitos e ingresos de buques.....	86
Utilización de información de temporada para proyectar toneladas mensuales, ingresos y tránsitos	87
Tránsitos por manga – Mensual y anual.....	87
Ingresos mensuales por categoría de manga.....	88

Objetivo	90
Información sobre los buques por tamaño y tipo.....	90
Tipo de buque.....	90
Tamaño de buque	91
Cuadro 17: Comparación entre COE y clasificaciones por tamaño de buques ACP/MGI.....	91
Costos de los buques	92
Calculando promedios.....	92
Tiempo en ruta	92
Pronóstico de requerimientos de los buques.....	92
Cuadro 18: Relación entre tipo de buque y grupos de mercancías	93
Ecuación: Requerimientos del buque por tipo de buque en todas las rutas	93
El modelo	93
Variables instrumentales	93
Cuadro 19: Planimetría instrumental variable por tipo y tamaño	95
Ecuación para el TPM promedio por tipo de buque.....	95
Ecuación para el TPM promedio por tipo de buque.....	95
TPM por tipo de buque y tamaño de buque	96
Ecuación para el TPM total por clasificación por tamaño por buque.....	96
Buques por clasificación por tamaño	96
Ecuación por número de buques por tipo y tamaño	96
Análisis.....	97
Ajustes a la solución del modelo.....	99
Cuadro 20: Pronóstico de la flota mundial de MGI por tipo de buque y clasificación por tamaño	100
Cuadro 21: Costos de los buques por parte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. por tipo y tamaño.....	105

Modelo de tráfico y tránsito del Canal de Panamá

Un sistema de planificación integrado para proyectar el tráfico, tránsitos e ingresos del Canal del año 2000 al 2050

Preparado por

MergeGlobal, Inc.
Arlington, Virginia

Informe final sobre los contratos # CNP-34933

Objetivo

La Autoridad del Canal de Panamá es responsable de la operación, mantenimiento y mejoramiento del Canal de Panamá. Como parte del esfuerzo por mejorar las capacidades analíticas del personal canalero, la Autoridad del Canal contrató a MergeGlobal, Inc., una empresa consultora de Arlington, Virginia, con especialización en el desarrollo de bases de datos de transporte global y proyectos de consultoría afines para que diseñara y construyera un “sistema de planificación integrado”. La meta de este sistema era permitir un análisis más fácil de las bases de datos del tráfico y tránsito del Canal de Panamá a la luz de las cambiantes condiciones económicas externas del mercado. Otra meta secundaria, pero igualmente importante del proyecto era permitir que el personal de Mercadeo analizara la factibilidad y viabilidad de añadir un tercer juego de esclusas. Para alcanzar esta meta el modelo que se desarrolló tenía que ofrecer una flexibilidad superior para modelar proyecciones alternas al crecimiento del tráfico y también dejar un margen para buques de tamaños más grandes (más grandes que las dimensiones de las esclusas actuales del Canal).

Dadas las necesidades de enfrentar los retos analíticos tanto de corto como de largo plazo, los contratistas determinaron que el mejor enfoque era el desarrollo de un modelo marco global integrado con la información medular de la Autoridad del Canal de Panamá en el corazón de la estructura del modelo. El modelo está diseñado para tomar información externa con respecto al crecimiento económico y el comercio internacional y combinarla con las actividades operativas internas del Canal de forma imperceptible. La meta es un modelo para pronosticar información operativa del Canal que incluya pronósticos sobre:

1. Tráfico por las rutas principales del Canal (véase Cuadro 1) y mercancías (véase Cuadro 2);
2. Tránsitos por tipo de buque (12 tipos, véase Cuadro 3) y tamaño de buque (19 clases de tamaño, véase Cuadro 4);
3. Ingresos por ruta, tipo de buque y tamaño de buque.

Para desarrollar para la Autoridad del Canal de Panamá una herramienta que pronosticara y modelara, MergeGlobal ha balanceado la efectividad operativa con la teoría económica. Esta herramienta, sin embargo, no es un sustituto para el análisis cuidadoso de las condiciones del mercado naviero y de los patrones operativos de los operadores.

- Este modelo ha sido diseñado para que sea un agente activo – integrando de una forma semiautomática las bases de datos del Canal con la información externa extraída de

SeaFlow, que es un sistema de información sobre comercio global y transporte diseñado para la industria de fletes marítimos. En las páginas siguientes se detalla la estructura medular del modelo que incluye un enfoque fundamental y las presunciones del comercio y la flota mundial.

Características del proyecto

El Canal de Panamá tiene tanto la necesidad actual de mejorar su eficiencia operativa como la necesidad a largo plazo de ampliar su capacidad. Para lograr estos dos objetivos, la Autoridad del Canal contrató a MergeGlobal para que proporcionara un modelo bien integrado que pudiera satisfacer las necesidades actuales del Canal así como las necesidades futuras. A diferencia de otros esfuerzos, este sistema de modelos fue diseñado para facilitar su uso por parte del personal del Canal y con flexibilidad en sus supuestos. Los requisitos principales de esta herramienta de planificación para el Canal son:

- Integrar las bases de datos existentes de tráfico y tránsito del Canal a través de un enlace de información semiautomático;
- Actualizar automáticamente los coeficientes en un modelo de tráfico ACP enlazándose a datos internos y externos del Canal proporcionados por un modelo independiente para comercio marítimo;
- Proyectar tránsitos a través del Canal para 12 tipos de buques y 19 clases de tamaños;
- Incluir buques más grandes (dentro de la restricción Panamax) en la medición de tránsitos futuros;
- Permitir a los planificadores que midan el impacto sobre el tráfico, tránsitos e ingresos bajo varios supuestos con respecto al tamaño de las esclusas y el futuro de las combinaciones de tamaños de la flota mundial;
- Proyectar el tráfico, tránsitos e ingresos por un período de tiempo prolongado (hasta el 2050);
- Producir reportes útiles basados en bases de datos que sean dinámicas;
- Dejar margen para cambios en supuestos macroeconómicos subyacentes con respecto al comercio, y las operaciones canaleras así como supuestos que tienen que ver con tarifas y tráfico, y simular resultados futuros para el tráfico, tránsitos e ingresos del Canal;
- Producir una estimación mensual, a corto plazo (2 años) de tráfico, tránsitos e ingresos.

Preparación de la información nueva – Enlaces con fuentes de información interna y externa y procedimientos para la reestimación del modelo

La Autoridad del Canal de Panamá recoge información de cada uno de los buques que transitan el Canal. El Canal recoge información sobre:

1. Ruta y mercancía;
2. Características del buque – tamaño del buque (tonelaje de peso muerto [TPM], eslora, manga, calado y el CP/SUAB), utilización, peajes, y otros cargos pagados, etc.);
3. Características de tránsito (hora de entrada en las aguas del Canal, hora de salida, tiempo en tránsito, uso de los recursos del Canal, etc.).

El punto de referencia para el análisis de la información sobre el tráfico y tránsito de la ACP es la información de la misma ACP. Primero se necesitaba establecer el marco analítico requerido para transformar los datos de la ACP en información que podría ser fácilmente integrada con

información externa. Por consiguiente, las bases de datos sobre mercancías y rutas tenían que ser fusionadas con las bases de datos sobre las características de los buques y el tránsito.

El enlace entre la información de la ACP y la información marítima mundial no es sencillo. La razón de esto es que la información del Canal se recoge con cada tránsito de un buque, uno a la vez. Se encuentra codificada dentro del sistema computarizado de información del Canal tanto en términos de las características propias del buque como del flujo de mercancías. Un número limitado de mercancías se encuentra catalogado dentro del comercio de contenedores el cual es muy grande e importante y está agrupado en una sola categoría sin ningún producto en específico. Por otra parte, la decisión de transitar el Canal no es siempre bien clara, pero podría ajustarse a medida que se ajusta el costo relativo del tránsito por el Canal versus el no-tránsito. Cualquier modelo que se desarrolle para enlazar la información debe salvar estos obstáculos ya que los conjuntos de datos de la ACP por sí solos no pueden dar respuesta a estas preguntas.

Para facilitar el desarrollo del modelo, la base de datos de tránsitos tuvo que ser transformada en una serie de datos relacionando los costos de tránsito con los flujos de mercancías de acuerdo a la ruta. De esta forma, el cambio en el tráfico (con base a mercancía y ruta) podía ser medido cotejándolo con los cambios en el costo del tránsito (con base a mercancía y ruta) y con los cambios en el comercio mundial (con base a mercancía y ruta).

Pasos en el proceso de la transformación de datos

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

- La información interna con respecto al tráfico por el Canal es utilizada como punto de referencia.
- Las actualizaciones regulares de este sistema de información se introducen en un módulo de procesamiento de datos desarrollado en Microsoft Access.
- La información externa de las bases de datos de comercio marítimo de MGI SeaFlow se integran en una sola herramienta de pronóstico de tráfico.
- Se incluyen procedimientos semiautomáticos de reestimación para garantizar la fiabilidad del modelo medular de pronóstico a medida que el tráfico y los tránsitos cambian en el curso del tiempo.
- Un modelo a largo plazo del ambiente macroeconómico y comercial deja un margen para ajustes exógenos por parte del personal de la ACP con respecto a factores claves que incluyen el PIB, el consumo, las inversiones, y las variables del comercio mundial.
- El modelo de flota mundial ajusta las distribuciones del tamaño de la flota de buques de la ACP con base a las proyecciones de la flota mundial de acuerdo al tipo y a la clasificación por tamaño.
- Un modelo de tránsito de ruta específica de la ACP que integra información derivada de las bases de datos de la ACP con factores desarrollados utilizando programas de Access para desarrollar estimaciones de tránsitos de buques con base al tamaño del buque y a la clasificación por tamaño.
- Un modelo de Ingreso de Ruta Específica de la ACP que toma la información sobre los tránsitos y las tarifas y desarrolla estimaciones de los posibles ingresos por ruta.

Estos modelos forman un solo conjunto integrado combinando información nueva de fuentes externas e internas. La meta del desarrollo es crear un sistema que pueda ser usado para simular

tráfico, tránsitos e ingresos alternos bajo varios supuestos acerca del comercio, la economía de los operadores navieros y las estructuras de peajes.

Etapa de preparación del modelo

El modelo está diseñado para tomar información del Canal e información sobre el crecimiento del tráfico marítimo mundial (de la base de datos de comercio marítimo de MGI SeaFlow) y desarrollar una serie de factores únicos que relacionan el tráfico del Canal con el comercio mundial tomando en cuenta los peajes pagados y las demoras en el tiempo de tránsito. Estos factores desarrollados econométricamente son entonces usados en una herramienta de simulación para el análisis de los tránsitos futuros de buques de acuerdo al tipo de buque y la clasificación por tamaño. Finalmente, los tránsitos de buques se relacionan al pronóstico de ingresos. Por consiguiente, el modelo puede ser utilizado para desarrollar presupuestos futuros para las operaciones actuales así como para el análisis del impacto que un juego de esclusas (de tamaños variantes) pueda tener sobre el tráfico, los tránsitos y los ingresos.

En la etapa de preparación, la información sobre el tráfico del Canal se analiza a través de un enlace directo con las bases de datos de la ACP. Esta actualización automática le permite al personal de la ACP poder reestimar los parámetros del modelo regularmente.

Herramienta para la simulación del modelo

La herramienta de simulación está diseñada para permitirle al personal del Canal poder acceder el modelo fácilmente y probar supuestas alternativas. La interacción entre los modelos es clave para utilizar la herramienta de simulación para el análisis de alternativas. Los modelos dependen primordialmente de la información que se deriva de las bases de datos de la ACP, pero también deben ser lo suficientemente flexibles para permitir que la modificación de los parámetros del Canal refleje los futuros tamaños de los buques. Por eso, deben mirar hacia adelante pero también hacia atrás.

El entregable SeaFlow (CNP-33852) es el punto de referencia para el modelo de simulación. Como parte de este entregable, se presenta un punto de referencia comercial y macroeconómico (que se prolonga hasta el 2050).

Modelos en el sistema de simulación

- **El modelo macroeconómico MGI** toma en cuenta los cambios que han de hacerse en variables claves incluyendo el PIB, el gasto de consumo personal, las inversiones de negocios, el comercio internacional a nivel nacional y regional. El impacto de un ajuste relativo en un país se pasa a otros países a través de los impactos sobre el comercio internacional y la tasa de crecimiento económico.
- **Los modelos de comercio internacional MGI** traducen simulaciones macroeconómicas a cambios en producto detallado y ruta de comercio. Los flujos individuales podrán ser ajustados directamente a medida que se necesiten permitiendo el refinamiento del pronóstico de comercio externo previo a su uso en el módulo de tráfico y tránsito de la ACP.
- **Los factores operativos de la ACP** le permiten al personal de la ACP ajustar parámetros operativos asociados con el Canal actual y el nuevo. Se pueden hacer cambios en el tiempo en aguas del Canal, los peajes cobrados y el tamaño máximo de los buques (basado en las dimensiones de las esclusas). Todas estas variables tienen un impacto sobre el tráfico probable que usa el Canal y el número de tránsitos de buques.
- **La herramienta de ajuste de mercado de la ACP** permite que los resultados de los supuesto macro, del comercio mundial, y operativos puedan ser alterados directamente en una ruta y nivel de mercancía

detallados. Esto le permite al personal de la ACP medir el impacto de las rutas cambiantes sobre la base de entrevistas y otras fuentes externas de información.

- **El modelo de flota mundial MGI** permite efectuar cambios en la flota mundial proyectada de acuerdo al tipo y tamaño de buque sobre la base de supuestos exógenos acerca de los costos operativos del buque, o de forma independiente ajustando el número relativo de buques por clasificación por tamaño (usado en la distribución de buques e incluido en la herramienta de tránsito de la ACP).
- **El modelo de tránsitos de la ACP** usa la información del modelo de flota mundial en conjunto con la información de la herramienta de tráfico de la ACP y desarrolla proyecciones de tránsitos de acuerdo al tipo de buque y la clasificación por tamaño. Para dejar un margen para las esclusas más grandes, se le ha permitido al personal de la ACP escoger el máximo calado, manga y eslora de la capacidad añadida para las esclusas. Unas esclusas más grandes automáticamente permitirán una migración de tamaños de buques por encima del TPM máximo permitido para cada buque (basado en tránsitos del Canal pasados).
- **El modelo de ingresos de la ACP** toma información de la herramienta de costos de tránsitos del Canal y del modelo de tránsitos y desarrolla proyecciones de ingresos por tránsito e ingresos totales por tipo de buque, tamaño y ruta.

Estos modelos y herramientas forman un sistema analítico unificado que le permitirá al personal de la ACP monitorear más fácilmente los presentes y futuros tráfico, tránsitos e ingresos del Canal. Están diseñados para facilidad de uso y flexibilidad. Uno de los aspectos más importantes de esta herramienta de prueba es su habilidad para modelar el potencial que tiene cualquier Canal nuevo para atraer negocios. Como tal, el modelo tiene que tener en cuenta los tamaños de buques más grandes que los tamaños actuales.

Gráfica 1: Herramienta de simulación del tráfico y tránsito de la ACP

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Organización de la información

El desarrollo de los modelos de tráfico y tránsito dependen de una cuidadosa organización de la información. Las bases de datos de la ACP ofrecen a los analistas abundante información que se puede utilizar para propósitos de desarrollar modelos tanto de tráfico como de tránsitos. Aunque el tráfico del Canal de Panamá puede que represente solo el 4% del comercio mundial (medido en toneladas embarcadas en los océanos del mundo), es una muestra razonable de la flota mundial. Antes del desarrollo de los grandes buques petroleros, los mineraleros tamaño Cape y los buques contenedores de más de 3,000 unidades equivalentes a veinte pies (TEU, por sus siglas en inglés), el tamaño de las esclusas del Canal era el adecuado para permitir que casi el 100% de la flota mundial utilizara este atajo. A medida que el tamaño de los buques se incrementó, el Canal vio cómo el negocio potencial se iba para otro lado o se encontraban nuevas rutas que aprovechaban el tamaño del buque para ganar eficiencia de escala. Permitir que buques más grandes crucen el Canal en el futuro, asumiendo que el nuevo tamaño de las esclusas sea lo suficiente para permitirlo, reducirá el número de tránsitos de buques pero aumentará el tonelaje total que pasa por el Canal.

El Cuadro 1 muestra las categorías de mercancías que usa la ACP para recoger información comercial. La información se llena a mano (pero en el futuro estará disponible electrónicamente). El comercio de contenedores está agrupado en una sola mercancía para algunos otros productos. Algunos otros productos – especialmente maquinaria y equipo – pueden o no ser transportados en buques portacontenedores. Los productos refrigerados, tal y como los reportó el Canal, tienden a no ir en buques de línea regular, aunque puede que haya productos similares en cajas a bordo de buques portacontenedores. Así es que puede que haya una diferencia significativa entre las categorías de productos SeaFlow (véase Cuadro 4) y las categorías de productos de la ACP (Cuadro 1). Para manejar estas diferencias, la categoría de productos en contenedores utilizados en

el modelo de tráfico SeaFlow-ACP está basada en toneladas métricas contenerizadas a través de todas las 80 mercancías de SeaFlow.

Cuadro 1: Mercancías de la ACP

Código de la ACP	Descripción	Código de la ACP	Descripción
P01	Banana	P02	Buque frigorífico, otros
P03	Trigo	P04	Maíz
P05	Granos, otros	P06	Frijol de soja
P07	Azúcar	P08	Alimentos y productos agrícolas
P09	Pulpa de madera	P10	Productos de madera
P11	Papel	P12	Fosfatos
P13	Fertilizantes	P14	Minerales, misceláneos
P15	Alúmina/bauxita	P16	Metalíferos, otros
P17	Hierro y acero	P18	Desechos de metal
P19	Metales, otros	P20	Químicos
P21	Petróleo crudo	P22	Residuos de petróleo
P23	Coque de petróleo	P24	Productos de petróleo
P25	Productos petroquímicos	P26	Carbón y coque
P27	Automóviles	P28	Carga en contenedores
P29	Otras		

Cuadro 2: Rutas de la ACP

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Cuadro 3: Tipos de buques de la ACP [T,A]

	Descripción	Tipo agregado de buque
M01	Buque de carga general	GC
M02	Buque frigorífico	GC
M03	Buque de carga seca a granel o granelero	BK
M04	Buque tanquero	TK
M05	Buque contenedor / carga fraccionada	LI
M06	Buque portacontenedores	LI
M07	Buque de carga rodante (ro-ro)	GC
M08	Buque portavehículos	GC
M09	Portavehículos/carga seca a granel	GC
M10	Gasero	TK
M11	Buque de pasajeros	GC
M12	Otros	GC

Cuadro 4: Mercancías SeaFlow

Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
C1A	Granos	C3521	Pinturas, barnices y lacas	C311C	Azúcar	C3831	Maquinaria eléctrica e industrial
C1B	Semillas oleaginosas	C3522	Drogas y medicinas	C311D	Pienso	C3832A	Radio y TV
C1C	Vegetales & frutas – que requieren refrigeración	C3523	Jabón y preparados de limpieza	C311E	Aceites animal y vegetal	C3832B	Semiconductores, tubos electrónicos, etc.
C1D	Vegetales & frutas – que no requieren refrigeración	C3529	Productos químicos	C311F	Otros alimentos	C3832C	Otros equipos de comunicación
C1E	Corcho y madera	C353	Refinerías de petróleo	C313	Bebidas	C3833	Electrodomésticos e utensilios domésticos
C1F	Caucho natural	C354	Productos derivados del petróleo y del carbón	C314	Tabaco	C3839	Aparatos eléctricos
C1G	Algodón	C355	Productos de caucho	C321	Textiles	C3841	Construcción y reparación naval
C1H	Otra materia prima para textiles	C356	Productos plásticos	C322	Prendas de vestir	C3842	Equipo ferroviario
C1J	Café	C361	Cerámica y porcelana	C323	Cuero y productos de cuero	C3843A	Automóviles
C1K	Flores y follaje frescos cortados, etc.	C362	Vidrio y productos de vidrio	C324	Calzados	C3843B	Piezas automotrices
C1I	Otros productos agrícolas	C369	Productos no metálicos	C331	Productos de madera	C3844	Motocicletas y bicicletas
C2A	Piedra/arcilla/otros minerales crudos	C371	Hierro y acero	C332	Muebles y artefactos	C3845	Aviones
C2B	Fertilizantes crudos	C372	Metales no ferrosos	C341A	Papelote	C3849	Equipo de transporte
C2C	Minerales	C381	Productos metálicos	C341B	Pulpa	C3851	Equipo profesional
C2D	Carbón y coque	C3821	Motores y turbinas	C341C	Papel y cartulina y productos	C3852	Photographic and Optical Goods
C2E	Petróleo crudo	C3822	Maquinaria agrícola	C342	Impresión y editorial	C3853	Relojes
C2F	Natural Gas	C3823	Maquinaria de carpintería y para trabajar metal	C3511A	Químicos orgánicos	C390A	Juguetes, juegos y equipo deportivo
C2G	Chatarra	C3824	Maquinaria industrial especial	C3511B	Químicos inorgánicos	C390B	Joyería
C311A	Carnes/productos lácteos/pescado que requieren refrigeración	C3825	Máquinas de oficina y computadoras	C3512	Fertilizantes y pesticidas	C390C	Artículos manufacturados misceláneos
C311B	Otros Carnes/productos lácteos/pescados/frutas/vegetales	C3829	Maquinaria y equipos	C3513	Resinas sintéticas	C399	Mercancías no clasificadas por especie

El modelo ACP debe ser adaptable que permita el cambio de patrones de comercio y de la combinación de tamaños de buques. Los cambios en la organización industrial dentro de la industria de fletes marítimos pueden representar una diferencia significativa para el Canal. El modelar estos cambios o por lo menos poder simularlos y medir su impacto sobre el Canal fue un elemento importante en la tarea de consultoría.

El primer paso para desarrollar cualquier modelo es decidir cuál es el argumento económico que impulsa la demanda. Puede ser el crecimiento del comercio o los precios. En el caso de la ACP son ambos, el crecimiento del comercio y el costo del tránsito los que tienen una importancia crítica. ¿Acaso responden los operadores navieros a los argumentos económicos? ¿Son, por ejemplo, susceptibles al costo por el uso del Canal? ¿Están íntimamente ligados al crecimiento del

comercio mundial o es que el comercio que ellos cargan es tan limitado y tan abundante que pueden ignorar las leyes de oferta y demanda?

La información sobre el tráfico del Canal fue agregada utilizando más información detallada. Esta información cubrió más de 100 mercancías casi todos ellos productos de buques graneleros o buques tanqueros. Estas 100 mercancías fueron agregadas a un conjunto más significativo de 29 mercancías (Cuadro 1). Se utilizaron las rutas principales de la ACP. El número total de rutas potenciales es 169, sin embargo, sólo cerca de 80 tienen un comercio significativo usando el Canal (Cuadro 2). Se designaron doce tipos de buques representando una combinación de tipos de buques (Cuadro 3). Los buques dentro de cada tipo de buque fueron clasificados en 19 tamaños de buque diferente que iban desde los buques más pequeños a los más grandes (Cuadro 5).

Los buques que podrían transitar el Canal varían en cuanto a clasificación por tamaño máximo. Por ejemplo, el buque de línea más grande que utiliza el Canal actualmente encaja en la S09 ya que los buques de líneas tienden a ser más livianos (en TPM) que otros buques, tales como los graneleros o tanqueros. La clasificación S11 es el tamaño más grande para buques graneleros o tanqueros. Los buques de carga general que llevan productos refrigerados tienden a tener una clasificación máxima de S04 usualmente en una dimensión (mayormente en la manga). Hay pocos buques que llenan las esclusas completamente pero hay una proporción más alta de tránsitos en donde por lo menos una de las tres dimensiones limita el tránsito (eslora, manga o calado).¹

Cuadro 5: Clasificación por tamaño de buques de la ACP

Código_Tamaño	Tamaño_límite inferior	Tamaño_límite superior
S01	0.00	10,000.00
S02	10,000.00	15,000.00
S03	15,000.00	20,000.00
S04	20,000.00	25,000.00
S05	25,000.00	30,000.00
S06	30,000.00	40,000.00
S07	40,000.00	50,000.00
S08	50,000.00	60,000.00
S09	60,000.00	70,000.00
S10	70,000.00	80,000.00
S11	80,000.00	90,000.00
S12	90,000.00	100,000.00
S13	100,000.00	125,000.00
S14	125,000.00	150,000.00
S15	150,000.00	175,000.00
S16	175,000.00	200,000.00
S17	200,000.00	250,000.00
S18	250,000.00	300,000.00
S19	300,000.00	1,000,000.00

¹ Aún con un tamaño de esclusa más grande el máximo probable es solamente S14. Estos buques muy grandes son tanqueros que transportan crudo del Medio Oriente a Europa Oriental, América del Norte y el Sureste de Asia. Ninguna de estas rutas necesita usar el Canal de Panamá.

Uso de la información sobre mercancías y tránsito

El módulo de tráfico y el de tránsito ambos dependen de la traducción de la información de la ACP sobre tonelaje y tránsito de buques a datos de entrada que son significativos para los modelos de tráfico y tránsito. Esta integración no es tan sencilla. La ACP recoge información de ambos en término de transitos de buques – hacia qué ruta se dirige el buque – y en término de información de mercancía. La información sobre mercancía se ajusta a los flujos comerciales que impulsan los transitos de la ACP, mientras que la información con respecto al tránsito de buques refleja la combinación de buques que están cargando este comercio. El tamaño del buque tiene importancia para la definición del costo promedio de tránsito (un elemento clave para determinar el comportamiento del operador naviero a la luz de patrones cambiantes en el comercio mundial y en los costos) ya que mientras más grande es el buque, menos cuesta su tránsito por el Canal, basado en costo por tonelada. Sin embargo, no todos los buques son operados eficientemente y no todos están siempre llenos. El modelo de tráfico y tránsito depende de un enlace “estadístico” cuidadosamente desarrollado entre los costos promedio para un flujo de mercancías (definido por ruta comercial, R; tipo de mercancía, C; y tipos agregados de buque, A). Los tipos agregados de buque cubren los buques de línea, los tanqueros, graneleros y los de carga general.

La información comercial tiende a ser generada por las mercancías y rutas, mientras que los buques pueden cargar múltiple productos dentro de su casco o en sus cubiertas. Los buques pueden estar completamente llenos (totalmente utilizados) o parcialmente utilizados. La diferencia en utilización afecta la rentabilidad del buque ya que el costo de operarlo varía poco con el volumen de carga a bordo. Los buques que usan el Canal también tienen diferentes tamaños. Pagan diferentes peajes ya que los peajes están basados en la capacidad de carga del buque en sí. Para desarrollar un modelo útil para el Canal los consultores tuvieron que encontrar un puente sintético entre las dos diferentes unidades de medición – el tráfico que se mide por mercancía y ruta, y los costos del tránsito de buques que se miden por los peajes que pagan, el tiempo que pasan en tránsito, y la utilización del buque.

El Cuadro 6 muestra cómo estos dos conceptos diferentes se pueden fusionar. En este ejemplo hipotético cada buque que pasa por el Canal paga un peaje separado. La información sobre el tonelaje de la ACP muestra claramente la ruta del buque y los flujos de la mercancía tratan de representar la verdadera ruta (en vez del próximo puerto de escala). Para muchos buques la carga debe estar asignada a más de una ruta. Por ejemplo, los buques que a menudo viajan desde la Costa Oeste de los Estados Unidos y América Central transitan a través del Canal, paran en la Costa Este de los Estados Unidos y entonces continúan a Europa. La carga se carga y descarga en ambos mercados, haciendo cuatro rutas en vez de una.

Dimensiones múltiples

Cada tránsito es único desde el punto de vista de la carga que lleva el buque y de la relación que dicha carga tiene con la economía del buque (¿Tendrá el viaje como resultado una tasa positiva de rentabilidad?) Lo que suceda en el Canal puede tener un impacto sobre la economía del buque – los peajes cargados y el tiempo de espera para transitar. El segundo elemento que impulsa el tráfico del Canal es el crecimiento general del comercio mundial. Del punto de vista del embarcador lo que importa es que los productos que fueron pedidos sean entregados. Por eso, la demanda en sí, es independiente de la selección de la ruta.

Cada registro en la base de datos de la ACP representa un sólo tránsito. Cada tránsito de buque refleja una combinación de carga transportada, los peajes cobrados, el tiempo en aguas del Canal y las rutas que se han cubierto. El operador naviero debe decidir cuáles son las rutas buenas para el

negocio. La selección de ruta – ya sea atravesando el Canal o circunvalándolo – dependerá de un número de factores que pueden cambiar con el tiempo. El tráfico a través del Canal, bajo supuestos variantes con respecto a la utilización del buque y el tamaño promedio del mismo, puede ser medido econométricamente (los modelos estadísticos diseñados para relacionarse pueden ser evaluados, así como se hace aquí, en términos de capacidad de TPM y de la carga a bordo). El uso del buque es la relación de toneladas y tamaño del buque (Total de toneladas de carga / TPM). La rentabilidad depende del peaje por tonelada de carga que lleva la nave mientras que los costos del buque dependen del peaje por CP/SUAB – la capacidad física del buque.

Para un operador naviero, decidir transitar por el Canal de Panamá también involucra riesgos. ¿Cuál es la posibilidad de pasar más días esperando por el tránsito? Si los riesgos son altos entonces la opción de tomar una ruta alterna se torna en posibilidad. Por ejemplo, en el Cuadro 6, un buque granelero (que se identificó con el número de buque 394568) está cargando 5,000 toneladas de mercancía en una ruta específica. Es un buque de 35,000 TPM y en ese tránsito tenía a bordo una carga total de 20,000 toneladas. Tenía un 57% de capacidad llena, pagó un peaje de \$35,000 o un promedio de \$1.75 por tonelada de carga. Su tránsito por el Canal tomó 0.8 días. Otro buque, el #425675, que llevaba la misma mercancía, sólo tenía un 48% de capacidad llena y pagó 55 centavos por tonelada. (Hubiéramos podido igualmente distinguir CP/SUAB por tonelada de carga ya que estas toneladas fueron a las que se le cargó peaje por ser un viaje de carga, dividida entre la tasa que se cobró, o sea \$ 2.57 por CP/SUAB.) El Cuadro 21 del Apéndice de este documento muestra los costos actuales por día de los buques esperando en Panamá, de acuerdo con su tamaño y tipo.

Lo que es más importante es el concepto, no las cifras. El peso de la mercancía es utilizado para relacionar los costos actuales de tránsito para todos los buques que transportan mercancía a través del Canal. Como no podemos hacer un modelo para cada tránsito sino que se mira el total de toneladas transportadas (en viajes múltiples), entonces necesitamos usar un promedio ponderado. Como los buques llevan carga múltiple tenemos que emplear este enfoque para dividir los tránsitos por mercancía. En resumen, la piedra angular para la construcción de nuestro análisis del crecimiento del tráfico es el comercio de mercancías en una ruta. Esta no es la información normal de importancia para el Canal. El interés del canal son los ingresos por tránsito de buques, el tránsito de mercancía sólo tiene importancia secundaria.

En este ejemplo el costo de tránsito – pagado por el operador naviero a través de las tarifas pagadas – es donde hemos equiparado todo a una tonelada de carga. Este es el caso para ambos, para los peajes cargados y también para el tiempo de tránsito o sea el tiempo en aguas del Canal. Al computar estos conceptos para todos los buques que llevan carga de un tipo de mercancía en una ruta dentro de un cierto período de tiempo, se puede estimar el tiempo promedio de tránsito a través del Canal para cada mercancía. Este tiempo variará durante el período de la prueba. Como el tiempo es dinero, el tiempo de retraso para el tránsito, lo mismo que los peajes, representan el costo económico de utilizar el Canal (se puede balancear contra la diferencia en tiempo entre la ruta del Canal y las rutas alternas). Es más cuando aumentan los retrasos en el tránsito del Canal, aumenta el costo y la incertidumbre por parte de algunos buques con respecto a la ruta del Canal y tendrán la tendencia a reducir futuros tránsitos a través del Canal. Sorprendentemente, el costo de espera en el Canal es a menudo más alto que el costo del tránsito calculado por tonelada. Una espera de dos o tres días podría fácilmente convertir lo que hubiera sido un flete rentable un uno no rentable. Este cálculo, ya sea hecho por el operador naviero o por la compañía que fletó el buque, ha estado causando la falla del Canal actual en su esfuerzo por mantener su histórica participación completa en el mercado. Mientras que el costo de los peajes por tonelada para este ejemplo era cerca de \$2.22, el costo de espera en el Canal fue igual a más de la mitad de esa cifra, o sea \$1.57. Una espera de dos días significaría que el tiempo de espera sería casi el doble del tiempo de tránsito.

No es sorpresa entonces que los operadores navieros sepan cuándo la cola es más larga, y no es sorpresa ver que ha aumentado el número de buques que paga cargos de reservación.

Cuadro 6: Ejemplo de fusión del archivo de buques con el archivo de mercancías

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Organización de la información de la ACP con respecto a tráfico y tránsito

Hay múltiples pasos en el proceso de transformación del tráfico a través del Canal (pronóstico solamente) en posibles tránsitos de buques de acuerdo al tamaño y a las características del buque. En su nivel más detallado, la información se distingue por:

- Ruta [R]
- Mercancía [C]
- Tipo de buque [T]
- Tamaño de buque [S].

La información sobre el tráfico – medido en toneladas -- refleja el comercio a nivel de R/C/A, por ejemplo Ruta, Mercancía y el Agregado de Buque (buques de línea regular, tanqueros, graneleros y de carga general). El tamaño del buque está dividido en 19 clases de buques mientras que los tránsitos de buques caen en 12 tipos diferentes. Los buques pueden llevar cualquier carga a bordo pero en general los buques tanqueros llevan productos a granel líquidos, los graneleros llevan materiales primarios (productos secos) y los buques de carga general llevan una gama de productos desde carga fraccionada (en bolsas) hasta paletas refrigeradas.

El modelo de tráfico añade los peajes por tonelada y el tiempo en aguas del canal por tonelada en términos de tipo agregado de buque – buques de línea regular, tanqueros, graneleros y de carga general. El modelo de tránsito agrega el tamaño promedio de buque (medido por TPM), la utilización del buque (toneladas a bordo relativas a TPM) y el total de toneladas cargadas por 12 tipos de buques y 19 clasificaciones de tamaños – Ruta, Mercancía, Tipo de Buque, Tamaño de Buque [R/C/T/S].

Ecuaciones para desarrollar factores por tipo de buque (detallado y agregado)

Por tipo agregado de buque (Buque de línea regular, tanquero, granelero y de carga general)

(Véase gráfica en la sección en inglés.)

Por 12 tipos de buque y 19 clasificaciones por clase

(Véase gráfica en la sección en inglés.)

Entonces, para resumir, el modelo de tráfico y tránsito de la ACP:

1. Mide los tránsitos probables en términos de flujos de mercancías por tipo agregado de buque y por ruta.

2. El crecimiento del tráfico depende de los costos del buque tal y como se mida, utilizando las mismas métricas – mercancía, ruta y tipo agregado de buque.
3. Los tránsitos están basados en factores desarrollados para cada tipo y tamaño de buque a nivel de mercancía, ruta y tipo agregado de buque.
4. Los factores dependen del promedio ponderado de los tránsitos de acuerdo a la mercancía transportada.

MODELO DE DEMANDA POR TRÁFICO DE LA ACP

El modelo de demanda por tráfico compara el tonelaje de acuerdo a la mercancía, ruta y tipo agregado de buque con el comercio mundial y el costo de transitar por el Canal de Panamá. Está basado en una serie compleja de modelos enlazados que están diseñados para permitir la evaluación del crecimiento potencial a la luz de patrones pasados de respuesta de los embarcadores. Para desarrollar este modelo tuvimos que establecer un balance entre sencillez y utilidad. El modelo final que fue desarrollado no es un solo modelo marco sino siete modelos separados organizados en orden jerárquico desde el más detallado al más sencillo.

Cada modelo subsiguiente es menos detallado en su alcance garantizando que por lo menos una de estas “formas” será exitosa. El fracaso de un modelo está basado en pruebas estadísticas de validez. El fracaso usualmente se debe a limitaciones de la información de la ACP para apoyar enfoques analíticos más complejos. La escasez de información puede llevar a la singularidad y a la incapacidad de desarrollar un resultado de regresión.

Este enfoque escalonado era necesario debido a la naturaleza semiautomática del sistema de modelo. El mismo garantiza consistencia mientras que permite que la nueva información defina un nuevo modelo tal y como se necesita sin intervención. Se disponen de siete formas de modelo diferentes y el sistema opera automáticamente. Esto garantiza que habrá alguna relación disponible para el modelo que relaciona el crecimiento del tráfico a través del Canal con el crecimiento del comercio y los costos de tránsito.

Una verificación final, valga repetirlo, automática, se hace para limitar los coeficientes a los rangos que son significativos y útiles para hacer pronósticos. Así el modelo elimina la posibilidad de resultados contra-intuitivos, tales como los aumentos en el comercio cuando los costos de tránsito suben.²

Estructura del modelo principal de tráfico

La información sobre el tráfico del Canal está organizada en términos de cinco dimensiones:

- Ruta [R] – 169 rutas;
- Mercancía [C] – 29 mercancías;
- Tipo de buque [T] – 12 tipos de buques;
- Tamaño del buque [S] – 19 clasificaciones de tamaño de buque; y
- Tiempo [t] – 65 años (15 historias y 50 pronósticos).

² Por ejemplo, la elasticidad positiva de precio es igual a cero. Si las elasticidades del comercio mundial son negativas, ellas se establecen en cero. Esto garantiza que los escenarios midan los probables cambios de forma exacta. En general, sólo unas cuantas rutas requerían de estos “ajustes”. En general, el modelo se ajustaba bien a las expectativas anticipadas de los analistas.

Se consideró que este nivel de desagregación R/C/T/S, el cual sirve de piedra angular para el modelo de tránsito de buques, era demasiado desagregado para el modelo de tráfico. Hay sencillamente demasiada información para construir un modelo de tráfico razonable.

Para hacer lo más sencillo se desarrolló el modelo de tráfico basado en cuatro conjuntos dimensionales de información:

1. Ruta [R];
2. Mercancía [C];
3. Agregado de buque [A] – 4 tipos agregados de buque; y
4. Tiempo [t].

Los cuatro tipos agregados de buque son buques de línea regular, tanquero, granelero y de carga general. El modelo se estima en término de rutas comerciales individuales utilizando información cruzada sobre mercancías [C], agregado de buques [A] y tiempo [t] establecida para cada variable usada en el modelo básico. Por consiguiente, la variable del conjunto ya no es bidimensional sino tridimensional en donde la variable de agregado de buque representa el volumen que cargan los barcos de cada tipo durante el período en cuestión para la ruta objeto del estudio. Como las mercancías tienden a ir en ciertos buques, muchas de estas matrices no son válidas. Por eso, no se muestra carga contenerizada siendo transportada en buques tanqueros y solo una cantidad limitada de productos tanqueros transportado en buques graneleros. Los buques de carga general y de línea a menudo comparten cargas y algo de carga contenerizada puede ir en buques graneleros.

Gráfica 2: Modelo de tráfico de la ACP (Toneladas de comercio por ruta y mercancía)

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Modelo 1: Modelo avanzado del marco de elasticidad de la ACP

El Modelo 1 es un modelo tridimensional de tráfico por ruta, mercancía y tipo agregado de buque. Tiene que ver con los costos de tránsito y el comercio. Los coeficientes estimados son, sin embargo, específicos con respecto al tipo de mercancía y tipo de buque. La razón tras esta forma de modelo es que el costo del buque debe estar relacionado con los costos operativos del buque para el tránsito del Canal. La elasticidad calculada está basada en tipo de buque (solo el agregado no el tipo detallado de buque). Los efectos del comercio, tal y como se miden por coeficientes de elasticidad del comercio, están basados en grupos de mercancías con el mismo efecto de comercio para todos los cuatro tipos de buques.

Cuadro 6: Grupos de mercancías usadas en el Modelo 1

Grupo de mercancía en el modelo de tráfico 1	Códigos para mercancías de la APC
Frigorífico	P01, P02
Granos	P03, P04, P05, P06
Agricultura	P07, P08
Maderas	P09, P10, P11
Fertilizantes	P12, P13
Metales	P14, P15, P16, P17, P18, P19
Productos líquidos	P20, P21, P22, P23, P24, P25
Carbón	P26
Vehículos	P27
Contenerizados	P28
Otros	P29

Ecuación: Modelo 1 – Costo de tránsito por tipo agregado de buque y comercio por tipo de mercancía detallada

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

El Modelo 1 es el más complejo y es generalmente el preferido ya que toma en cuenta las diferencias más pequeñas entre los flujos de tráfico y los flujos de comercio. Dado el hecho de que dicho modelo tiene hambre de información – requiriendo de información para la mayoría de las mercancías para la ruta para dejar un margen de coeficientes a ser estimados, usualmente este modelo se usa exitosamente en las rutas más grandes y más importantes. De 91 modelos probados, el modelo tipo 1 es usado sólo nueve veces, aunque en las 10 rutas más grandes se usa 5 veces. Así es que el mismo responde a una cantidad significativa de tonelaje del Canal utilizando sus estimados más detallados que dividen de una forma más precisa el efecto del comercio en agregados de mercancía mucho más detallados.

Notas del modelo: Procedimientos para la estimación del modelo

Estimación jerárquica

Dada la naturaleza del problema – garantizar que el modelo estimado que salga automáticamente se ajustará a las pruebas estadísticas aceptadas – hemos desarrollado un procedimiento semiautomático para cambiar los modelos de tráfico de la ACP de

un marco modelo a otro. Tal y como se ha explicado, el Modelo 1 es nuestra forma preferida ya que incluye explícitamente los factores de costo y comercio que deben tener un impacto sobre el tráfico del Canal. Pero el Modelo 1 puede ser muy intensivo en cuanto a información para muchas de las rutas de la ACP, las cuales tienen una combinación de producto más limitada. Pero hemos tenido que integrar en una secuencia de control en donde si falla el Modelo 1 el Modelo 2 será probado, y si ese falla, entonces el Modelo 3 será probado y así sucesivamente.

El Modelo 1 integra el impacto de dos factores contradictorios. Uno representa los precios y la influencia negativa que tienen los precios altos sobre el crecimiento del tráfico. El segundo representa el ambiente económico general que impulsa la demanda por comercio (y finalmente la demanda por tráfico a través del Canal). El primer efecto re-dirige la carga cuando los costos de tránsito aumentan, mientras que la segunda está impulsada por el lugar del comercio y el crecimiento del comercio internacional por región. El primer efecto por consiguiente tiene un impacto en las operaciones del buque y debiera ligarse estrechamente al “tipo de buque que se está operando” mientras que el segundo se generaliza en todos los cuatro tipos de buques y refleja el tipo de mercancía embarcada. Algunas categorías de mercancías tienden a ir a través de Panamá mientras que otras no.

Variables operativas de los buques

Los costos de tránsito se derivan de información actual de la ACP. Hay dos factores que se calculan con base al tránsito por buque:

1. Tiempo en aguas del Canal (TAC) mide el tiempo de espera en aguas del Canal y el tiempo que toma transitar el Canal. Esto se mide sobre la base de una tonelada de carga transportada.
2. Peajes por tonelada de cargo que se transporta por tránsito.

Los costos de tránsito son el efecto conjunto del tiempo de espera para transitar y los peajes que se cobran. Los costos relativos de escoger una ruta no-panameña probaron ser menos interesante económicamente. El costo, en días, de ir a través de Panamá o circunvalando a Panamá es generalmente fijo y en los modelos econométricos para ser exitoso, las variables tienen que tener varianza, por ejemplo, cambiar de período en período o de producto en producto. En todos los modelos usaremos solamente los costos navieros de transitar el Canal. Como quiera que la decisión de usar o no el Canal de Panamá es una decisión de “sí o no”, entonces el cambio en el costo de la variable conocida, o sea el costo de tránsito, puede medir el cambio en el comercio. Cuando los costos son altos, más comercio opta por no transitar y cuando los costos bajan más operadores navieros optan por transitar por el Canal.

Los costos de tránsito reflejan cuatro factores:

1. Tiempo en aguas del Canal – el tiempo que comprende desde la entrada a aguas del Canal hasta la partida de las mismas incluyendo cualquier demora en el período de espera para transitar.
2. Los costos navieros operativos diarios (en el puerto y no en alta mar).
3. Los peajes que se cobran basados en toneladas CP/SUAB por cada tránsito.
4. Las toneladas a bordo de cada buque, una medida de qué tan costosa puede ser una demora con base a la carga por tonelada.

Los costos por tránsito naviero son susceptibles al costo de las operaciones navieras diarias (estrechamente relacionadas con el tamaño del buque) ya que el tiempo de espera debe traducirse a un precio por esperar en el Canal.

Entonces se puede estimar el costo por tonelada para cualquier tránsito del Canal:

Ecuación para los costos de tránsito

Costos por tránsito = (TAC/Toneladas a bordo)*Costos diarios operativos navieros + (peajes/toneladas).

Efecto del costo de tránsito

Cada tránsito se calcula por tonelada de mercancía específica transportada en un tipo de buque específico. Como los buques graneleros sólo transportan mercancías a granel, esto significa que los costos de tránsito para mercancías a granel se van a llenar, pero que no va a haber costos de tránsito disponibles para buques de línea, de carga general o tanqueros. Ciertas mercancías – tales como productos de carga general – se podrán transportar parcialmente en buques refrigerados y parte en buques portacontenedores. En cualquier caso, los costos de tránsito utilizados en el modelo reflejan las tres dimensiones de ruta, mercancía y tipo agregado de buque [RCA].

Existen cuatro tipos agregados de buque:

1. Buques de línea regular o portacontenedores – se miden por el total de la carga contenerizada.
2. Buques tanqueros – se miden por la energía y ciertos productos químicos.
3. Buques graneleros – se miden por productos primarios que van de maíz a minerales como el hierro.
4. Buques de carga general – se miden por productos refrigerados, vehículos y algún equipo capital (productos de transporte y construcción).

Cada operador naviero enfrenta los mismos riesgos cuando escoge entrar en aguas del Canal. Una vez comprometido, el tiempo de demora para tomar una ruta alterna es prohibitivo. Así es que la mayoría decide con anticipación si van a utilizar el Canal o no. La opción depende del horario y el riesgo de espera en la cola. Las rutas alternas aunque más largas pudieran ser más seguras en término de días en alta mar (y, por consiguiente, costos ya que cada día tiene un costo fijo asociado con el día). Para buques que no son de línea no hay típicamente una ruta establecida, sólo un destino establecido. Así es que un buque puede desviarse de ruta en la mitad del océano y escoger una ruta diferente.

Muchas de las rutas son equidistantes con las ventajas de Panamá a menudo muy limitadas (en días de navegación). Por ejemplo, desde la costa este de los Estados Unidos, Hong Kong es equidistante en término de días a través de Suez o del Canal desde Boston, un día menos desde Nueva York, 2 días menos desde Baltimore y 4 días menos desde Charleston. Está a 3 días más desde Santos en Brasil (a través de Suez, pero a 8 días menos a través del Cabo de Hornos). Desde Santos a través del Cabo de Hornos, el Puerto de Singapur está 2 días más cerca que a través de Panamá mientras que por la vía de Suez está 11 días más cerca. En resumen, para muchas de las rutas importantes desde la costa este de los Estados Unidos o desde Brasil la diferencia en días quizás no sea tan significativa. Mientras menos sea la diferencia en tiempo, más importantes se vuelven los días de espera en la decisión de utilizar el Canal o no. Si este es el caso entonces para ciertos negocios la selección de ruta puede ser una decisión de último minuto – decisión que se puede hacer hasta ya estando en ruta.

Para muchas rutas existen otras formas de llevar los productos al mercado. Éstas pueden ser rutas híbridas que combinan tierra y mar o hasta mar y aire. Muchas de estas “alternativas” son más

costosas en términos de transporte pero menos costosas en términos de tiempo en ruta. Por eso, no es simplemente la alternativa más rápida la que importa sino el diferencial relativo (cuando se mide contra de la diferencia en el costo de las dos alternativas – la ruta océano/tierra puede ser significativamente más cara basado en el costo por tonelada).

Cada tránsito se toma en cuenta para el desarrollo de los costos de tránsito. Los pesos reflejan los volúmenes de mercancía que son transportados. Para garantizar que los costos reflejen costos realistas por tonelada, los buques en tránsito con muy pocas toneladas (en total) y con promedio de costos por tránsito muy altos fueron excluidos de esta muestra. Estas restricciones garantizan que los peajes estimados por tonelada de acuerdo al tipo de carga son representativos y no distorsionados.

Estos estimados y los promedios que se derivan de ellos son específicos y las toneladas de carga son ponderadas por tipo transportado (véase discusión del método para ponderar las variables de tráfico y tránsito de buques). Así, las variables de elasticidad de los precios de tránsito aplican a todas las mercancías. El efecto, sin embargo, es separado por el tipo agregado de buque. Como es el dueño del buque o el operador naviero quienes establecen las rutas del mismo, entonces el efecto del costo del tránsito – incluyendo el tiempo de demora tal y como lo mide la variable de tiempo en aguas del Canal – debería tener un impacto sobre la elección que haga el dueño o el operador. En general encontramos que la elasticidad de precio es negativa. En donde es positiva o muy cerca de cero la hemos establecido en cero. En la ruta crítica de la costa este de los Estados Unidos al este de Asia se aprecia que la elasticidad de precio para el flete contenerizado es de -0.825 y para la carga general el precio es todavía más susceptible: -1.22. Los embarques de granos a granel – desde el Golfo – utilizarán el Canal de Panamá en vez de la vía de Suez porque los días de tránsito a través de Suez desde Nueva Orleans son considerablemente menos que a través de Panamá. De manera que la elasticidad de precio es cerca de o igual a cero.

Para otras rutas, tales como desde la costa este de los Estados Unidos al sur este de Asia, la distancia a través de Suez es menos que a través de Panamá. Esto es cierto de todos los puertos norteros (Boston, Nueva York, Charleston) pero es significativamente menos cierto para los puertos del Golfo, que están más cerca de Panamá. Como en el margen hay algunos buques que van a través de Panamá en vez de Suez al sur este de Asia, la elasticidad de precios es negativa lo que quiere decir que un pequeño aumento en el costo de tránsito a través de Panamá reduciría el tráfico por la vía de Panamá desde la costa este de los Estados Unidos (los precios de elasticidad para carga a granel y para la carga general son -0.432 y -0.545 respectivamente).

Efecto del comercio

El efecto del comercio en el Modelo 1 divide la elasticidad entre tipos de mercancías primarias. Existen once categorías de mercancías (listadas en el Cuadro 9). En casi todos los casos los coeficientes son positivos y son significativamente diferentes de cero. No es sorprendente que la elasticidad del comercio de cereales para la ruta, costa este de los Estados Unidos hacia el este de Asia, esté muy cerca de 1.0, lo cual sugiere que un aumento de 1% en el comercio conlleva un aumento de 1% en el tráfico del Canal para productos estos productos. Esto es completamente consecuente con la elasticidad de precio observada de cero para esta misma categoría de mercancía.

Sin embargo, en la mayoría de los casos la elasticidad para el comercio es de menos de 1.0. ¿Qué es lo que nos sugiere esto exactamente? Lamentablemente sugiere que para esta mercancía y esta ruta el crecimiento en el comercio mundial se dirige hacia un crecimiento positivo en el tráfico del Canal, pero a una tasa de crecimiento por debajo de la esperada en el comercio para esa mercancía

y ruta. El coeficiente entonces refleja una pérdida de participación en el Mercado ya que para mantener dicha participación el coeficiente debería ser aproximadamente 1.0. Para la mayoría de las categorías de productos los coeficientes estimados son menos de 1.0. Repetimos, esto es consecuente con el hecho de que la ruta de Panamá ha estado perdiendo participación en el mercado con respecto a alternativas a medida que el costo de tránsito y la congestión han ido aumentando. Y aunque podemos separar estos otros “efectos” no podemos descartarlos completamente. Otros factores pueden influenciar la decisión de dirigir los buques por medios alternos no incluidos en el costo del tránsito a través de Panamá. Por consiguiente, el efecto del comercio representa la influencia general que tiene el comercio internacional sobre el tráfico y también estos otros factores sin nombre.

Esta falla en mantener la participación de mercado se confirma al observar el crecimiento del tráfico de la ACP comparado con el crecimiento del comercio mundial. En la mayoría de los casos, el crecimiento total del comercio mundial es más rápido que el crecimiento a través de Panamá. Para revertir este decrecimiento entonces el Canal de Panamá tendrá que ofrecer a los usuarios un mejor producto. Una forma de hacer esto es dejar un margen para buques más grandes y tránsitos más rápidos (menos tiempo de espera). Si el Canal va a crecer más rápido que la ruta promedio entonces tiene que reducir el costo de tránsito y alentar a los operadores navieros para que usen la ruta de Panamá. En nuestro modelo tomamos en cuenta dos cambios – que los tiempos de tránsito de los buques a través del Canal pueden ser reducidos, disminuyendo el costo de los operadores navieros o que se puede hacer un corte en los peajes nuevamente lo que traería como resultado costos más bajos motivando un crecimiento en el tráfico y, a través de mercadeo, la ACP podría influenciar la dirección de las rutas de tráfico. En este caso, la parte del desvío necesita ser ajustada artificialmente (superponiendo el pronóstico con una alternativa).

Podemos resumir estos dos cambios en los siguientes puntos:

1. Reduciendo el costo de los tránsitos aumentando la tasa de crecimiento a través del Canal (así revirtiendo el descenso secular observado en el período de tiempo histórico en la participación del Canal por ruta); y
2. Ajustando la parte implícita del desvío del Canal para reflejar patrones operativos cambiantes que no están reflejados en la información histórica.

Un ajuste en el tamaño de las esclusas podría inducir estos cambios pero estos cambios en toneladas absolutas no vendrían enteramente de mecanismos automáticos incorporados en el modelo de elasticidad. Como las etapas preliminares a la ampliación del tamaño de las esclusas causarían más interrupciones y menos tránsitos entonces los coeficientes estimados durante este período serían todavía menores. Para reflejar, entonces, un potencial para recobrar la participación de mercado, la herramienta de simulación de la ACP deja un margen para coeficientes cambiantes después de que la capacidad adicional esté instalada. Esto aumenta la tasa de crecimiento en el comercio.

Modelo 2 – Especificación de la alternativa primaria

Si el Modelo 1 fracasa las pruebas estadísticas esto es usualmente porque no hay suficiente detalle para sustentar las 11 categorías individuales de comercio. Entonces el programa de vistas electrónicas automáticamente prueba el Tipo-Modelo 2. El Modelo 2 usa las mismas cuatro categorías para los Costos de Tránsito pero colapsa los efectos detallados de las mercancías en cuatro en vez de 11 categorías. Ahora los efectos del comercio están clasificados como aquellos que afectan a:

1. Los productos de buques de línea regular;
2. Los productos de los tanqueros;
3. Los productos de los graneleros;
4. Los productos de los buques de carga general.

Ecuación: Modelo 2 – Costo de tránsito por tipo agregado de buque y comercio por tipo agregado de buque

(Véase la gráfica en la versión en inglés.)

El Modelo 2 es la forma más utilizada de modelo econométrico. Como la información es a menudo escasa, requiere de menos detalle ya que colapsó los efectos individuales de 11 a 4. Raramente sufre entonces de conjuntos de información dispersa donde hay pocas observaciones para uno o más tipos de productos. Si el Modelo 1 falla, entonces el Modelo 2 raramente fallará. En la mayoría de los casos, producirá un resultado útil (así es que no tiene problemas de falta de singularidad que frecuentemente plaga el Modelo 1 cuando los conjuntos de información se tornan más dispersos). Aún así, no es infalible. Sin embargo, el Modelo 2 es usado 25 veces en las 40 mejores rutas (el Modelo 1 es también usado unas 9 veces más con otros modelos, incluyendo los 3 y el 11).

El Modelo 2 estima el tráfico con relación al tipo de buque. Así es que tanto el impacto del comercio como el de los precios (costo de tránsito) son específicos para las mercancías transportadas en buques de los cuatro tipos. Existen ocho elasticidades calculadas en contra de cuatro agregados de buques de forma que para cada agregado de buque tenemos un efecto de comercio y de precio. Como los tipos de buques tienden a estar estrechamente ligados a las mercancías este tiene una similitud con el Modelo 1, pero es más estable porque deja un margen para el comercio de todas las mercancías reduciendo así el número de coeficientes separados que necesitan ser estimados.

En el Modelo 2 los coeficientes son de las mismas magnitudes aproximadas que en el Modelo 1. Por ello, las elasticidades de los precios tienden a ser negativas y de aproximadamente la magnitud correcta (agrupándose cerca de -1.0), mientras que las elasticidades del comercio son positivas y varían desde lo más bajo que es cero a lo más alto de sólo 1.5. Tenemos una elasticidad limitada del comercio a este rango pero había pocas que necesitaban ajuste dentro del conjunto de la muestra. Como en el Modelo 1, al no poder el Canal mantener su participación en el mercado mundial durante este período (1986 – 1999), esto ha significado que el tráfico calculado con respecto a la elasticidad del comercio sea de menos de uno. Tal como en el Modelo 1, los resultados del Modelo 2 se pueden ajustar con base a información externa utilizando un factor de ajuste incorporado dentro del modelo (el estado normal para este factor es 1.0 en un modelo multiplicativo).

Modelo 3 – Precio único, coeficientes de comercio múltiple

Si falla el Modelo 2 entonces bajamos al Modelo 3. Aquí el precio ha sido colapsado a la elasticidad de un solo precio. A diferencia de los Modelos 1 y 2 éste está basado en una variable mancomunada cruzando a través de los tipos agregados de buque y la mercancía [R/C/A]. El coeficiente es aplicado a la información sobre el tipo de tráfico de buques en vez de a todas las mercancías. Por eso si el acero se transporta en buques multipropósito entonces el comercio y la economía del buque afectan las variables que afectan este flujo. Este flujo es el calculado para los coeficientes de los buques graneleros y no para los de carga general o los buques de línea. El Modelo 3 es utilizado en 18 de las casi 120 rutas posibles. Se usa más a menudo, sin embargo, cuando el tamaño del tráfico es menos de 150,000 toneladas de carga (rutas más pequeñas).

Cuadro 7: División de mercancías por tipo agregado de buque

Cód. ACP	Descripción ACP	Ag.Com.
P01	Banana	CG
P02	Refrigerada, otras	CG
P03	Trigo	A GRANEL
P04	Maíz	A GRANEL
P05	Granos, otros	A GRANEL
P06	Frijol de soja	A GRANEL
P07	Azúcar	A GRANEL
P08	Alimentos y productos agrícolas	TANQUERO
P09	Pulpa de madera	A GRANEL
P10	Productos de madera	A GRANEL
P11	Papel	A GRANEL
P12	Fosfatos	A GRANEL
P13	Fertilizantes	A GRANEL
P14	Minerales misceláneos	A GRANEL
P15	Alúmina/bauxita	A GRANEL
P16	Metalíferos, otros	A GRANEL
P17	Hierro y acero	A GRANEL
P18	Desechos de metal	A GRANEL
P19	Metales, otros	A GRANEL
P20	Químicos	TANQUERO
P21	Petróleo crudo	TANQUERO
P22	Residuos de petróleo	TANQUERO
P23	Coque de petróleo	A GRANEL
P24	Productos derivados del petróleo	TANQUERO
P25	Productos petroquímicos	TANQUERO
P26	Carbón y coque	A GRANEL

P27	Vehículos	CG
P28	Contenerizada	LÍNEA
P29	Otros	CG

Ecuación: Modelo 3 – Costo de tránsito y comercio por tipo agregado de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

De las 40 rutas más importantes, hemos tenido que usar el Modelo 3 solamente 4 veces. Hemos encontrado que un efecto de costo de tránsito generalizado y un efecto de comercio específico detallado de buques permite que el precio y la demanda causen un impacto en los tránsitos del Canal. Si el Modelo 3 no funciona entonces el programa utilizará el Modelo 4.

Modelo 4 – Sin detalle de mercancías, agrupados por agregados de buques, costos de tránsito detallado, efecto único de comercio

Los costos de tránsito se establecen por agregados de buques reflejando la influencia de la economía naviera, pero los efectos del comercio son generalizados reflejando el comercio total. Como el grupo se mantiene de forma tri-dimensional, los efectos de comercio individual se separan (granelero a granelero, buque de línea a buque de línea) pero el coeficiente es el mismo para cada mercancía. Por eso el coeficiente refleja el efecto conjunto del cambio en el comercio mundial sobre el cambio en el tráfico del Canal.

Ecuación: Modelo 4 – Sin detalle de mercancías, agrupados por agregados de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

En el Modelo 4 el efecto de precios no está basado en RCA (incluyendo las mercancías) sino en RA solamente. Aquí estamos mirando el efecto general de precios para un tipo de buque sin importar la clase de mercancía que transporte. Se utiliza una sola variable para representar el impacto que los cambios en el comercio tienen sobre la ruta (no se hace distinción alguna para los efectos de mercancías individuales). Como el Modelo 4 trabaja lo suficientemente bien en aquellos casos que no se pueden resolver utilizando el Modelo 3, esta simplificación (dejando por fuera el detalle de las mercancías) probablemente no inflencie los resultados. El Modelo 4 representa el crecimiento general de una ruta y los efectos operativos de un solo buque lo cual podría tener como resultado que menos comercio utilice el Canal. Actualmente, no se usa el Modelo 4 ya que el Modelo 3 funciona lo suficientemente bien.

Modelo 5: Comercio puro por tipo agregado de buque de acuerdo a mercancía, sin ningún efecto de precios

En el Modelo 5 se ignoran los costos de tránsito. El comercio se utiliza con el impacto diferenciado para cada uno de los tipos agregados de buque. En esta forma del modelo, sólo el comercio internacional es importante para explicar el tráfico del Canal (el modelo sólo se usa para tres rutas). Como en los otros modelos, se usa la información sobre mercancías y el nivel de detalle sobre las rutas. El efecto del comercio sobre el tráfico (y finalmente sobre los tránsitos del Canal y sus ingresos) está impulsado por los cambios en las mercancías subyacentes. El grado de influencia de los cambios de mercancía está ligado a los tipos específicos de buque – buques de línea, tanqueros, graneleros y de carga general. Los filtros representan una amplia colección de mercancías (véase Cuadro 7).

Ecuación: Modelo 5 – Comercio puro por tipo agregado de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Modelo 6: Comercio puro en base a mercancía, sin ningún efecto de precios

El Modelo 6, tal como el Modelo 5, ignora los costos de tránsito. Se utiliza el comercio internacional para cada mercancía por sí sola (no por tipo de buque). Se desarrolla un coeficiente único para mostrar el efecto relativo que un cambio en el comercio de una mercancía tiene sobre el tráfico de esa ruta. Si la elasticidad calculada es .7 entonces un aumento de 1% en el comercio de

acero en la ruta desde el norte de Asia a los Estados Unidos aumentaría el tráfico a través del canal por 7 décimas de un por ciento. Y si las importaciones de artículos electrónicos aumentan en un 5% entonces el tráfico de productos electrónicos aumentaría en 3.5% (.7 x 5%). Esta es la forma más simple pero raramente se usa.

Este modelo se usa para seis rutas y solamente en donde la información es tan dispersa que cualquier forma más compleja no permitiría que se midiera cualquier efecto econométrico. En algunos casos el comercio existió en el pasado pero no existe ahora. (1999 = 0).

Ecuación: Modelo 6 – Efecto único de comercio

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Modelo 7: Tendencia de tiempo

En el Modelo 7, se aplica una tendencia de tiempo simple. En este momento no existen patrones de tráfico que usen esta forma funcional. Dado que el Modelo 6 utiliza una sola variable para medir la demanda futura a través del Canal (comercio internacional) y dado que el comercio tiende a crecer con el tiempo, la probabilidad de usar el Modelo 7 está reducida significativamente. No existen ejemplos actuales de que el Modelo 7 haya reemplazado al Modelo 6.

Modelo 11: Rutas domésticas, costos de tránsito y PIB

El Modelo 11 es utilizado para las dos rutas internas de los Estados Unidos. Existe algo de comercio entre la costa este y la costa oeste de los Estados Unidos. Este comercio se modela utilizando una combinación de PIB y los costos de tránsito por tipo agregado de buque. Este comercio es, en general, susceptible a los cambios en los costos de tránsito con el negocio de buques de línea que son menos susceptibles que los graneleros. De la costa oeste a la costa este de los Estados Unidos la elasticidad para los costos de tránsito para los buques de línea es de cero sugiriendo que este comercio es insensible a los peajes del Canal. La elasticidad para la costa este y oeste de los Estados Unidos es de -0.4. Para el negocio de buques graneleros, tanqueros y los de carga general los costos de tránsito son más de 1.0. Rutas alternas utilizando el sistema ferroviario de los Estados Unidos o los oleoductos son probablemente menos costosas que atravesar el Canal. La variable del PIB sustituye el efecto del comercio internacional. En general, el comercio crece a una tasa que es similar a (una elasticidad de un poco más de 1.0) la tasa de crecimiento del PIB asumiendo que no hay cambios en los costos de tránsito.

Ecuación: Modelo 11 – Costos de tránsito y el efecto del PIB (Rutas domésticas)

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Modelo 12 – Rutas domésticas, sin costos de tránsito

El Modelo 12 es usado por las dos rutas internas canadienses. El PIB variable sustituye el efecto del comercio internacional. En general, el comercio crece a una tasa similar a (una elasticidad de un poco más de 1.0) la tasa de crecimiento del PIB. El comercio es tan pequeño y escaso que no se hace factible hacer una estimación de las elasticidades para los costos de tránsito.

Ecuación: Modelo 12 – Efecto del PIB (Rutas domésticas)

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Estudio de Elasticidades Estimadas por Precio y Consumo Aplicadas al Modelo de Transo de la Red.
(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Análisis del tiempo en aguas del Canal

Tiempo en aguas del Canal

La medida del tiempo en aguas del Canal es de importancia crítica para determinar el tráfico a través del Canal. En la última década las instalaciones han enfrentado problemas continuos con el mantenimiento de las esclusas. Los días de interrupciones del servicio de vía han ascendido en espiral. El número promedio de días en el que una vía completa ha estado sin funcionar ha aumentado de cerca de 25 días a más de 60 días en menos de 15 años. Las interrupciones de servicio de vía son una función de la edad del canal y el flujo de tráfico. Mientras más es el tráfico más es el desgaste de la planta física. El tiempo en aguas del Canal también se ha incrementado en relación con el tiempo de interrupción en el mismo. Podemos ver esto en el más de 50% de aumento en el tiempo en aguas del Canal entre 1986 (cerca de 1 día en tránsito) y 1999 cuando el promedio era 1.8 días. Los tránsitos se incrementaron de menos de 13,000 por año a un tope de casi 15,000 en 1996 antes de descender a un poco más de 14,000 en 1999.

Gráfica 3: Interrupciones del servicio de vía, tránsitos y tiempo promedio en aguas del Canal

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Como resultado del aumento en el tiempo de retraso en las esclusas, los operadores navieros han tenido que reservar espacio con anticipación. El uso del sistema de reservaciones por parte de los operadores navieros también ha aumentado. Mientras que las reservaciones de los buques de línea y de los de carga general se mantuvo en 70% o más, el porcentaje de reservaciones de otros buques se ha más que duplicado.

Si miramos la gráfica podemos ver el efecto de la restricción sobre el TAC. Mientras que la de los buques de línea se mantuvo muy debajo de las de otros buques, las demoras en el tiempo de buques graneleros y tanqueros aumentaron, así como también aumentó la demora para los buques de carga general. Estos últimos también comenzaron a usar el sistema de reservaciones al final de los años 90. La barra indica la diferencia entre la cantidad máxima de tránsitos por el Canal por año y la cantidad actual de tránsitos (para los tipos de peaje 1,2, y 3). Podemos ver que existe una fuerte relación entre la restricción y las demoras de tiempo.

Gráfica 4: Tiempo en aguas del Canal versus restricción de capacidad

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Esta relación se puede modelar de forma econométrica. La meta es saber la relación que impulsa las demoras en el Canal. Se usan dos factores – los días de interrupción del servicio de vía (por cierto, una medida cruda de la interrupción) y el número total de posibles tránsitos. La última variable que usamos es el estimado de máximos tránsitos posibles por año (asumiendo que no haya interrupciones y que haya una distribución pareja de buques por día). Los tránsitos máximos reflejan el número óptimo de tránsitos asumiendo que el Canal opera los 365 días del año.

Modelo de ajuste del TAC

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

En la ecuación usamos el valor logarítmico del tiempo en aguas del canal contra las variables explicativas no-logarítmicas. Esto convierte la variable dependiente en un porcentaje de cambio relativo a variables que parecen más tendencias de tiempo. Esta ecuación encaja razonablemente bien con las estadísticas-t que son generalmente consistentes a un nivel de confianza aproximado del 1-5%. En el caso de los buques de línea y de carga general la relación entre la variable TT y MaxTT no es significativa y el efecto es muy pequeño. Esto es, sin embargo, consecuente con el supuesto general de que estos dos tipos de buques han usado en este período el sistema de reservaciones para reducir el riesgo asociado con las demoras en el Canal. Todas las señales están correctas. En resumen, este modelo aclara la interrogante de cómo un nuevo Canal impactaría al mundo naviero.

Ecuación TAC

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

El 3er juego de esclusas añade una capacidad significativa

Uno de los problemas más difíciles en economía es pronosticar qué sucedería si se construye algo nuevo. Es más bien un problema de una nueva instalación y cómo impacta la forma en que actúan sus usuarios. ¿Añadirá al tráfico un centro comercial nuevo o simplemente se dividirá el tráfico entre las instalaciones viejas y las nuevas? Como una innovación conlleva cambios que frecuentemente no se anticipan completamente, la adición de un 3er juego de esclusas cambiaría la dinámica del Canal. La ecuación estimada, sin embargo, puede ayudar a definir el grado en el que una capacidad agregada (tal y como se mide con los posibles tránsitos adicionales) impactaría el mencionado TAC. La ecuación también indica qué tanto afectaría la construcción de las esclusas al crecimiento del tráfico.

En nuestro modelo de tráfico, el tiempo en aguas del canal es la variable principal que ayuda a explicar el crecimiento del tráfico. Cuando aumenta y los costos ascienden, menos buques optan por usar el Canal. En pocas palabras es un elemento sorpresa que añade algo de azar al tránsito. Cualquier día la cola en las esclusas podría aumentar el TAC y esto podría tener como resultado pérdidas en donde se esperaban ganancias.

Al tratar de comprender la dinámica del sistema para un canal con más capacidad tenemos que trazar lo que probablemente le pasará al TAC. En nuestro escenario de punto de referencia el aumento en el tráfico que trata pasar el Canal se encuentra con el nivel más alto del tráfico que puede pasar por el Canal. Hemos supuesto que el aumento aproximado de 1% en el comercio causaría un ascenso en los tránsitos en aproximadamente la misma cifra. Hubiéramos podido correr el modelo sin restricciones y obtener una cifra más exacta pero probablemente terminaría siendo esta cifra de tránsitos en demanda. Como resultado y como podemos apreciar en la gráfica que aparece a continuación, los días de espera aumentarán en el período 2004 a 2050. Cuando el tiempo de demora sobrepase 3.5 días es probable que operadores navieros mundiales en una cantidad suficiente, se desvíen y no pasen por el Canal. Le hemos puesto a esto un tope de 2.5 días. Usando este supuesto con respecto a ajustar el TAC continuamente podemos mantener los tránsitos actuales en un punto de referencia limitado de 16,000 máximo (que se asume es el límite máximo de tránsitos factibles bajo la configuración actual). Esto, por supuesto, asumiendo que el número de días de interrupción del servicio de vía no aumente.

¿Qué sucede si tenemos días de interrupción de servicio constantemente mientras que se permite que los tránsitos máximos aumenten después del año 2010 a 22,000 tránsitos — un 38% más alto?

Esperamos que el TAC, que aumentó de forma excesiva a medida que la demanda excedió la oferta, descienda dramáticamente. Cuando abran las nuevas esclusas esperamos que se eliminen las demoras. En el supuesto que no haya ninguna cola, esperamos un descenso significativo en el TAC. El grado varía por tipo de buque, con los buques con el menor TAC en el punto de referencia, cayendo menos mientras que aquellos con mayores tiempos de retraso cayendo más. Como podemos ver en la Gráfica 5 este es el caso de los buques graneleros.

¿Qué sucederá con el TAC después que abran las esclusas? La lógica sugiere que habrá un período largo en que no debiera haber un aumento sistemático causado por la restricción. Una vez que el número de tránsitos se acerque al máximo entonces pudiéramos esperar algún aumento pero eso está bien lejos en el futuro.

El modelo estimado nos ayuda a entender la dinámica del tiempo de tránsito asumiendo que habrá interrupciones. Una interrupción aminoraría el paso por el Canal y, por consiguiente, disminuiría el número posible de tránsitos durante el año. No hay forma de saber esto de forma anticipada pero hemos usado un enfoque de posible escenario simplificado para estimar la interrupción. Nuestro supuesto es que del 2003 al 2006 el número máximo de tránsitos potenciales baje de 16,000 a 15,200 (una reducción del 5%). Tomamos otra reducción de 5% del 2007 al 2009 asumiendo que durante esa fase habrá una demora más debido a la necesidad de dragar de forma más cercana a las esclusas.

Como resultado podemos esperar un aumento en el TAC durante la fase de construcción. Una vez que abran las esclusas el TAC deberá bajar dramáticamente (sobre 60). Este descenso hace el tránsito a través del Canal factible para muchos buques que habían estado utilizando las rutas de desvío. El resultado neto es que en los pronósticos de tráfico del punto de referencia y de la alternativa, el período después del 2010 muestra un aumento significativo en el volumen de tráfico a través del Canal.

Gráfica 5: Comparación del tiempo en aguas del Canal con o sin restricción de capacidad

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Impacto que tendría un 3er juego de esclusas sobre el tráfico potencial

Usando el modelo podemos ver cómo añadiendo la capacidad adicional se puede tener un impacto sobre el tráfico del Canal. Bajo los supuestos actuales con respecto a la capacidad, el TAC aumentaría alcanzando un máximo supuesto de cerca de 2.5 días de tiempo de espera para cada tránsito. Más allá de ese punto, hay muy poca ventaja para el uso de la ruta del Canal por parte de los operadores navieros. Por eso, hay un cambio natural del comercio hacia rutas alternas. La selección de 2.5 como un máximo fue arbitraria; sin embargo, podemos confirmar la lógica a través de la medida de los posibles tránsitos. En pruebas del modelo el ajuste que hicimos y el máximo TAC tienden a mantener los tránsitos del Canal por debajo del número máximo de tránsitos permitido. Actualmente, el modelo tiende a alcanzar un máximo de 16,000 tránsitos en aproximadamente el 2040 sugiriendo que el aumento en el TAC llevaría a una limitación en el crecimiento en toneladas a través del Canal a medida que los operadores navieros escogen rutas alternas.

Si se construye un tercer juego de esclusas habrá un período de dislocación cuando la actividad de construcción reduzca el número máximo de tránsitos por día. Utilizando el modelo TAC, el

resultado entonces es una rápida reducción en el tiempo de espera. Lógicamente hay un período de ningún crecimiento en el TAC pero entonces deberá haber algo de crecimiento a medida que los tránsitos van hacia el máximo del nuevo Canal. Hemos establecido el máximo en 24,000 tránsitos – exactamente un 50% sobre el máximo post-2002. Esto quizás sea más grande de lo que puede realizarse pero es una reflexión lógica de la adición del 50% más de capacidad teórica (si las esclusas tienen una función limitante en vez de una disponibilidad de prácticos u otros factores que obstaculizan el volumen máximo). Si el máximo es 22,000 entonces lo más probable es que haya muy pocos problemas hasta que se aproxime el fin del período.

Como nota final, la tendencia de crecimiento de los tránsitos en la alternativa es menos que la tendencia de crecimiento del tonelaje. Esto refleja el cambio continuo permitido para los buques más grandes incluyendo aquellos que son del tamaño Panamax. Por eso, la línea roja (los tránsitos) es menor que la línea chocolate (toneladas).

En la próxima sección examinaremos el enfoque que tenemos que tomar para traducir las toneladas de tráfico del Canal a tránsitos – tanto en el punto de referencia como en la alternativa. Para que el Canal maneje más del doble del tonelaje con sólo un 50% de aumento en la capacidad del mismo, (de dos a tres juegos de esclusas) entonces el tamaño de los buques necesita crecer más allá de los límites actuales (Panamax). Si la nueva esclusa se construyera siguiendo las especificaciones existentes por cuanto al ancho, largo y profundidad de la cámara, entonces el probable volumen adicional sería significativamente menos.

Para estimar tránsitos futuros se requiere del uso del modelo de tránsito. Por eso, cambiar el TAC es solamente el primer paso para calibrar el modelo para que esté dentro de las restricciones en cuanto a capacidad. En el ejemplo que aparece abajo, mostramos cómo los cambios en el TAC, los peajes, y la tasa de crecimiento del comercio mundial harán la diferencia en el tonelaje que se asume pasará por el Canal. Podemos ver cómo pequeños cambios en una o más de estas variables constituirá un cambio significativo en el total de las toneladas especialmente después de 50 años de crecimiento continuo.

Gráfica 6: Comparación del punto de referencia y alternativa para el tiempo en aguas del Canal

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Gráfica 7: Comparación del tonelaje de la ACP bajo diferentes supuestos

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Análisis de tránsitos de buques – Integrando distribuciones alternas de buques

Los factores de los tránsitos de buques se derivan del tráfico que cruza el Canal. Debido a que buques de diferentes tamaños pueden transportar carga de varios tamaños, los tránsitos no aumentarán de acuerdo a las toneladas que se transportan. Con la apertura de las nuevas esclusas, el tamaño máximo excederá el tamaño del buque más grande que el Canal maneja ahora mismo. Cómo acomodar este tamaño más grande de buque dentro del modelo existente y cómo integrar la combinación cambiante de tamaños de buques más grandes y más pequeños será todo un reto.

Lo que es más importante, sin embargo, es que el número de tránsitos crece a una tasa que es más pequeña que la del crecimiento en toneladas. Esto se debe a la sustitución de buques más grandes por buques más pequeños. Para desarrollar un pronóstico realista y defendible, tenemos que resolver el problema de cómo cambiar la flota actual en tamaño a una flota compuesta de buques más grandes. Este cambio ocurrirá aún si el Canal se queda del mismo tamaño. En todos los casos entonces, el crecimiento en toneladas y el crecimiento en tránsitos no será igual (las toneladas crecen más rápido que los tránsitos).³

Para desarrollar una medida para tránsitos futuros, el módulo de tránsitos de la ACP debe integrar los tamaños futuros de los buques. El cambio de una clasificación por tamaño a otra es un elemento crítico en el modelo. El grado en el que los buques más grandes reemplacen a los más pequeños depende de qué tan pronto los nuevos buques reemplacen a los más viejos. El patrón del tamaño del buque no es independiente del tamaño del flujo. Los flujos más pequeños requieren de buques más pequeños. Los viajes múltiples (con menos volumen) son la norma, sustituir un buque más grande por uno más pequeño no es siempre una posibilidad. Al desarrollar el enfoque hemos tenido que tratar de balancear lo realista con la habilidad de cualquier modelo para capturar este cambio. Para este fin, algunos de los “supuestos” podrán parecer arbitrarios.

La primera regla: la distribución no es constante a través del tiempo

La primera regla es que la distribución de las toneladas de carga de acuerdo con la clasificación por tamaño del buque no ha sido constante a través del tiempo. Ha cambiado durante los últimos diez años a medida que el Canal ha enfrentado más limitaciones y a medida que el tamaño mínimo también ha cambiado. Como el tamaño del buque es importante y la distribución de los tamaños de buque cambiará con el tiempo, el problema no es solo identificar las tendencias existentes en el Canal (de acuerdo al tipo y clasificación por tamaño), sino pronosticar el patrón futuro a la luz de un cambio en el tamaño del Canal. Si miramos el Cuadro 9, podemos ver la tendencia en los tamaños de los buques a lo largo del tiempo. Estos promedios son una reflexión aproximada de lo que ha sucedido a través del tiempo. Aquí podemos ver que los buques refrigerados son los más pequeños en tamaño pero están creciendo un poco. Los buques graneleros han estado creciendo a una tasa del 1.3% por año. Si esto continúa, esto querrá decir que en el año 2050 el tamaño promedio de un buque será de 81,000 TPM.

En este cuadro podemos ver que la base para los tamaños promedios de un buque son todos de una clasificación que encaja fácilmente en el Canal. Además, aún los buques graneleros, si se les permitiera crecer a ese paso, igualarían el tamaño para poder pasar. Sin duda, estos son supuestos ingenuos. En realidad, los buques que transitan el Canal, aún dentro de uno de estos dos tipos de buques, cubren una amplia combinación de clasificaciones de tamaños. Entender la dinámica de la flota y cómo el tamaño tiene un impacto sobre el tonelaje que puede transitar el Canal es un requisito básico para desarrollar el enfoque para cambiar tránsitos con base a la clasificación por tamaño y prorratear las toneladas de carga para todos los buques.

Cuadro 9: Tamaño promedio por tipo de buque, 1986 y 1999

Tipo de buque	1986	1999	%(86-99)

³ La sustitución ocurre en el tiempo a medida que aumenta el tamaño del buque – así es que la flota de la ACP está aumentando continuamente en términos del tamaño promedio de los buques hacia buques de tamaño Panamax.

M01	Buque de carga general	13,183	12,658	-0.3%
M02	Buque frigorífico	8,334	9,376	0.9%
M03	Buque de carga seca a granel o granelero	35,178	41,790	1.3%
M04	Buque tanquero	36,146	32,600	-0.8%
M05	Buque contenedor / carga fraccionada	20,665	25,101	1.5%
M06	Buque portacontenedores	30,301	35,537	1.2%
M07	Buque de carga rodante (ro-ro)	14,130	17,780	1.8%
M08	Buque portavehículos	13,931	15,446	0.8%
M09	Portavehículos/carga seca a granel	38,528	33,228	-1.1%
M10	Gasero	21,988	17,558	-1.7%
M11	Buque de pasajeros	4,932	5,176	0.4%
M12	Otros	3,054	1,953	-3.4%

La segunda regla: el tamaño del buque y la combinación sí son importantes, pero los buques pequeños no desaparecerán

El tamaño del buque es importante cuando se miden posibles tránsitos. En el modelo de tráfico, se dividió el crecimiento del tráfico en cuatro tipos agregados de buques: de línea regular, granelero, tanquero y de carga general. Cada uno de estos puede ser subdividido ya habiendo sido divididos los buques de carga general en 7 tipos diferentes. Dentro de cada tamaño hay potencialmente 19 clasificaciones de tamaño. En la mayoría de los casos los tipos de buques no usan todos estos ni tampoco la flota mundial está distribuida en todas estas clasificaciones. Muchas de las clases más grandes – por arriba de S13 – se reservan para buques tanqueros y graneleros. Ni tampoco existe un tonelaje uniforme que no transitaría por el Canal asumiendo sus límites de tamaños actuales. El tonelaje de un buque depende de la clase de buque y la carga que transporta. Los buques que transportan automóviles (M08) son livianos pero muy grandes y actualmente alcanzan un máximo en términos de una de las dimensiones – eslora, manga o calado. Los buques de pasajeros tienen límites similares.

Cualquier promedio simple puede influenciar el resultado y conducir a una medición incorrecta de los posibles tránsitos. La razón clave es que la distribución está en sí asociada con la diferencia relativa en el tamaño promedio del buque para cada clasificación por tamaño. Por eso, un buque más en la clasificación más grande puede tener 10 veces el tamaño de otro buque más en la distribución más pequeña. La tasa de cambio está por eso influenciada por el cambio de una clasificación por tamaño a la otra.⁴

Ejemplo 1: Cantidad absoluta de TPM por ruta/ tipo de buque /clasificación por tamaño [R/T/S]

Clasificación por tamaño	Total de TPM (RTS)			Crecimiento		
	1997	1998	1999	98/97	99/98	Promedio

⁴ Este problema es inherente dentro del rango de la clasificación ya que la diferencia es de 10,000 toneladas o más. No hay forma de soslayar este problema excepto partiendo los incrementos en tamaños más pequeños.

0 – 10,000	100	85	85	-15%	0%	-8%
10,000-20,000	80	120	150	50%	25%	38%
20,000-30,000	120	140	200	17%	43%	30%
30,000-40,000	70	95	140	36%	47%	42%
40,000-50,000	95	130	185	37%	42%	40%
Total todos los tamaños de buques	465	570	760	23%	33%	28%

Observe la clasificación por tamaño más grande, la S05, en este ejemplo. El crecimiento promedio era 40% del TPM total. Esto, por supuesto, podría ser simplemente la adición de otro buque para el comercio. El comercio también creció a través del tiempo y algo de ese crecimiento puede ser debido a la necesidad de más tonelaje en la ruta, pero algo del crecimiento en tonelaje disponible podría simplemente ser un cambio de tamaño de un buque de uno más pequeño a uno más grande. Una forma de enfrentar el problema es convertir la cantidad absoluta de tonelaje de cualquier año distribuyéndola en todas las clasificaciones de tamaño.

Ejemplo 2 – Distribución de TPM por R/T/S

Clasificación por tamaño	Distribución			Crecimiento		Promedio
	1997	1998	1999	98/97	99/98	
0 – 10,000	22%	15%	11%	-31%	-25%	-28%
10,000-20,000	17%	21%	20%	22%	-6%	8%
20,000-30,000	26%	25%	26%	-5%	7%	1%
30,000-40,000	15%	17%	18%	11%	11%	11%
40,000-50,000	20%	23%	24%	12%	7%	9%

Es importante recordar que el propósito de cambiar la combinación de tamaños de buques es para mostrar cómo las toneladas por mercancía posiblemente cambien en el futuro. La distribución de toneladas de carga por tamaño de buque (sobre cuya base deben hacerse los pronósticos de tránsitos) refleja las diferentes clasificaciones de tamaño de los buques. Por eso lo que tenemos que mostrar es cómo la *distribución cambia entre las clasificaciones de tamaño de los buques y que son independientes del tamaño del buque en sí. Este es un punto crítico ya que el tamaño del buque se refleja en la participación del buque en el TPM total de una ruta.* Por eso, el crecimiento en la participación del buque necesita ser independiente del tamaño del buque en sí.

Corrección del tamaño del buque

Sin embargo, podemos corregir esto. Sabemos el diferencial absoluto entre cada una de las clasificaciones. Para normalizar el TPM de acuerdo a la clasificación por tamaño para que las unidades sean ‘buques sintéticos’ de 10,000 TPM cada uno (el TPM ajustado por el punto final de

la clasificación por tamaño), multiplicamos el TPM total para cada clasificación por tamaño con la relación de 10,000 al punto final para esa clasificación por tamaño. Por ejemplo, para la clasificación de clase '0, 000-20,000', multiplicamos el TPM total por un factor de ½. Al corregir el TPM total para estas diferencias en tamaño promedio, la distribución no estará influenciada. La distribución a través de estos TPM “ajustados” puede ser comparada a lo largo del tiempo.

El Ejemplo 3 logra esto ajustando los TPM del primer ejemplo con factores correctivos para que el TPM resultante refleje los diferenciales absolutos en TPM debido a diferencias en las combinaciones de buques (independiente de las diferencias en tamaño). Los TPM ajustados entonces pueden ser usados (Ejemplo 4) para calcular la distribución y entonces derivar la tasa de cambio en todas las clasificaciones de tamaño. Nótese que en términos de crecimiento no existe diferencia entre el Ejemplo 1 y el Ejemplo 3. Pero cuando estas cantidades absolutas son transformadas en distribuciones del tonelaje total, los resultados pueden ser altamente significativos.

Ejemplo 3 – TPM absoluto ajustado por relaciones de clasificación por tamaño

Clasificación por tamaño	Crudo ajustado			Tasa de crecimiento		
	1997	1998	1999	98/97	99/98	Promedio
0 – 10,000	100	85	85	-15%	0%	-8%
10,000-20,000	40	60	75	50%	25%	38%
20,000-30,000	40	47	67	17%	43%	30%
30,000-40,000	18	24	35	36%	47%	42%
40,000-50,000	19	26	37	37%	42%	40%
Total	217	241	299	12%	24%	18%

Ejemplo 4 – Distribución de TPM ajustados

Clasificación por tamaño	Distribución ajustada			Tasa de crecimiento		
	1997	1998	1999	98/97	99/98	Promedio
0 – 10,000	46%	35%	28%	-24%	-19%	-21%
10,000-20,000	18%	25%	25%	35%	1%	18%
20,000-30,000	18%	19%	22%	5%	15%	10%
30,000-40,000	8%	10%	12%	22%	19%	20%
40,000-50,000	9%	11%	12%	23%	15%	19%
Clasificación	Distribución			Crecimiento		

Comparación con Ejemplo 2 – Distribución de TPM por R/T/S

por tamaño						
	1997	1998	1999	98/97	99/98	Promedio
0 – 10,000	22%	15%	11%	-31%	-25%	-28%
10,000-20,000	17%	21%	20%	22%	-6%	8%
20,000-30,000	26%	25%	26%	-5%	7%	1%
30,000-40,000	15%	17%	18%	11%	11%	11%
40,000-50,000	20%	23%	24%	12%	7%	9%

¿Por qué el Ejemplo 4 es mayor que el Ejemplo 2? Las tasas de crecimiento son sin duda diferentes. El Ejemplo 2 muestra sólo el 1% de crecimiento en las clasificaciones de clase de '20,000-30,000' mientras que la distribución ajustada muestra un crecimiento del 18%. Lo que está claro es que la distribución ajustada es una mejor medida de tránsitos probables porque podemos ver que en términos de participación —ajustada de acuerdo al tamaño promedio del buque – casi el 46% del TPM está concentrado en la clasificación más pequeña de los buques comparada con el 22% en la distribución no-ajustada. Como el tamaño y carga del buque están relacionados, podemos esperar que el patrón en el Ejemplo 4 imite mejor el cambio actual en el comercio entre buques de diferentes tamaños.

Las tasas de crecimiento son bien diferentes entre los dos. Lo que llama la atención sobre este ejemplo es el crecimiento absoluto de las clasificaciones de tamaños más grandes. Las tasas de crecimiento son más altas porque la participación – relativa a la clasificación por tamaño de los buques – es en sí más baja.

¿Qué sucede cuando se introduce una nueva clasificación por tamaño de buque?

Todavía nos podemos quedar con problemas causados por la introducción súbita de una clasificación por tamaño en la combinación de buques que transitan por el Canal. En general, el Canal acepta buques hasta el tamaño Panamax, pero en realidad hay tamaños que raramente (si acaso) transitan el Canal dentro de cada uno de los tipos de buque. Además, el tamaño del buque está estrechamente ligado con la ruta. Esto añade otra complicación. Las Rutas son una consideración importante cuando se está determinando el tamaño del buque que se necesita para el tránsito.

Para reducir la posible varianza en las distribuciones, se han limitado los cálculos de crecimiento a los últimos cinco años. El crecimiento promedio se ha calculado con base al crecimiento año tras año. Cuando no hay buques en la clasificación anterior en los años anteriores, dejamos un margen de crecimiento de cero durante ese período en el supuesto de que no hubiese ningún comercio de buques de ese tamaño o tipo. A medida que comenzamos con el patrón de toneladas de 1999, por ruta, mercancía, tipo de buque y tamaño de buque (R/C/T/S), el cambio que ocurrió en el movimiento que hubo hacia buques más grandes no necesitaba ser reflejado en otro cambio en la participación. A menos que haya más crecimiento después del cambio de participación por tamaño de buque, no hay razón para tomar en consideración este cambio.

Se puede moderar el crecimiento en la tendencia hacia buques más grandes o más pequeños para asegurarnos que no promovemos este cambio en la participación a un punto en donde todo el comercio esté ahora concentrado en una sola clasificación por tamaño de los buques. Un

crecimiento máximo o mínimo del 10% garantiza que el cambio entre tamaños de buques más grandes o más pequeños esté permitido. Al establecer que la distribución se base en el tamaño ajustado del TPM se garantiza que los buques de tamaño más pequeño no serán minimizados a causa de la introducción de buques más grandes en la ruta.

Introducción de la flota mundial en las distribuciones de buques

Cuando el Canal añade capacidad, también ajusta el tamaño máximo de los buques que pueden utilizarlo. Esto permitirá que buques más grandes lo transiten pero este cambio no va a ser uno totalmente sin problemas. Puede que sea que la economía naviera permita a los operadores trasladar más de la capacidad a los buques más grandes. O quizás sea que mucho de lo que representa la flota “potencial” que podría utilizar el Canal no vaya de repente a cambiar de buques para aprovechar el tamaño más grande de las esclusas. La parte difícil de construir el modelo operativo del Canal y la herramienta de simulación ha estado en decidir cómo dejar un margen para este cambio y cuál es el posible impacto sobre el número de tránsitos que se requieren.

Un buen punto de referencia para cualquier análisis de la futura flota que transitará el Canal de Panamá es entender la diferencia significativa entre la flota Panameña existente y la flota mundial. Un segundo elemento es pronosticar la dirección de cambio que tome la flota mundial. La tendencia no siempre se inclina hacia buques de tamaños más grandes. Por ejemplo, con respecto a los buques petroleros el impulso inicial hacia los ULCC (*Ultra Large Crude Carrier*, por sus siglas en inglés – buque transportador de petróleo crudo ultra grande) y los VLCC (*Very Large Crude Carrier*, por sus siglas en inglés – buque transportador de petróleo crudo muy grande) se ha revertido a una ruta y muchos de estos buques enormes están atracados en astilleros y fiordos.

De importancia crítica para el desarrollo de un perfil de tránsitos futuros para el Canal ampliado fue el esfuerzo de desarrollar un pronóstico de la flota mundial del futuro. Ninguno de los pronósticos comerciales que están disponibles extendía su proyección más allá de los próximos años. Por eso había que desarrollar un modelo de flota de acuerdo al tipo y clasificación por tamaño que fuera más analítico. Este modelo divide la flota mundial con base a la información de la flota ISL (*Institute of Shipping Economics and Logistics*, por sus siglas en inglés) con respecto al TPM por tipo y tamaño de buque (19 clasificaciones de tamaño y 7 tipos de buque).

La mercancía y la clasificación por tamaño se pueden identificar de forma aproximada. La carga a granel va en buques graneleros mientras que los automóviles tienden a pasar en buques portavehículos. Podemos ver que hay cierta relación entre las diferentes categorías. De forma similar, las frutas y vegetales refrigerados viajan básicamente en buques refrigerados (a excepción de aquella parte que es contenerizada y transportada en buques de línea). Así, la distribución de todas las mercancías también refleja la distribución de buques. En el modelo de elasticidad, los coeficientes reflejan tanto las mercancías como el tipo de buque. Por eso el modelo de elasticidad define la posible división inicial. Esto se refleja en los cuatro tipos agregados de buques. Por consiguiente, el cambio que se espera ocurra entre buques refrigerados y cajas refrigeradas requiere de un cambio en las toneladas de carga de Productos O2 y O3 a P28, contenerizado.

El modelo de flota mundial y la base de datos

La información del ISL refleja el tipo de buque y las clasificaciones por tamaño de los buques. Como nos estamos moviendo más allá del período en el que existe suficiente información en los libros de pedidos, el modelo tiene que reflejar los requisitos para buques de tamaños diferentes en vez del conocido balance entre la oferta y la demanda. Puesto de otro modo, los buques van a ser

suprimidos de la flota, pero van a ser reemplazados en caso de que haya una absoluta necesidad de tenerlos. No serán reemplazados o desechados si la necesidad es menor.

En el análisis económico existe una diferencia significativa entre el corto plazo y el largo plazo. En el corto plazo, los cambios en el inventario pueden tener una tremenda influencia sobre las tasas de crecimiento mientras que en el largo plazo, el inventario no es importante porque siempre habrá algún nivel general de inventario asociado con el nivel de producción. Así es que conocer el libro de pedido o la tasa de reemplazo es menos importante a largo plazo que a corto plazo. Durante el período de la información que se tiene disponible, sabemos que se habían pedido más buques y que más se habían desechado como chatarra. Asumiendo que estos balancean de forma que el crecimiento (si es positivo) representa adiciones netas, entonces las series de buques que están actualmente en la flota es una representación suficientemente buena para ser usada.

¿Cuáles son los factores que determinan la combinación cambiante de buques dentro de la flota mundial? El primer factor y probablemente el más importante debiera ser el comercio en sí. El comercio por sí solo no se refleja en los buques. Los buques representan una “unidad de espacio” la cual cambia constantemente (ya que el tamaño de los buques y la distribución de todas las clasificaciones por tamaño cambian a lo largo del tiempo). El requisito absoluto para los buques de diferentes tamaños puede depender de un número mínimo de buques que apoyan el comercio. Lógicamente, si hay un comercio creciente y un inventario limitado de buques entonces se necesitarían más buques en el futuro. La distancia entre los mercados también podría hacer una gran diferencia en el número de buques. A medida que aumenta el término del viaje, también aumenta el número de buques que se requieren.

Podemos utilizar el detalle de la información sobre el comercio para sustentar esta idea. La información sobre el comercio mundial está organizada en 10 regiones. La distancia entre cada región se mide en millas náuticas. Cada tipo de buque tiene una velocidad promedio diferente que refleja el tipo de buque (basado en la información del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos). Por eso, la distancia se puede convertir en días de viaje. Se presume que algunos viajes son unidireccionales lo cual quiere decir que el verdadero uso del buque fue un $\frac{1}{2}$ ya que el trayecto de retorno se hace frecuentemente con el buque en lastre. Se supone un promedio de cinco días al final del viaje. Este es un mínimo ya que los buques a veces permanecen en los puertos por más tiempo o si están entregando carga en múltiples puertos dentro de una región, puede que naveguen por más de este número de días.

Después de desarrollar estos estimados, la “flota esperada” fue comparada con el número total de buques que están disponibles actualmente (obtenidos de la información ISL). No se espera, sin embargo, que los requisitos estimados de los buques que ya han sido calculados, sean exactamente iguales a los reportados por el ISL para el número de buques. Existen muchas razones que explican las diferencias. La primera razón quizás sea que los requisitos asumen una utilización óptima del buque con un tiempo mínimo de parada. Mientras que se presume que los buques graneleros y los tanqueros se utilizan en un solo trayecto del viaje, se presume que todos los otros buques están casi completamente cargados y por ende, completamente empleados. También las rutas se calculan de región a región en vez de puerto a puerto. Todo el comercio a granel puede ir a un punto dentro de una región en vez del patrón típico de muchos destinos. El requisito de servir muchos en vez de pocos aumentará significativamente el número de buques en demanda.

Otras razones que explican por qué los requisitos no siguen los inventarios de buques que están vigentes pueden ser que los buques continúan en el inventario aunque estén desarmados o en desuso (o estén siendo subutilizados). Los buques que no están en uso o que están completamente distribuidos se mantienen en el inventario. Pronosticar cuándo se va a desechar un buque como

chatarra es difícil y puede estar directamente relacionado con el precio del acero de chatarra que con la demanda de transporte. Las bases de datos del ISL puede que incluyan muchos buques pequeños que se usan marginalmente o posiblemente buques cargadores, remolcadores, buques utilitarios y otros buques especializados que no transportan carga. Esta es probablemente la razón para que existan tantas discrepancias entre los requisitos de buques esperados y el número verdadero de buques de carga general reportados por el ISL.

Cuadro 10: Comparación de las estimaciones de los requisitos de los buques preparados por MGI con la flota actual de ISL

Los requisitos para el transporte, sin embargo, guían la estrategia de despliegue de los operadores navieros. Los requisitos crecientes pueden contribuir a que se un cambio de buques más pequeños a buques más grandes. La asignación de buques se basa en ruta y mercancía. Las cifras de los buques son generadas por el crecimiento del tonelaje de tráfico por el Canal.

Comparación de los requisitos de buque estimados por ISL y MGI (SR presume estadia de 5 días)						
	A granel		Multi - cubierta		Carga general	
Años	ISL	MGI	ISL	MGI	ISL	MGI
1995	5581	5490	5977	224	11199	2190
1996	5782	5325	5866	232	11442	2506
1997	5991	5525	5793	265	11722	2501
1998	6139	5270	5518	280	11920	2504
1999	6049	5347	5233	270	11932	2359
Crecimiento	2%	-1%	-3%	5%	2%	2%
	Quimiquero		Gasero		Tanquero – petróleo crudo	
Años	ISL	MGI	ISL	MGI	ISL	MGI
1995	1278	1841	918	4824	6496	4824
1996	1283	1849	952	4807	6611	4807
1997	1317	1885	999	5389	6758	5389
1998	1329	1816	1009	5202	6885	5202
1999	1310	1846	1031	5350	7030	5350
Crecimiento	1%	0%	3%	3%	2%	0%
	Línea regular					
Años	ISL	MGI				
1995	1590	1066				
1996	1747	1096				
1997	1930	1140				
1998	2170	1121				
1999	2363	1110				
Crecimiento	10%	1%				

Mientras que existe cierta correspondencia entre la información del ISL para medir la flota mundial y los estimados derivados de los requisitos del buque, la relación no es tan fuerte en términos de los números absolutos de los buques. A pesar de esta falla, cuando se miden a través de todos los años y en contra del cambio en el número de buques por requisitos de clasificación por tamaño en más

casos que en estas diferencias se puede explicar una proporción significativa de la varianza en los buques de acuerdo a la clasificación por tamaño entre un período y otro. Si los dueños de los buques son racionales, ellos deben, a la larga, tomar nota del volumen cambiante del comercio mundial y del patrón también cambiante de ese comercio. Los cambios en los requisitos de los buques reflejan ambas medidas. Por eso, un aumento del 1% en los requisitos para buques graneleros aumenta los buques graneleros más pequeños en aproximadamente 0.7 del 1%, los de tamaño mediano entre un 1.16 y 1.17, y los muy grandes (Pospanamax) en solamente 0.4 de 1%. Una explicación más completa del Modelo de la Flota Mundial se ha incluido en el Apéndice A.

Cuadro 11: Tipos de buque ISL con tipos agregados de buques ACP y tipos detallados de buques ACP

Tipo de buque ISL	Tipo agregado de buques ACP	Tipo detallado de buques ACP
Granelero	Granelero	Granelero
Multi-cubierta (RO/RO y portavehículos)	Carga general	Portavehículos, RO/RO
Tanqueros	Tanquero	Crudo y productos
Quimiqueros	Tanquero	Tanquero
Carga general - otros	Carga general	Frigorífico, carga general, otros, portavehículos-granelero
Gasero	Tanquero	Gasero
Línea regular	Línea regular	Línea regular

Integración de la flota mundial con la flota de la ACP

Un examen de la información naviera de la ACP comparada con la información de la flota mundial sugiere que la combinación de buques de acuerdo a la clasificación por tamaño tiene muy poco parecido con la flota mundial. Ciertamente, el cambio en la flota mundial hacia buques más grandes en ciertos tipos de buque tendrá un impacto sobre el tráfico del Canal, pero dadas las limitaciones del Canal en sí y su influencia sobre el tamaño de la flota mundial, permite que la mayoría de los buques quepan por el Canal hoy en día. La excepción reside en los buques tanqueros grandes y en los mineraleros.

Para poder dejar un margen para una migración gradual desde una distribución céntrica basada en tamaño hacia una que está estrechamente ligada con los tamaños de la flota mundial tenemos que tener un enfoque que permita la migración gradual. Si la flota mundial se desplaza hacia la entrega y uso de buques más grandes, entonces esto tendrá un impacto sobre el Canal. Para permitir esto, tenemos que pensar en términos del Canal actual y del Canal del futuro. El Canal actual limita la distribución de la flota mundial al desplazamiento de buques dentro de los límites del tamaño Panamax. Como mostraremos, estos límites son diferentes para los diferentes tipos de buques.

Cuadro 12: Pronóstico sobre la flota mundial – TPM estimado por clasificación por tamaño, 1999, 2000 y 2050

Tipo agregado de buque	TPM Prom. (000)	Clas. por tamaño	1999	2000	2050	2000 - 2050	Tipo agregado de buque	PTM Prom. (000)	Tamaño	1999	2000	2050	2000 - 2050
Línea reg.	5	S01	3435	3616	6457	1.2%	Tanquero	5	S01	17182	16989	14185	-0.4%
Línea reg.	12.5	S02	3579	3768	6639	1.1%	Tanquero	12.5	S02	3361	3366	4970	0.8%

Línea reg.	17.5	S03	3973	4183	7655	1.2%	Tanquero	17.5	S03	5085	5082	6358	0.4%
Línea reg.	22.5	S04	7731	8139	14302	1.1%	Tanquero	22.5	S04	3278	3286	4713	0.7%
Línea reg.	27.5	S05	3453	3635	14512	2.8%	Tanquero	27.5	S05	8435	8454	14666	1.1%
Línea reg.	35	S06	10206	10744	194578	6.0%	Tanquero	35	S06	17428	17446	29520	1.1%
Línea reg.	45	S07	12563	13226	54485	2.9%	Tanquero	45	S07	16103	16093	17133	0.1%
Línea reg.	55	S08	5889	6200	71037	5.0%	Tanquero	55	S08	7614	7614	10059	0.6%
Línea reg.	65	S09	7971	8391	177975	6.3%	Tanquero	65	S09	13965	13922	15576	0.2%
Línea reg.	75	S10	0	0	0		Tanquero	75	S10	5640	5669	9586	1.1%
Línea reg.	85	S11	1190	1253	78297	8.6%	Tanquero	85	S11	19366	19514	23699	0.4%
Línea reg.	95	S12	90	95	341	2.6%	Tanquero	95	S12	18118	18252	21799	0.4%
Línea reg.	112.5	S13	628	661	41320	8.6%	Tanquero	112.5	S13	15765	15769	18837	0.4%
Granelero	5	S01	2953	2950	2871	-0.1%	Tanquero	137.5	S14	25875	26053	31127	0.4%
Granelero	12.5	S02	2586	2583	2514	-0.1%	Tanquero	162.5	S15	9342	9405	11238	0.4%
Granelero	17.5	S03	6997	6991	6803	-0.1%	Tanquero	187.5	S16	1459	1469	1755	0.4%
Granelero	22.5	S04	10930	10925	10628	-0.1%	Tanquero	225	S17	11902	12087	19220	0.9%
Granelero	27.5	S05	21652	21646	21056	-0.1%	Tanquero	275	S18	73344	74482	118438	0.9%
Granelero	35	S06	29404	29403	28597	-0.1%	Tanquero	500	S19	40687	41327	65707	0.9%
Granelero	45	S07	33960	33965	33030	-0.1%	Carga gen.	5	S01	45858	47466	207589	3.0%
Granelero	55	S08	7732	7813	14523	1.2%	Carga gen.	12.5	S02	15287	15591	52608	2.5%
Granelero	65	S09	34213	34574	64262	1.2%	Carga gen.	17.5	S03	16130	16100	32330	1.4%
Granelero	75	S10	28217	28516	53000	1.2%	Carga gen.	22.5	S04	8943	9316	65832	4.0%
Granelero	85	S11	3194	3225	5774	1.2%	Carga gen.	27.5	S05	3019	3255	41295	5.2%
Granelero	95	S12	2831	2859	5119	1.2%	Carga gen.	35	S06	3518	3820	52809	5.4%
Granelero	112.5	S13	8314	8403	15036	1.2%	Carga gen.	45	S07	5416	5878	80906	5.4%
Granelero	137.5	S14	24420	24665	44154	1.2%	Carga gen.	55	S08	1151	1106	437	-1.8%
Granelero	162.5	S15	32711	33007	59126	1.2%	Carga gen.	65	S09	65	62	25	-1.8%
Granelero	187.5	S16	8759	8832	15828	1.2%	Carga gen.	75	S10	0	0	0	
Granelero	225	S17	7725	7737	8183	0.1%	Carga gen.	85	S11	0	0	0	
Granelero	275	S18	2401	2405	2543	0.1%	Carga gen.	95	S12	95	91	36	-1.8%
Granelero	500	S19	2566	2571	2719	0.1%							

Si se aumenta la capacidad del Canal incrementando el tamaño de los buques que pueden utilizarlo, entonces la distribución de la flota mundial influenciará la combinación de buques aptos para el mismo de acuerdo a una clasificación por tamaño. Este cambio no es probable que sea inmediato pero se ajustará gradualmente con el paso del tiempo. Aun con el anuncio de un tamaño más grande de esclusas, la combinación de navieras que usan el Canal no cambiará dramáticamente.

El cambio del comercio a buques Pospanamax

El Canal está actualmente limitado tanto en el número de tránsitos como en el tamaño de los buques. El análisis muestra que sólo una pequeña fracción de los buques que transitan el Canal tiene restricciones en términos de TPM máximo, mientras que un número muy grande alcanza las restricciones con respecto a eslora, calado y manga. El TPM en sí no es siempre un indicador útil de los factores limitantes absolutos cuando se determina el potencial para transitar el Canal.

Por ejemplo, en el año 1990 sólo un 5% de los buques portacontenedores que pasaban el Canal estaba llegando a los máximos límites de tamaño en términos de TPM (el máximo se determinaba

por el buque más grande de ese tipo que pasara por el Canal). Para el año 1999 casi el 14% de los buques estaban llegando a su máximo. Un patrón similar se observó en los buques ro-ro o buques portavehículos. En el año 1999 cerca del 15% de los tránsitos estuvieron cerca de su máximo. Si, sin embargo, consideramos uno de los límites tridimensionales entonces la proporción de tránsitos cerca del límite aumenta dramáticamente (eslora, manga y calado). Cuando se consideran estos límites entonces un número significativo de tránsitos habrán llegado al máximo. La manga y el calado son los factores principales que impulsan esto, la eslora raramente constituye un problema. Con respecto a los buques graneleros (M03), en el año 1999 el 42% de los tránsitos estaba cerca de su máximo para uno o más de los máximos límites tridimensionales, para el calado, 40% para la manga, y 0% para la eslora. Los buques portacontenedores llenos llegaron a su tamaño máximo en un 51% de los tránsitos por la manga, sólo 12% por el calado y un 16% por la eslora (se presume que los límites están dentro del 2% del tamaño máximo permitido).

Si en el Canal actual existe un límite máximo de tamaño, ¿quiere decir esto entonces que un futuro Canal permitiría que transitaran buques de todos tamaños? Actualmente, sólo los buques tanqueros y los graneleros más grandes no pueden pasar por el Canal. La mayoría de los buques de carga general pueden utilizar la vía acuática. En el Ejemplo 7, mostramos algo de la información que sabemos con respecto a los buques de línea. En este ejemplo, la distribución de las toneladas de la ACP de 1999 es la distribución para un solo tipo de producto (P28) y para una sola ruta. En el caso de la distribución de TPM para la flota mundial, tenemos cinco categorías de buques y un patrón para todas las clasificaciones de tamaño que es totalmente diferente al de la flota mundial. Esto no es ninguna sorpresa ya que el buque más largo de este tipo que cabe en el Canal actual es el S07. En la flota mundial un total de 39% del TPM está por encima de la clasificación de tamaño S07 (pero no el 39% de los buques que están en servicio).

Si asumimos que el Canal construye el tamaño de esclusas requerido que permita que buques de hasta S14 puedan cruzar el Canal ahora, entonces la distribución de los TPM disponibles para la flota mundial sería la distribución final que determinaría el patrón de tránsitos que aplica para el Canal. Mientras que no habría impedimentos estructurales deteniendo la distribución de toneladas, tampoco hay razón para creer que el patrón de tránsito de buques de la ACP será uniforme (o sea el mismo para cada ruta).

Entonces el asunto a ser resuelto es cómo integrar el patrón actual con algún patrón hipotético futuro. Es la decisión más difícil que tenemos que tomar cuando se desarrolla un modelo de simulación que es lo suficientemente flexible para tomar en cuenta una alternativa que no tiene precedente histórico. Una forma de pensar en esto es examinando qué tanto de la flota mundial actual se encuentra más allá del límite de buque Panamax. Utilizando la distribución de la flota mundial en el primer año después de anunciados los límites (año t) podemos ver que 39% de los TPM disponibles están por sobre los límites actuales del Canal. ¿Pero qué tanto afectará al Canal este tonelaje adicional? No existe una forma puramente científica para pronosticar esto con anticipación. La distribución podría ser de tanto como el 100% o tan poco como el 0%.

La distribución de la flota de la ACP (de S01 a S07) es igual a 100%. Esto es cierto por definición ya que ningún buque de tamaño más largo que el S07, para este tipo de buque, puede pasar el Canal. Una forma de ver esto es que 100% de la flota de la ACP (buques portacontenedores en esta ruta) es equivalente más o menos al 61% de la flota mundial. Explicado de *forma diferente, solamente el 61% del tonelaje disponible en el mundo podía transitar el Canal – por lo menos un 39% no era utilizable ya que no cabría en las esclusas.*

Una propuesta entonces sería combinar la flota futura con la ya existente. La flota futura es una distribución que cubre todas las clasificaciones por tamaño de buque que pudieran pasar el Canal

ahora a través del juego de esclusas ampliado. En nuestro ejemplo, esta flota completamente ajustada depende de un supuesto en cuanto a qué tan rápidamente la comunidad marítima mundial aproveche un tamaño de esclusas más grandes que están disponibles. Es claro que existe para ciertas rutas el potencial de cambiar a la flota mundial con el tiempo, pero para otros no es probable que los buques más grandes puedan ser desplegados a las rutas de la ACP de forma rentable. Como veremos, hemos tenido que desarrollar un enfoque que permita que ocurra este cambio de forma total o parcial.

En el ejemplo tomamos un factor de 50% para la introducción de la flota mundial. Esto sugiere que del 39% de la flota mundial que no puede transitar el Canal su peso en la nueva distribución solo debiera ser un 19.5% en vez del 39%. Por eso en vez de reducir la distribución del tonelaje a tamaños de buques de la flota actual de la ACP en un 61% (distribuyendo 100% en todas las 7 clasificaciones por tamaño a sólo 61% del tonelaje a estas mismas 7 clasificaciones por tamaño), ajustamos el tonelaje de la ACP en un 80.5% (61% + 19.5% -- la parte que no se tomó como parte de la flota mundial). Los patrones de la ACP de antes del tercer juego de esclusas (estos patrones continúan cambiando ya que la tendencia del tiempo sobre crecimiento para categoría garantiza un ajuste continuo en las distribuciones) representan el 80.5% de la distribución mientras que el patrón de flota mundial representa el restante 19.5%. Tal y como pueden ver en el cuadro la parte del patrón de la flota mundial que estamos utilizando es la de los buques más grandes distribuidos dentro de las clasificaciones de tamaños más grandes.

La presunción clave es que los tránsitos futuros a través del Canal será una función de la flota actual que usa el Canal de Panamá combinada con una distribución hipotética del mundo naviero. La mayoría del comercio se mantendrá dentro de las clasificaciones por tamaño de antes de la ampliación a menos que la participación de la flota mundial aumente de forma dramática. Para algunas rutas, quizás pensemos que solo un 50% de la flota mundial de la clasificación de los tamaños más grandes podría lógicamente ser usada en las rutas de la ACP. Por ejemplo, mientras que hay un 39% que potencialmente podría transitar el Canal, hablando de forma realista, tendría sentido económico que solo algunos de estos buques más grandes usaran la ruta. Si este es el caso entonces un 50% sería una mejor presunción. En otros casos el supuesto sería el 100% ya que después del cambio a esclusas más grandes todo el resto de los tamaños de buques disponibles sería introducido a la distribución híbrida ACP-flota mundial. Podemos ver esto estudiando el Ejemplo 5 que aparece a continuación. Si la distribución de la flota de la ACP y de la flota mundial se fusionara, entonces este sería un patrón posible. No es, por supuesto, el único patrón posible ya que existe un número infinito de combinaciones de donde escoger, pero ésta es una distribución lógica. Pero sería poco probable que todos los operadores navieros emigraran inmediatamente. Podemos combinar las dos distribuciones. En el ejemplo usamos un 10% por año combinando las distribuciones originales de tonelaje transportado en tamaños de buques. Como ambas son distribuciones que suman a la unidad, la distribución resultante también suma al 100%.

Ejemplo 5: Permitiendo un margen para tamaños de buques más grandes

Tipo de buque	Tamaño de buque	Distribución ACP 1999 toneladas transportadas por tipo de buque y clasificación por tamaño 1999	Flota mundial TPM	Distribución de la flota mundial por tamaño máximo de buque	Flota ACP 1999 por TPM (Comparación solamente)	Distribución de la flota mundial por ACP restringido	Flota totalmente ajustada (Flota ACP ajustada por flota mundial). Ajustada por: 1-(Participación Pospanamax de la flota mundial * participación integrada de la flota mundial)
M06	S01	0%	551	1.4%	0%		0%
M06	S02	0%	282	0.7%	0%		0%

M06	S03	0%	229	0.6%	0%	0%
M06	S04	16%	344	0.9%	16%	12.9%
M06	S05	11%	126	0.3%	11%	8.9%
M06	S06	57%	10206	25.5%	57%	45.9%
M06	S07 Panamax	15%	12563	31.4%	15%	12.9%
	S01-S07	100%		61%	61%	80.5%
M06	S08		5889	14.7%	0%	7.5%
M06	S09		7971	19.9%	0%	10%
M06	S10		0	0%	0%	0%
M06	S11		1190	3.0%	0%	1.5%
M06	S12		90	0.2%	0%	0%
M06	S13		628	1.6%	0%	1%
	S08-S13		15769	39%		19.5%
	S01-S13		40069	100%		100%
						Factor de combinación de la flota mundial
						50%

Como ejemplo del mundo real veremos que el grado de integración de la flota mundial bajo este enfoque cambiaría con el tiempo. El Cuadro 14 muestra cómo, para buques portacontenedores, la porción de TPM disponible aumentaría para los más grandes; de una participación en 1999 de aproximadamente 36% a una nueva de 55%. Si hubiésemos utilizado un 100% entonces para el año 2050 la distribución esperada de la ACP (creciendo año por año en la clasificación por tamaño, pero sin poder ir más allá de la participación Panamax) sería ajustada en un 45% mientras que la distribución restante del tonelaje sería dividida entre los tamaños más grandes de buque de línea. Este cambio en todos los tamaños de buque es crítico para comprender cómo un Canal futuro debe rendir beneficios tangibles para la industria naviera mundial (un uso más eficiente de los buques) pero también debe dejar un margen para que un volumen general más grande de tonelaje de carga utilice el Canal a pesar de un aumento máximo en tránsitos de sólo 50% sobre la capacidad actual (un tercer juego de esclusas).

Cuadro 12: Distribución de la flota mundial

Buques portacontenedores: Pronóstico de la flota por clasificación por tamaño de buques

Tamaño	1999	2000	2050	1999	2000	2050	Size
S01	3435	3616	6457	6%	6%	1%	S01
S02	3579	3768	6639	6%	6%	1%	S02
S03	3973	4183	7655	7%	7%	1%	S03
S04	7731	8139	14302	13%	13%	2%	S04
S05	3453	3635	14512	6%	6%	2%	S05
S06	10206	10744	194578	17%	17%	29%	S06
S07	12563	13226	54485	21%	21%	8%	S07
				74%	74%	45%	
S08	5889	6200	71037	10%	10%	11%	S08
S09	7971	8391	177975	13%	13%	27%	S09
S10	0	0	0	0%	0%	0%	S10
S11	1190	1253	78297	2%	2%	12%	S11

S12	90	95	341	0%	0%	0%	S12
S13	628	661	41320	1%	1%	6%	S13

Pronóstico del tamaño máximo de buques en base a las dimensiones futuras de las esclusas

En el ejemplo previo presumimos que el tamaño de las esclusas es suficiente para acomodar cualquier tamaño de buque. Como no está claro que el Canal construirá una esclusa que pueda acomodar estos buques súper grandes, entonces necesitamos desarrollar una “regla general” que pueda guiar la determinación del peso máximo del buque para cada tamaño de buque.

Un planteamiento es determinar, a través del uso de estadísticas, el probable TPM para buques con una cierta cantidad máxima de manga, eslora y calado. Si el Canal aumenta su máximo límite, entonces hacer un aumento proporcional utilizando esta información puede permitir la determinación de un nuevo tamaño “máximo” de buque. Para hacer esto hemos tenido que desarrollar un entendimiento de la relación entre manga, eslora y calado y el TPM.⁵

La información de la ACP con respecto a tránsitos ha sido utilizada para desarrollar ecuaciones generalizadas que definan la relación entre manga, eslora y calado para diferentes buques. Las ecuaciones están basadas en una especificación econométrica que relacionaba los tránsitos por categorías de agregados de buques en un sólo año con las dimensiones. Esencialmente ella representa un enfoque estadístico para medir el tamaño de los buques con relación a los parámetros que son conocidos.

La ecuación (basada en un registro a la décima potencia) proporciona una forma ya lista para determinar el nuevo tamaño máximo de buque permitido para atravesar el Canal. Por ejemplo, si el tercer juego de esclusas fuera dragado a 45 pies esto añadiría solamente cerca de 4,000 TPM al tonelaje máximo para un buque de carga general y casi nada para un buque refrigerado. Por supuesto, a sólo 36,000 TPM, es improbable que el buque de carga refrigerada llegue algún día al máximo. La mayoría de los buques refrigerados son bien chicos. Es en los buques más grandes en donde el aspecto máximo adquiere importancia. Un buque portavehículos y un granelero con un máximo actual (basado en la fórmula) de hasta 113,000 TPM aumentaría a 190,000 asumiendo el uso de una cámara de esclusa de 1,200 pies pero una restricción de 106 pies y de 39 pies. Si usted fuera a construir un buque granelero exactamente ajustándose a las dimensiones – con un calado de 45 pies, una manga de 145 pies y una eslora de aproximadamente 1,200 pies, entonces sería tanto como 223,000 TPM utilizando la fórmula.

Podemos usar estas reglas generales para guiar la decisión sobre qué proporción de la flota mundial podría pasar por el Canal basados en una cámara más grande en la esclusa. En el modelo se presume que se puede especificar correctamente el tamaño máximo de la cámara de la esclusa. El

⁵ El TPM máximo varía por tipo de buque. El TPM por sí solo no es típicamente el “factor limitante” para los tránsitos del Canal. De todas maneras los buques muy grandes con TPM por encima del máximo usualmente no transitan el Canal ya que los máximos varían. El tipo de buque M01 – buque de carga general – contiene buques que son tan grandes como de 83,000 TPM y transitan el Canal, mientras que el M02 – buques de carga refrigerada – tienen un TPM máximo de solo 20,000. Los graneleros llegan a 92,000 TPM. Cada clasificación por tamaño entonces tiene un máximo. Hay graneleros en clasificación por tamaño de S12, pero ninguno mayor que esto podría transitar el Canal actual, por eso el S13 y las clasificaciones más altas para los graneleros no pueden pasar. Cualquier sistema desarrollado entonces debe ser susceptible a estas diferencias entre los tipos de buque.

modelo calculará un nuevo máximo sugerido para después de la ampliación, para cada tipo de buque.

Cuadro 13: Modelo para proyectar el TPM máximo en base a información sobre el tránsito de buques por el Canal

	Constante	Coeficiente Manga (pies)	Coeficiente Largo (pies)	Coeficiente Calado (pies)	Tipo de buque	Max. actual	Máxima Clas. por tamaño	TPM en nuevos máximos		
								M=145 L=950 C=39	M=106 L=1200 C=39	M=106 L=950 C=45
Máximo actual		106	950	39		Max TPM Buque				
M01	-2.62906	1.634952	1.217674	0.34673	Carga general	72,408	S10	120,848	96,234	76,091
M02	-1.60191	1.461671	1.019402	0.104191	Carga refrigerada	36,282	S06	57,355	46,038	36,827
M03	-3.02512	1.464705	1.614696	0.142335	Granelero	94,610	S12	149,703	137,963	96,557
M04	-2.91509	1.462779	1.509333	0.255423	Tanquero	88,768	S11	140,373	126,296	92,072
M05	-2.59172	1.953454	0.982961	0.351071	Contenedores/ carga fraccionada	70,825	S10	130,610	89,107	74,474
M06	-2.16496	1.675073	1.121266	0.106369	Portacontenedores	54,405	S08	91,949	70,696	55,239
M07	-2.35119	0.66003	1.608945	0.589862	Ro-Ro	51,889	S08	63,809	75,564	56,459
M08	-3.09835	0.517171	2.147375	0.182255	Portavehículos	42,988	S07	50,549	70,993	44,124
M09	-3.96876	1.073457	2.220056	0.149602	Portavehículos/ carga seca a granel	113,255	S13	158,531	190,239	115,706
M10	-2.47757	1.680076	1.027123	0.511489	Gasero	62,719	S09	106,168	79,727	67,482
M12	-3.4725	1.959118	1.213595	0.457208	Otra carga general	68,630	S09	126,786	91,125	73,270

Transformación del comercio por mercancía a tránsitos por clasificación por tamaño

En la primera parte el tonelaje refleja la combinación de los buques que transitan el Canal. Sugiere cómo esa combinación de buques se ajusta por clasificación sobre la base del tamaño. En este paso las toneladas distribuidas entre las clasificaciones por tamaño necesitan ser transformadas en tránsitos. El enfoque para la transformación es claro y basado en la forma que clasificamos la carga por tipo de buque.

La transformación del comercio internacional – medido por ruta y tipo de mercancía – a los posibles tránsitos es básicamente un proceso estadístico y no un proceso aritmético. Como no podemos predecir enteramente las acciones de los dueños de los buques o siquiera el orden de los buques que necesitan transitar y que aparecen en cualquier punto del tiempo, entonces una medida de los tránsitos probables debe descansar en promedios estadísticos. ¿Pero qué promedios debemos utilizar? Obviamente, mientras más cerca estamos de la posible clasificación por tamaño del buque, más exacto será el pronóstico de los tránsitos. Aún así, dentro de una sola clasificación de tamaño puede haber una diferencia en la clasificación desde el tamaño más pequeño al más grande de 30 50%. (20,001 – 30,000 o una diferencia de 42% del más pequeño al más grande). Como es un método estadístico está propenso a errores, así es que necesitamos comprender los elementos que podrían contribuir a contar los tránsitos de más o de menos.

Un proceso estadístico y no un proceso contable

Un proceso estadístico toma un universo conocido de observaciones y desarrolla promedios que reflejan el patrón de estas observaciones. Entonces puede utilizarlo para proyectar patrones futuros

y de tal manera desarrollar un entendimiento correcto del futuro. Un proceso contable dice que en cierta fecha un buque de este tamaño exactamente llegó a las compuertas, cargando esta cantidad exacta de carga para transitar el Canal y que el tránsito y la carga que llevaba fueron registrados correctamente en la base de datos. A diferencia del proceso estadístico, un proceso contable no hará ningún pronóstico con respecto al futuro. Sólo sabemos el pasado y presumimos que el futuro no va a ser similar al pasado. El próximo buque que llegue podría ser de un tamaño completamente diferente al que le precede.

A diferencia del proceso contable que es exacto, el proceso estadístico se torna exacto solamente cuando el número de observaciones es bien grande. Así es que viendo los tránsitos para un solo tipo de carga (o hasta ruta) podría producir resultados que tienen una cantidad significativa de error. Por este motivo necesitamos pensar en introducir alguna clase de componente de error generalizado en el modelo para garantizar que cerramos esta brecha. Para ilustrar qué tan diferente puede ser el resultado que se obtiene de estos dos enfoques, hemos construido el siguiente ejemplo.

Un ejemplo de cómo el modelo de tránsito se ajusta a los supuestos sobre las distribuciones de tamaños de buques

Asumamos que el volumen total de comercio internacional de carga contenerizada entre Europa y el norte de Asia que pasa por el Canal es de un millón de toneladas métricas. Asumamos que es transportado en solo cuatro buques que transitaron el Canal durante este período. Cada buque tenía capacidad para transportar 350,000 MT de carga y cada buque cargaba exactamente 250,000 toneladas de carga. En este caso la capacidad de los buques que es utilizada es exactamente el 71%, el promedio de TPM es 350,000 y el promedio de carga por buque es de 250,000. Si hubiese una brecha ancha en el tamaño entre el más grande y el más pequeño y hubiese una concentración de tránsitos en el más pequeño de los buques, pero con uno o dos más grandes también, entonces el promedio ponderado podría sesgar el estimado de los tránsitos por debajo del actual.

En nuestro modelo estimamos los posibles tránsitos al denominador común más bajo – la clasificación por tamaño – que por definición reduce la varianza ya que el número absoluto de buques cubiertos en esa clasificación por tamaño se agruparía en torno a la clasificación por tamaño del buque en sí. El resultado es que debiéramos estar cerca en términos del número probable de tránsitos por tipo de buque y por ruta. Así es que mientras más angosto es el rango contra el que se calcula el TPM promedio y la Utilización promedio más cerca estará el resultado final al número preciso de tránsitos observados.

Pero aún cuando dividimos los tamaños de buques en clasificaciones por tamaño de aproximadamente 10,000 TPM en diferencia, podemos tener errores de aproximadamente 10% sin tratar. El Ejemplo 9.1 y 9.2 ilustran qué tan fácil es desarrollar estas diferencias cuando usamos promedios simplificados en todos los barcos y mercancías (dentro de la misma clasificación por tamaño). En el Ejemplo 6 el promedio del tamaño del buque es aproximadamente 25,000 TPM. Esto es exactamente la mitad del rango de la clasificación S02. Asumimos que su utilización es de 52%. El número actual de viajes por el Canal para transportar carga sale a 52.9 (alguna parte de cada buque podría ser usada para transportar otra carga). Esto está basado en el tamaño actual del buque y la utilización verdadera para cada carga que se transporta. El error es de más de 7% de recuento incompleto. Dentro del contexto entonces de un sistema numérico grande, existe una tendencia a producir errores de este tipo.

La brecha entre los buques más pequeños y los más grandes dentro de la clasificación por clase S02 (10,000-15,000 TPM) es de 50%. Esto significa que un buque más grande al final de la secuencia puede sustituir el 1.5 de los buques más pequeños. El resultado es que tendríamos la tendencia a

contar menos números de tránsitos. Nuestros resultados sugieren que este sería el caso y que el grado variaría. Nosotros planeamos usar este patrón de desviación por tipo de buque y por clasificación por tamaño para ayudar a desarrollar un modelo de perfil de riesgo para los tránsitos.

Ejemplo 6: Mezcla de tamaños de buques y utilización dentro de la clasificación por tamaño S20 ponderado por comercio

Clasificación por tamaño:S02	Tráfico	TPM	Utilización	Tránsitos
	200	21	0.44	21.6
	100	25	0.4	10.0
	200	27	0.7	10.6
	150	28	0.5	10.7
Total todos los buques- Actual	650			52.9
Total todos los buques- Estimaciones		25.07692	0.527692	49.1
Diferencia				0.92782

El Ejemplo 7 muestra el tonelaje transportado en cinco tamaños de buque y la distribución de ese tonelaje dejando un margen para el crecimiento en la distribución basada en el crecimiento en las partes de TPM (después del ajuste).

Ejemplo 7 – Distribución del tonelaje (sin normalización)

Clasificación por tamaño	Tonelaje por R/C/T/S	Distribución de tonelaje por R/C/T/S	Distribución (sin normalización)			
	1999	1999	2000	2001	2002	2003
0 – 10,000	3	2%	0.019153	0.015041	0.011812	0.009276
10,000-20,000	25	20%	0.239388	0.281949	0.332076	0.391115
20,000-30,000	25	20%	0.223678	0.246156	0.270894	0.298117
30,000-40,000	30	24%	0.293692	0.353645	0.425837	0.512765
40,000-50,000	40	33%	0.386582	0.459546	0.54628	0.649385
Todas las clasificaciones por tamaño	123	100%	116%	136%	159%	186%

Para ser útil, estos deben ser normalizados. En este ejemplo, el número de tránsitos de buques más pequeños será menor a medida que la tendencia de crecimiento en el tamaño de los buques se desplaza hacia buques de tamaños más grandes. El Ejemplo 8 muestra la distribución de las partes de tonelaje después de la normalización para que los totales sumen 100%.

Ejemplo 8 – Distribución de tonelaje (normalizado a 1.0)

Clasificación por tamaño	Tonelaje por R/C/T/S	Distribución de tonelaje por R/C/T/S	Distribución (con normalización)			
	1999	1999	2000	2001	2002	2003
0 – 10,000	3	2%	2%	1%	1%	0%
10,000-20,000	25	20%	21%	21%	21%	21%
20,000-30,000	25	20%	19%	18%	17%	16%
30,000-40,000	30	24%	25%	26%	27%	28%
40,000-50,000	40	33%	33%	34%	34%	35%
Todas las clasificaciones de tamaño	123	100%	100%	100%	100%	100%

Podemos ver que las tendencias de crecimiento son mucho menos erráticas que lo que implica las tasas de crecimiento. Sólo los buques más pequeños desaparecen. Ahora podemos tomar el pronóstico de comercio para la mercancía en cuestión, una vez más al nivel R/C/T/S y estimar el tonelaje de la clasificación por tamaño que se menciona.

Ejemplo 9 – Tonelaje por R/C/T/S y distribución a clasificaciones por tamaño

	1999	1999	2000	2001	2002
Clasificación por tamaño	123	145	175	180	190
0 – 10,000	3	2.39	1.94	1.34	0.95
10,000-20,000	25	29.86	36.38	37.67	39.94
20,000-30,000	25	27.90	31.76	30.73	30.44
30,000-40,000	30	36.63	45.63	48.30	52.36
40,000-50,000	40	48.22	59.29	61.96	66.31

Las toneladas ahora se desplazan de una clasificación por clase a la otra – de buques más pequeños a buques más grandes. Podemos transformarlas en números de tránsitos de acuerdo a la clasificación por tamaño de buque. Al aislar los promedios en varias clases de tamaños minimizamos la tendencia que tiene el tamaño en la medición de posibles tránsitos.

Un proceso estadístico, tal y como lo demostró claramente el Ejemplo 7, puede producir resultados que son diferentes a lo que verdaderamente ocurrió. Mientras más micro nos ponemos en el análisis, más cerca estarán las respuestas a lo actual. Aunque se usen 19 clasificaciones con base al tamaño, existen diferencias sustanciales en los tamaños de los buques y en la utilización de las tasas por tránsito. Usualmente esto da como resultado un recuento incompleto del verdadero número de tránsitos. La tendencia es hacia proyectar pocos tránsitos ya que el desplazamiento hacia buques más grandes ocurre dentro de cada clasificación por tamaño. Por eso el promedio refleja esta combinación. Si un buque grande puede reemplazar casi dos más pequeños aún dentro de la categoría S01 entonces el número estimado de tránsitos será un recuento incompleto ya que el promedio de los buques grandes y pequeños serán ponderados hacia la parte ascendente de la escala.

El Ejemplo 10 describe el TPM promedio al nivel de detalle R/C/T/S. La utilización puede aumentar o disminuir. Se indica la tendencia de crecimiento en la utilización. Es importante recordar que mientras pueda haber algunos cambios dentro de la clasificación por tamaño en

términos de promedio, el verdadero cambio en tránsitos de buques más pequeños a buques más grandes a lo largo del tiempo se refleja en el cambio en participación por tránsitos y TPM. Así es que los tránsitos que se muestran reflejarán este cambio en el comercio total entre las clasificaciones por tamaño.

Ejemplo 10 – Distribución de tonelaje (sin normalización)

Clasificación por tamaño	Tonelaje por R/C/T/S	Distribución de tonelaje por R/C/T/S	Distribución (sin normalización)			
			1999	1999	2000	2001
0 – 10,000	3	2%	0.019153	0.015041	0.011812	0.009276
10,000-20,000	25	20%	0.239388	0.281949	0.332076	0.391115
20,000-30,000	25	20%	0.223678	0.246156	0.270894	0.298117
30,000-40,000	30	24%	0.293692	0.353645	0.425837	0.512765
40,000-50,000	40	33%	0.386582	0.459546	0.54628	0.649385
Todas las clasificaciones por tamaño	123	100%	116%	136%	159%	186%

Ahora podemos extender la utilización hacia el futuro usando estas tasas de crecimiento. Presumimos que ningún buque tiene una utilización de más del 95%, pero hay diferencias significativas dependiendo de los tipos de buques. Por ejemplo, los buques portacontenedores tienden a no transitar el Canal si tienen una carga de más de 60%, debido a las restricciones en el calado y también de visibilidad (cuántos contenedores se pueden amontonar sobre cubierta).

Cuadro 14: Máxima utilización permitida

Tipo principal de buque	Descripción	Tipo agregado de buque	Utilización máxima
M01	Buque de carga general	GC	90%
M02	Buque frigorífico	GC	70%
M03	Buque de carga seca a granel o granelero	BK	95%
M04	Tanquero	TK	95%
M05	Buque contenedor/carga fraccionada	LI	85%
M06	Buque portacontenedores	LI	60%
M07	Buque de carga rodante (ro-ro)	GC	65%
M08	Portavehículos	GC	40%

M09	Portavehículos / carga seca a granel	GC	95%
M10	Gasero	TK	85%
M11	Buque de pasajeros	GC	N/A
M12	Otro	GC	90%

Ejemplo 11 – Utilización año tras año por R/C/T/S

	Tasa de utilización				
	1999	2000	2001	2002	2003
0 – 10,000	55%	56%	57%	58%	60%
10,000-20,000	65%	66%	67%	68%	69%
20,000-30,000	80%	80%	80%	80%	80%
30,000-40,000	81%	81%	81%	81%	81%
40,000-50,000	65%	67%	69%	71%	73%

Ahora podemos usar éstas para transformar el tonelaje sobre la base de la clasificación por tamaño (Ejemplo 12) en tránsitos de acuerdo a la clasificación por tamaño (Ejemplo 12 a continuación). Esto se logra simplemente dividiendo las toneladas al nivel R/C/T/S, la multiplicación de la utilización proyectada y el TPM promedio para cada clasificación por tamaño. Como ya se ha distribuido el comercio – basado en la distribución de los buques – en cada clasificación por tamaño, hemos completado la tarea de cambiar el comercio a tránsitos.

Ecuación para tránsitos

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Ejemplo 12 – Tránsitos por clasificación por tamaño a nivel R/C/T/S

	# Tránsitos por R/C/T/S				
	1999	2000	2001	2002	2003
0 – 10,000	0.727	0.568	0.452	0.306	0.212
10,000-20,000	2.198	2.586	3.104	3.167	3.308
20,000-30,000	1.359	1.516	1.726	1.670	1.654
30,000-40,000	1.029	1.256	1.565	1.656	1.796
40,000-50,000	1.368	1.601	1.911	1.939	2.014

Calibración de tránsitos

Para volver los tránsitos pronosticados útiles debemos calibrarlos con los tránsitos actuales. La primera razón es que el Canal asigna las toneladas de carga por ruta y no por viaje. Por eso un buque puede transportar carga para dos rutas específicas del Canal – de Europa a la costa Oeste de los Estados Unidos y de Europa a Asia. Las toneladas para estas dos rutas están usualmente separadas y el resultado es que la metodología asigna solo un tránsito parcial basado en las toneladas de carga transportadas y la capacidad del buque.

La segunda razón es que un buque puede cargar más de una carga. Así es que la asignación de tránsitos a toneladas de carga por tipo de buque reflejará el uso parcial del buque (o similarmente el uso parcial del tránsito) para cada tonelada de cargo enviada.

Por consiguiente necesitamos mirar el total de tránsitos estimados relativos al actual en términos del tipo y tamaño de buque. El buque debe ser clasificado en solo una de estas celdas, por eso, un tránsito único necesita caer dentro de estos límites.

El factor calibración (CF) desarrollado utilizando este enfoque permite una medida de la desviación relativa desde lo actual para cada tipo buque y clasificación por tamaño de buque. El factor, una proporción pura, probablemente se desviará con el tiempo reflejando la desviación natural en la relación promedio entre TPM y utilización.

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Tránsitos en lastre

Por definición los tránsitos en lastre no pueden ser asociados con mercancía. Sin embargo, los tránsitos en lastre pueden ser asociados por tipo de buque, tamaño, y dirección del tránsito (Rumbo al Norte o Rumbo al Sur). Del punto de vista del modelo, la direccionalidad es menos importante que el número total de tránsitos de acuerdo a la clasificación por tamaño ya que definirá el probable CP/SUAB y los ingresos ganados. Del punto de vista de las operaciones del Canal, sin embargo, conocer de antemano el número probable de tránsitos en lastre con base a la dirección puede ayudar en el desarrollo de planes para el personal que se va a necesitar. La direccionalidad define el cálculo. Ha dos veces más tránsitos en lastre rumbo al sur que al norte. Se utiliza el factor lastre para el último año para proyectar tránsitos en lastre para años venideros.

Ecuación para lastre

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Tránsitos de buques de pasajeros

Los tránsitos de buques de pasajeros reflejan la demanda actual por cruceros en la economía general. Asombrosamente, hay más buques de pasajeros en tránsitos con rumbo al sur que al norte. Una razón es que los buques cruceros frecuentemente hacen un tránsito parcial en el Canal entrando en una dirección y dando la vuelta a la mitad del lago, saliendo a través de la misma esclusa que acaban de usar. Del punto de vista del conteo, es el mismo tránsito completo del Canal y el mismo uso de los recursos.

Los tránsitos de buques de pasajeros se estiman utilizando una relación econométrica entre tránsitos por dirección y el crecimiento en los Estados Unidos, PIB. Probamos con una variedad de otros factores, pero principalmente la industria de buques cruceros depende de los que suceda en la economía de los Estados Unidos. De nuestro trabajo econométrico sabemos que por cada 1% de aumento en el ingreso per capita de los Estados Unidos, los tránsitos de buques cruceros aumentan en aproximadamente 2.57 %.

Ecuación para buques cruceros

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Tránsitos de la ACP – Con carga, en lastre y otros

El modelo desarrolla tránsitos estimados de acuerdo al tipo de buque y a la clasificación por tamaño. La Gráfica 8 presenta un dibujo gráfico de cómo los tránsitos varían dependiendo de los supuestos que se usen. En el punto de referencia que se incluye aquí, se presume que el crecimiento del comercio mundial no bajará a menos de 3%. Hemos presumido que no hay capacidad adicional disponible en el punto de referencia y que el TAC aumenta a medida que el Canal se obstruye. En las dos alternativas las toneladas del tráfico son las mismas pero la combinación de buque-tipo varía. En el Escenario 3 presumimos que se ha construido un Nuevo juego de esclusas. Esto reduce el TAC de forma significativa y permite más toneladas y buques de tamaños más grandes. Otra vez presumimos un crecimiento del 3% en el comercio mundial. En el Escenario 4, sin embargo, las mismas toneladas se desplazan de buques refrigerados (medidos mirando la carga refrigerada en buques de carga general) a buques portacontenedores (desplazando la carga de P01 y P02 para GC a P28 para LI). Este desplazamiento ocurre, sin embargo, durante un período de 20 años a una tasa de 5% por año comenzando en el 2001. Menos buques refrigerados transitan el Canal y por eso hay menos tránsitos en el Escenario 4 que en el Escenario 3. Los buques de línea pueden transportar más carga así es que hay menos tránsitos. Los escenarios están enumerados por orden de terminación con el verdadero punto de referencia, asumiendo el pronóstico SeaFlow original para el crecimiento del comercio mundial mientras que el “punto de referencia” incluido aquí presume un crecimiento del comercio mundial más fuerte.

Gráfica 8: Proyecciones de tránsito alternativo (Punto de referencia, Escenario 3 y Escenario 4)

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

La transformación de tránsitos en ingresos del Canal

La conexión tránsitos e ingresos no es completamente directa. Bajo el enfoque actual de precios cada buque paga un peaje basado en su dimensión volumétrica. Este peaje no está relacionado con la carga que se transporta excepto en término de la voluntad del dueño del buque de pagar más para obtener un mejor servicio (el sistema de reservaciones). El enfoque que se utiliza actualmente refleja los peajes en término de una sola unidad de medida – CP/SUAB.⁶ La simplicidad del enfoque de precios es engañosa. Frecuentemente conduce a diferencias significativas en los costos relativos para el tránsito entre buques que transportan carga similar. El pago del mismo costo por medida volumétrica implica que los buques pequeños pagan menos que los más grandes. Sin embargo, los buques pequeños utilizan igual número de recursos del Canal, pero pagan la mitad de lo que pagan los buques más grandes.

El enfoque es justo porque no puede discriminar en base a lo que rinde la mayor ganancia para el Canal. En el futuro, el Canal está interesado en buscar un enfoque alterno pero creemos que cualquier enfoque terminaría siendo traducido a su unidad equivalente en CP/SUAB. Lo que puede variar es cómo se aplica. ¿Puede ser aplicada selectivamente – una tasa para buques graneleros y otra para buques portacontenedores? En la herramienta de planificación del escenario esta flexibilidad para establecer tasas por tipo de buque y por ruta dejará un margen para los enfoques alternos de precios que han de ser introducidos y probados.

⁶ Canal de Panamá/Sistema Universal de Arqueo de Buques.

Un segundo punto con respecto a los peajes y el Canal es que los peajes pueden ser una pequeña fracción del costo asociado con un tránsito. En nuestro modelo incluimos el tiempo de espera en el Canal y también los costos operativos diarios del buque con relación al tiempo de espera. Para el dueño de un buque, el costo por el tiempo de espera puede ser a menudo el doble de los costos de peaje.

Como otros factores, podemos calcular el promedio del CP/SUAB al nivel R/T/C/S usando el volumen del comercio de mercancías. En el modelo de pronóstico se utilizan los peajes por tonelada. La métrica para el modelo de tráfico es peso. La métrica para el modelo de tránsito son los tránsitos de los buques. Los tránsitos entonces tienen que ser traducidos a la métrica utilizada en el módulo de ingresos la cual está representada en dólares de los Estados Unidos de América.

Gráfica 9: Comparación entre escenario de ingresos y el punto de referencia

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Podemos establecer entonces el CP/SUAB promedio por tránsito al nivel más bajo de detalle utilizado en el modelo. Como sabemos el número de tránsitos y la tasa cobrada por CP/SUAB entonces podemos desarrollar una medida aproximada de ingresos por tránsito. La suma de todas las clasificaciones por tamaño y las mercancías por ruta nos da un Cuadro de ingresos por ruta. Los ingresos totales para viajes con carga entonces son la suma de toda la mercancía, rutas, tipos de buques y tamaños de los mismos.

Inicialmente el cálculo del CP/SUAB depende de la misma metodología utilizada en otra parte. Toda la información contenida en grupos existentes de información en la ACP es usada con cada tránsito de buque y el costo asociado con una discreta parte de la tonelada total de carga. El Cuadro 5 explica este enfoque mostrando cómo, utilizando la información de flujo de mercancías podemos reducir cada flujo de carga a factores operativos que gobiernan la economía naviera.

El cálculo de los ingresos está basado en tránsitos, tasas, y CP/SUAB. Sabemos exactamente el CP/SUAB promedio para cada tipo de buque, tamaño, ruta, y mercancía para viajes con carga la fórmula que se sigue deja un margen para el cálculo de los ingresos. Cualquier cambio futuro en las tasas cambiará los ingresos totales mientras que los cambios en los buques de una clase a la otra definirán los ingresos futuros a medida que los tránsitos varíen por el R/T/C/S. La suma de todo el ingreso parcial producirá estimaciones a diferentes niveles—por ruta (para todas las mercancías y tipos y tamaños de buques), en todas las rutas para una sola mercancía, en todas las rutas y en todas las mercancías para un solo tipo de buque, etc.

Para los viajes en lastre se ha desarrollado un tipo similar de cálculo relacionado con los tránsitos en lastre por dirección, el CP/SUAB promedio para viajes en lastre por tipo y tamaño de buque, y las tasas de lastre.

Ecuación para ingresos

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Para tamaños futuros de buques – CP/SUAB teórico

Los ingresos totales se miden en términos del ingreso por tonelada promedio. Sin embargo, los ingresos por tonelada podrían no existir para buques que nunca han transitado el Canal. Para desarrollar el probable CP/SUAB para estos buques se desarrolló una ecuación econométrica que conectaba el tamaño del buque por tipo al CP/SUAB. Dado el hecho que cada clasificación por tamaño tiene un TPM único asociado con el punto medio, se desarrolló una fórmula que mostraba el probable CP/SUAB de acuerdo a la clasificación por tamaño por tipo de buque.⁷

En el siguiente cuadro de ejemplo podemos ver los valores estimados de CP/SUAB para las clasificaciones por tamaño que actualmente no han transitado el Canal pero que podrían hacerlo asumiendo que se aumente el tamaño de las esclusas. Los estimados estaban basados en una ecuación desarrollada utilizando el universo de información de la ACP por tipo de buque. El TPM de acuerdo a la clasificación por tamaño es el punto medio.

Cuadro 14: Relación entre CP/SUAB y TPM en base al modelo

		Clas. buque	S12	S13	S14	S15
		TPM (000)-->	95	118	137	188
			CP/SUAB (000) Toneladas			
Carga general	M01		74	91	105	141
Frigorífico	M02		74	93	108	148
Granelero	M03		68	83	96	129
Tanquero	M04		63	78	90	121
Contenedor/carga fraccionada	M05		97	118	135	179
Portacontenedores	M06		42	53	62	88
Buque de carga rodante (ro-ro)	M07		133	163	188	253
Portavehículos	M08		277	344	398	543
Portavehículos/carga seca a granel	M09		56	70	81	110
Gasero	M10		84	103	118	159
Otro	M12		178	212	239	308

⁷ La ecuación estaba basada en una muestra de información de la ACP que cubría todos los tránsitos por tipo de buque relacionando el CP/SUAB con el TPM basado en la fórmula: $\log(\text{CP/SUAB}_T) = \text{Constante} + \text{Coeficiente} * \log(\text{TPM}_T)$.

Tipo de Buque	Constante	Coeficiente
M01	-0.0066	0.9484
M02	-0.1152	1.0047
M03	-0.0320	0.9420
M04	-0.0724	0.9478
M05	0.2105	0.8985
M06	-0.5251	1.0860
M07	0.2565	0.9442
M08	0.4958	0.9847
M09	-0.1984	0.9849
M10	0.0577	0.9427
M12	0.6729	0.7982

Desarrollo del escenario: teoría y herramientas para el análisis

El modelo de tráfico y tránsito de la ACP ha sido diseñado para permitir un desarrollo fácil de escenarios alternos para el tráfico, tránsito e ingresos de la ACP. El personal de la ACP puede cambiar supuestos en un nivel muy amplio o ajustar rutas individuales y flujos de producto. Los ajustes a los escenarios toman la forma de cuatro tipos básicos:

1. Ajustes macroeconómicos;
2. Ajustes comerciales;
3. Ajustes operativos del Canal;
4. Ajustes de mercadeo.

Los escenarios son historias. Ellos definen el futuro en términos de lo que se sabe con respecto a tendencias pasadas y qué se espera si se cumplen ciertas condiciones. Hay una diferencia significativa entre un *pronóstico* y un *escenario*. Es importante reconocer la diferencia para asegurarse que los resultados obtenidos de cada uno puedan ser apreciados en su totalidad.

Un pronóstico es el resultado de un modelo matemático que relaciona los factores que tienen un impacto entre el uno y el otro dentro de un marco consistente. Los modelos permiten que se analicen relaciones matemáticas complejas consistentemente. Generalmente un pronóstico está menos influenciado que un escenario ya que depende de patrones pasados. Y mientras que la influencia puede estar integrada en la elección de las variables independientes que han sido incluidas, no hay influencia inherente usualmente ya que estos “factores” son elegidos basados en la teoría económica que por definición debería estar más cerca de la verdad revelada. Por supuesto, la teoría económica puede en sí estar influenciada pero las estadísticas raramente pueden ser influenciadas.

Una vez que se complete y pruebe el modelo estadístico entonces la herramienta de planificación del escenario puede ser relacionada. Un escenario superpone una parte del punto de referencia utilizando los propios juicios del analista. Representan así una historia que si se desarrolla de esta manera producirá esta clase de resultados. Un escenario tiene a ser no-cuantitativo y por eso, para hacerlo útil, tiene que contar con el desarrollo de supuestos. Esta es la parte más difícil de construir un escenario ya que impone los puntos de vistas del analista y los de sus clientes en el modelo.

Por ejemplo, tome un escenario que sugiere que el comercio mundial va a bajar de forma dramática en los próximos cinco años. El crecimiento del comercio baja en este escenario debido a un nuevo movimiento que va en contra de la tendencia hacia la globalización. El escenario puede ser como sigue:

La continua incertidumbre con respecto al crecimiento futuro de la economía mundial y una baja en el crecimiento de ciertos países claves junto con un incremento en el desempleo permite que una coalición de ambientalistas y partidos del trabajo formen nuevos gobiernos en economías industriales y en desarrollo que son claves. Las fuerzas opuestas a la globalización y a una cadena larga de suministros comienzan a tener influencia y los gobiernos responden aprobando legislaciones comerciales que son proteccionistas. Proliferan las tarifas y otras barreras de entrada. Esto conduce a un descenso en la tasa de crecimiento a corto y medio plazo del comercio internacional de aproximadamente un 2.5% por año comparado con una tasa de crecimiento de 5%-6% en el punto de referencia. Como resultado, el tráfico por el Canal aminora la marcha y los tránsitos bajan.

Un buen escenario debe estar lleno de hechos. Para ser efectivo, debe ser plausible aunque sea improbable. Cambiar una imagen de palabras a una imagen numérica el analista tiene que estar preparado para desarrollar supuestos que están sujetos en sí a disputa. Por eso en nuestro escenario

de arriba presumimos que el comercio mundial baja en un aproximado de 2.5 a 3% como resultado del aumento en el proteccionismo y esta baja afecta todas las rutas y todas las mercancías.

Cuando este supuesto es impuesto en el modelo macroeconómico, el resultado es un Nuevo modelo que es un escenario. Transforma lo general a lo específico permitiendo que los resultados de estos “supuestos” sean relacionados al tráfico, tránsitos, e ingresos del Canal. El grado de ajuste – en este caso el 2.5% es, sin embargo, muy arbitrario basado en supuestos que pueden llegar a ser realidad o no.

Herramienta para la planificación del escenario de la ACP

El analista comienza con una visión del futuro y de cómo se le puede dar forma a este futuro a través de una intervención. Esta visión puede ser una de “que pasaría si” o puede reflejar nueva información que no pudo haber sido incluida en el punto de referencia. En cualquier caso, el enfoque es el mismo. El punto de partida para la entrada es definir un escenario y aplicar este escenario a uno previamente definido. Este escenario previamente definido podría ser el punto de referencia en sí.

Gráfica 10: herramienta para la planificación del escenario -- Cuadro panorámico

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Primeros pasos: elección del nombre del escenario y elección dentro de escenarios ya existentes

Cada escenario está compuesto de una recolección de subescenarios que representan los ajustes previos hechos al punto de referencia macroeconómico, el comercio internacional, las operaciones del Canal, y el mercadeo. El analista no necesita cambiar todos estos al mismo tiempo. Es más, el mejor enfoque es uno incremental para poder aislar cada uno de los “efectos”. Esto toma más tiempo (en vista del tiempo que se requiere para procesar un escenario completo) pero permite la separación del impacto en una forma en que, al cambiar muchos aspectos diferentes al mismo tiempo, no lo permite. Como podemos ver en la imagen de planificación que aparece a continuación cada vez que se invoca un Nuevo escenario el analista tiene muchas opciones. Cada opción requiere de reflexión y de la introducción de un nuevo conjunto de “cambios” en el punto de referencia.

Gráfica 11: Planificador de escenario – Tablero de control

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Segundos pasos – Creación de un nuevo escenario ajustando supuestos macroeconómicos y operativos

Una vez que se escoge en nombre para un escenario, se escoge un conjunto de puntos de partida para cada uno de los elementos del escenario. El punto de partida son los cambios hechos anteriormente. Si no se han hecho cambios entonces el punto de partida es en sí mismo el punto de referencia. Esto permite combinar y cotejar los escenarios y reduce la cantidad de trabajo que el

analista necesita hacer ya que el punto de partida para el ajuste es un escenario desarrollado anteriormente. Esto es importante ya que un escenario debe representar los cambios incrementales y el análisis debe dejar un margen para la comparación entre un resultado y otro. Por ejemplo, cambiar el punto de referencia permitiendo peajes más altos en los primeros años reduciría el tráfico y finalmente los tránsitos. La comparación, entonces es con el punto de referencia. Si además de cambiar los peajes se reducen los ajustes del tiempo de aguas en el Canal mencionados en el punto de referencia (menos tráfico) entonces esto es un resultado colectivo de peajes más altos y de un nivel de tráfico más bajo. El resultado neto es más tráfico ya que el costo por el uso del Canal es menos.

Por la naturaleza de los escenarios, los supuestos no son simultáneos, pero el planificador necesita considerar las relaciones causales cuando está haciendo los ajustes. A diferencia del modelo matemático donde la solución en sí es una combinación de todos los efectos individuales, los cambios en el escenario deben ser introducidos exogenosamente. Ellos pueden tener múltiples impactos simultáneos múltiple, y quizás necesiten ser revisados de forma incrementada—aumentar peajes, reducir tránsitos, re-calcular cambios en tiempos en aguas del Canal, re-hacer tránsitos, etc. La simultaneidad refleja la opinión del analista sobre cómo un cambio impactará a otro. Para lograr esta opinión el analista podría tener que ajustar el escenario de forma incrementada para reflejar estos cambios parciales. Los modelos laterales que dan las reglas generales también tendrían que ser introducidos para guiar las opiniones. Aún, al final, la opinión del analista es lo que es crítico ya que la herramienta para la planificación de escenario es tan buena como lo sea el analista.

Herramienta para la planificación del escenario

Existen cuatro tipos específicos de ajuste permitidos dentro de este sistema. El orden del ajuste lo dicta la lógica del sistema. Tal como el punto de referencia de pronóstico, el punto de partida para el ajuste es el escenario macroeconómico. El crecimiento futuro del Canal depende de la salud de la economía mundial. El modelo de punto de referencia asume la existencia de un camino pero otros caminos pueden ser reconocidos. El cambio de supuestos macroeconómicos por sí mismos no cambiará el tráfico en el Canal hasta que los cambios hayan pasado a través de una serie de modelos que pueden transformarlos en cambios en el comercio en una mercancía detallada y en un nivel de ruta en detalle.

El diagrama de flujo subraya el enfoque y la lógica de la herramienta de planificación de escenario. La herramienta en sí es interactiva y fácil de usar. Es intuitiva en diseño y casi automática en implementación.

Gráfica 12: Pasos en la planificación del escenario

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Ajustes macroeconómicos

El punto de partida para un escenario es decidir si el punto de referencia macroeconómico necesita ser cambiado. Al abrir la herramienta macroeconómica en el menú principal y desplegar todos los países muestra todas las tasas de crecimiento que están en el sistema para el PIB. Se pueden hacer cambios en todos o en algunos de ellos, pero si no hay ninguna razón valedera para alterar el punto de referencia macro, entonces no debe ser cambiado. Se permiten otros ajustes además del PIB para el consumo personal, inversiones de negocios, salarios por hora, comercio internacional, y tasas de cambio. No todos los ajustes tienen un impacto mayor sobre el desempeño de un país. El

impacto más directo es a través de un ajuste en el PIB el cual incrementará o disminuirá los componentes del consumo privado y por consiguiente afectar el camino del crecimiento logrado a corto y largo plazo. El ajuste final – después que el modelo es simulado – será diferente del ajuste impuesto ya que el ajuste es solo la aproximación del efecto. Varios países se necesitarán para lograr completamente el cambio pero son permitidos utilizando el administrador de escenario.

Gráfica 13: Planificador del escenario de ajustes macroeconómicos

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Después de hacer todos los cambios el nuevo escenario debe ser enviado el módulo E-views. Esto permite que los modelos macroeconómico y de comercio sean simulados utilizando el software de solución E-views para el modelo simultáneo. Como el modelo macroeconómico es simultáneo, Access no es la plataforma apropiada para un modelo de solución. El modelo actual tiene más de 2,600 ecuaciones simultáneas (cubre 72 países).

El módulo E-views hace las siguientes tareas:

1. Toma los factores de ajuste y los integra con variables endógenas y exógenas incluidas en el modelo.
2. Resuelve el modelo macroeconómico a largo plazo para la alternativa.
3. Resuelve el modelo de forma reducida de Comercio de ACP.
4. Calcula el factor de ajuste para el comercio relativo al punto de referencia.
5. Envía los resultados a Access.

Ajustes al comercio internacional

Una vez que se toman en cuenta los efectos macroeconómicos ellos automáticamente producen un nuevo efecto comercial. Este nuevo efecto comercial se puede refinar más utilizando el constructor de escenario de ajustes al comercio internacional. Este ajuste está basado en el punto de vista del analista. Refleja un refinamiento en el pronóstico subyacente de SeaFlow. Por ejemplo, el analista podría querer entender cuál sería el impacto de la pérdida de una cosecha en China y una subida en las exportaciones de cereales de la costa este de los Estados Unidos al nordeste de Asia. Para hacer este flujo de comercio específico que tendría un impacto en los tránsitos necesita ajustar los ingresos de forma exógena. Es importante entender que en este momento el modelo de tráfico no ha sido utilizado así es que el efecto es sobre el flujo de comercio mundial, no el tráfico específico del Canal. El módulo de comercio difiere del de mercadeo en el hecho de que el ajuste es indirecto en vez de directo. Tiene un impacto sobre el tráfico a través del canal a través del efecto sobre el comercio solamente.

Gráfica 14: Planificador del escenario de ajustes en el comercio marítimo internacional

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Ajustes operativos del Canal

Antes de utilizar el modelo de elasticidad para proyectar el tráfico, el analista querrá ajustar los parámetros operativos que afectan el Canal. Mientras que puede que haya algún interés en la modificación de los supuestos económicos subyacentes, la mayoría de los cambios que probablemente se hagan ocurren en estos factores operativos del Canal ya que representan elementos que el Canal puede controlar. Los aspectos operativos asociados con un nuevo Canal, incluyendo un tamaño de esclusa más grande, también están incluidos aquí. El Canal puede cambiar las rutas de los buques o alterar el sistema de reserva para beneficiar ciertos tipos de buques y no otros. Se pueden simular diferentes políticas variando estos factores bastante generales a nivel de buque y ruta. Añadiendo el tiempo de medio día de tránsito al tiempo de Aguas en el Canal para los buques graneleros o reduciendo el tiempo de tránsito para los buques portacontenedores se podría modelar una política que favorece a los operadores de contenedores y penaliza a los operadores graneleros.

El cambio en el tamaño futuro de la esclusa tendrá un impacto en el tamaño máximo de los buques que pueden usar el nuevo Canal. El tamaño del buque, tal y como lo describimos anteriormente, es una función de las esclusas y el personal puede los supuestos incluidos en el modelo de forma exógena. Esto proporciona flexibilidad mientras que garantiza que los resultados son entendibles a la luz de los cambios asumidos. Al desarrollar estas series de imágenes el esfuerzo ha sido dejar un margen para tantas reglas de estos negocios como sea posible sin recargar el sistema en una forma que haría el uso de este tipo de sistema muy difícil. Por eso se han impuesto unos cuantos límites para garantizar su funcionalidad. Algunos elementos solo pueden ser cambiados para un solo tipo de buque mientras que otros permiten cambios por ruta y por mercancía.

Gráfica 15: Planificador del escenario de ajustes en la información del Canal

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

En el escenario de la herramienta de planificación de escenario al analista se le permite ajustar:

- a) **Las tasas para carga, lastre y pasajeros** – Los cambios en peaje como un aumento o disminución del porcentaje por ruta y por tipo de buque;
- b) **Tiempo en aguas del Canal** – Los cambios en el tiempo en aguas del canal reflejan cuellos de botella y congestión. Los cambios hechos para amplios tipos de buques (cuatro tipos agregados de buque) basados en el modelo relativo al tiempo en aguas del canal hacia tránsitos futuros esperados y días de interrupción del servicio de vía.
- c) **Ajustes futuros al tamaño de las esclusas** – Reflejan las dimensiones máximas para las esclusas que han sido propuestas. Basado en el análisis del tamaño del buque y el TPM se ha propuesto para su revisión un nuevo cuadro que muestra el tamaño del buque (que puede pasar por estas esclusas). Incluido en este cuadro están 12 tipos de buques por ruta. El máximo tamaño de buque por obligación es el buque más grande de ese tipo que pueda cruzar el Canal aceptando las nuevas dimensiones (esto varía por tipo de buque).
- d) **Coeficientes mínimos** – Aumenta el tráfico reduciendo el número de coeficientes en el modelo de elasticidad para el comercio que son cero (el analista puede escoger un mínimo de elasticidad para el comercio de .25, .5, .75, ó 1.0).

El tamaño de las esclusas define el máximo tamaño del buque. Lo más probable es que haya un período de gracia cuando algunos cuantos de estos buques más grandes serán fletados por períodos de tiempo (para granel y tanqueros) o cuando entren en el servicio de buques de línea. El grado en que estos buques más grandes reemplacen a los más pequeños está medido por el porcentaje del patrón de la flota mundial que sea adoptado. Siendo realistas, no podemos saber las respuestas correctas con antelación. Cada combinación de ruta de buques usualmente no es consistente así es que el supuesto más lógico es el que dice que la combinación de tamaños de buques utilizados en la ruta no va a cambiar inmediatamente pero emigrará gradualmente. La apertura de las nuevas esclusas permitirá a algunos de estos buques migrar a tamaños de buques más grandes “en relación con la distribución de los tamaños más grandes en la flota mundial”. El grado de adopción puede variar de cero (no se permiten buques más grandes) a 100% (la distribución de la flota mundial revisa significativamente la combinación de la flota de la ACP como resultado del nuevo juego de esclusas).

Ajuste al tiempo en aguas del Canal

El tiempo en aguas del Canal es un ajuste crítico ya que refleja el costo que la demora en las esclusas representa para los dueños de buques y operadores navieros. Para desarrollar un enfoque razonable al TAC y los cambios en el mismo, hemos desarrollado un modelo simplificado que relaciona el TAC al crecimiento esperado en tránsitos y el número máximo de tránsitos factibles. En el escenario del punto de referencia permitimos al TAC aumentar de acuerdo con la restricción en cuanto a la capacidad. A medida que hay más buques que quieren aumentar el TAC al mismo tiempo se reduce el número de tránsitos. Este es un cálculo sintético TAC ya que está basado en tendencias pasadas y diseñado para garantizar que el número de tránsitos no exceda el máximo permitido. Para remover este supuesto y dejar un margen para un número ilimitado de tránsitos (sin restricciones), sería relajado el supuesto de TAC.

En los escenarios que reflejan los cálculos para el 3er juego de esclusas el supuesto es que durante la fase de construcción van a haber más demoras. Estas demoras causarán que menos buques quieran transitar. Sin embargo, con la apertura de un nuevo juego de esclusas en el 2010 el máximo número de tránsitos puede aumentar (lo cual está basado en el modelo). En la alternativa proporcionada hemos presentado los ajustes asumidos en el TAC en base a estos supuestos. Esto debe ser utilizado como el punto de partida para el análisis.

En el ajuste al TAC solo permitimos el ajuste para un amplio tipo agregado de buque. Estos ajustes – usando el extremo frontal – no se pueden hacer a nivel de ruta. Dentro del cuerpo del modelo, sin embargo, el TAC es específico de ruta.

Gráfica 16: Planificador del escenario del tiempo en aguas del Canal

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Tarifas del Canal – Carga, lastre y pasajeros

El segundo ajuste de importancia crítica son los peajes que se cargan por buque. Los ajustes a los peajes están basados en las tasas de peajes CP/SUAB. Por eso, para los viajes con carga la tasa actual de \$2.57 es el punto de partida y para los viajes en lastre es de \$2.04. En el cuadro de ajustes se le permite al analista cambiar esta tasa por un porcentaje año por año. En el ejemplo, calculamos que la tasa cambia en el 2001 en 3%. Esto impulsa el peaje CP/SUAB a \$2.65. El

próximo cambio lo impulsa a \$2.73, etc. Este cambio es aplicado al cálculo de los peajes/tonelada de carga por mercancía, ruta, y tipo agregado de buque usado en el modelo. También es utilizado en el cálculo de los ingresos totales.

Se permiten dos tipos de ajustes. En el primero, el ajuste se hace por tipo de buque y se aplica a todas las rutas. En el segundo tipo de ajuste la ruta individual puede ser seleccionada y el ajuste aplica a un solo tipo de ajuste. Esto permite entonces que se haga un ajuste general primero y entonces éste se sigue con ajustes más específicos a nivel de ruta.

Gráfica 17: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Por tipo de buque para todas las rutas

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Gráfica 18: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Por tipo de buque y ruta

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Los ajustes hechos al lastre no son específicos de ruta pero pueden ser específicos del tipo de buque. En el modelo el lastre es por dirección de movimiento (Norte-Sur o Sur-Norte), pero los ajustes de las tasas no son direccionales.

Gráfica 19: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Viajes en lastre por tipo de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

También se hace un ajuste por separado para las tasas de los buques de pasajeros. Se menciona otra vez el hecho de que los viajes de pasajeros son por dirección, no por ruta. No existe la habilidad de cambiar tasas de la base CP/SUAB a cargos por pasajero. Si esta es la base para establecer los peajes para estos buques entonces un cálculo alternativo tendría que ser hecho fuera del modelo o un factor estándar relacionando el número de pasajeros al tamaño del buque (tal y como lo mide el CP/SUAB) tendría que ser usado (en cuyo caso el cambio de rutas aquí cambiaría los ingresos). Es importante reconocer que ambos, los viajes en lastre y los de pasajeros no reciben el impacto de cambios en el peaje. Solo los viajes con carga (e indirectamente en lastre ya que es una función de carga) son afectados por ajustes en las tasas.

Gráfica 20: Planificador del escenario de ajustes a las tarifas del Canal – Tarifas para cruceros

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Coefficientes mínimos

El modelo de tráfico y tránsito de la ACP refleja las restricciones que existían antes de la terminación del proyecto de un tercer juego de esclusas. Es probable que durante la construcción de estas nuevas estructuras haya más descenso en el tráfico de la ACP. Son probables las demoras durante la construcción lo que añadirá tiempo en las aguas del canal algo que puede saberse de antemano. Todos estos cambios alejarán al tráfico. También es probable que la relación entre el tráfico de la ACP y el crecimiento en el comercio mundial cambie. La dirección más obvia del cambio es que el punto de elasticidad sea menos que antes.

En este ajuste, presumimos que, con el desarrollo de un tercer juego de esclusas el crecimiento del tráfico aumentará. Podemos ver esto en el descenso en el tiempo en aguas del canal permitido y en el ajuste en el modelo determinando la elasticidad tráfico/comercio. Actualmente, el mínimo está establecido en cero (0.0). Este ajuste permite que se cambie el mínimo (a partir de una fecha fija). Permitimos que se eleve el mínimo a .25, .5, .75, o 1.0. En el 1.0 el Canal estaría recibiendo una cantidad igual de crecimiento en el comercio mundial en su crecimiento de tráfico para esa mercancía y esa ruta. Esto presume que los operadores son indiferentes al uso del Canal o que no lo están usando. En los actuales puntos de referencia asumimos que este cambio radical infortunado no ocurrirá hasta el 2030 cuando la profundidad de las nuevas esclusas y el Canal en general sea mejorada a un completo 50’.

La importancia de este ajuste es que permite al Canal superponer la historia pasada. Hay una creencia razonable que después de completado el proyecto los cuellos de botella causados por una capacidad limitada del canal dejará de existir. Si éstas son eliminadas entonces el crecimiento del tráfico deberá imitar el crecimiento del comercio mundial para las rutas que se sirven. Claro, el punto de partida para este crecimiento es la base lograda antes de la apertura de las esclusas. Es posible que una vez que las nuevas esclusas estén instaladas el Canal pueda atraer más del comercio que ya ha aumentado. Si este es el caso entonces la elasticidad estimada (del modelo econométrico) será mayor que el 1.0 o mayor que la elasticidad calculada antes de añadir la capacidad adicional.

Ajustes de mercadeo

El ajuste de mercadeo refleja los cambios finales que se pueden hacer en el punto de referencia. Los ajustes de mercadeo son ajustes absolutos a las toneladas de carga estimadas por el modelo. Este ajuste viene después que el módulo de tráfico ha sido procesado. Así es que refleja los cambios hechos en los ajustes macroeconómicos, en el comercio internacional, y en los ajustes operativos del canal. Añadiendo información externa sobre quién estaría dispuesto a usar el Canal en el futuro en este momento le permite al analista superponer las tendencias inherentes en el modelo de elasticidad. Abre nuevas rutas que previamente eran imposibles debido a las limitaciones del tamaño de las esclusas (hierro brasileño y crudo venezolano).⁸

⁸ Como, para algunas de estas rutas, hay actualmente muy pocas toneladas de la ACP o nada de ellas y por consiguiente, ninguna historia de tránsitos y de tamaños de buque, el modelo construye un conjunto “promedio” de factores para aplicar. Esto permite el desarrollo de nuevas rutas basadas en el mercadeo. Estas nuevas rutas pueden ser evaluadas utilizando los mismos tipos de variables usados para evaluar las rutas existentes.

Los ajustes de mercadeo reflejan nueva información. Ellos representan el futuro medidos por el “¿que pasaría si?” Para usar los ajustes de mercado de forma efectiva, el analista necesita estimar el volumen probable de comercio y el tipo probable de buque en el que se transportará. Hay cuatro tipos de buques: de línea regular, granelero, tanquero y de carga general.

Para desarrollar el modelo hemos tenido que imputar factores para todos los tipos de comercio posible para el Canal. Esto es crítico ya que para muchos de los comercios no había flujos a través del Canal antes de la ampliación de las esclusas. Los valores imputados dejan margen para la introducción de comercio donde no existía ninguno anteriormente.

Gráfica 21: Planificador del escenario de ajustes de mercadeo – Solamente tipo de buque y ruta

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

El analista puede escoger el tipo de buque y la ruta. La pantalla de mercado entonces muestra la carga actual que se espera pase por el Canal por año. Los tipos de cargo que aparecen en blanco son los tipos válidos de cargo para los que hay por lo menos una tonelada para ese tipo de buque. El analista puede llenar los volúmenes para las mercancías para las que no hay embarques actualmente a través del canal para ese tipo de buque. El modelo las analizará utilizando factores generales obtenidos de otros productos o rutas. Esto permite el desarrollo de nuevas ruta para las que no hay comercio actualmente.

La opción, de forma alternativa, puede ser por mercancía y por ruta. Se han indicado los tipos de buque que tienen un comercio válido en este tipo de mercancía. El volumen de comercio actual puede ser otra vez cero permitiéndole al personal de la ACP que desarrolle nuevas rutas. El tamaño de estas nuevas rutas deberá ser decisión del personal de la ACP con base a una investigación de mercado independiente.

Gráfica 22: Planificador del escenario de ajustes de mercadeo – Mercancía, ruta y tipo de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Estático comparativo versus interacción simultánea

El modelo macroeconómico a largo plazo representa un enfoque diferente a la interacción. Mientras que el modelo de tráfico y tránsito de la ACP asume que los cambios ocurren de manera incremental, un modelo de tipo simultáneo, tal como el modelo macroeconómico a largo plazo, asume que los cambios dependen de la interacción de una variable con otra. El algoritmo de la solución está basado en un conjunto-solución Gauss-Seidel en el cual cada iteración subsiguiente mejora el resultado. Un modelo consistente es un modelo en el que se llega a la solución rápidamente (después de solamente unas cuantas iteraciones).

En un modelo simultáneo las relaciones pueden ser bastante sutiles ya que la dirección del cambio dependerá de la interacción de coeficientes claves. Un cambio en la variable del ciclo de negocios podría ocasionar un ajuste más rápido o más lento en las variables que miden la estructura industria-servicio y éstas a su vez podrían afectar el comercio. Es casi imposible conocer de antemano como estos “efectos” podrían afectar el conjunto-solución, pero sí podemos anticipar la dirección de cambio tomando en cuenta las señales (de aumento o disminución) de los coeficientes.

Mientras que en el modelo estático comparativo se puede separar cada cambio, en el modelo simultáneo los cambios no pueden ser clasificados con tanta facilidad. Esto es precisamente el caso en un modelo no-lineal en el cual el cambio no es un cambio absoluto (en \$ o toneladas) sino un cambio relativo (un ajuste en el porcentaje). Sin embargo, en la mayoría de los casos en el *modelo de tráfico y tránsito de la ACP* se puede simular bajo reglas que son básicamente lineales.

Un cambio de tonelaje por el Canal sumará o restará tránsitos y el impacto de los ingresos de tránsitos. Esta relación causal directa es importante ya que permite el análisis estático comparativo de los resultados (aditivo).

Se mantiene una relación causal directa en el ajuste de PIB y el resultante cambio en el comercio internacional. Todas las relaciones son positivas (pero tienen diferentes niveles de importancia). Por consiguiente, un incremento en el PIB (basado en una nueva simulación macroeconómica) llevará a un incremento en el comercio mundial y un incremento en el tonelaje del Canal. Empezando por la base, un analista podría añadir, por ejemplo, 1% al crecimiento del PIB en todas las economías y medir el impacto en el total de toneladas, tránsitos e ingresos. Y esto ocurre a pesar del hecho de que puede haber algunos países donde las variables individuales podrían reflejar un descenso como resultado de crecimiento más rápido (más productos y menos servicios, o viceversa).

Gráfica 23: Estático comparativo – Enfoque para el análisis de escenario

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

El modelo macroeconómico a largo plazo de GlobalMetrix

Como parte del modelo de tráfico y tránsito de la ACP, MGI desarrolló un dinámico modelo macroeconómico a largo plazo que podría servir dos propósitos:

1. Extender el escenario de punto de referencia de la *Oxford Economic Forecasting Associates* más allá del punto final de 2009 incluido en su pronóstico estándar (hasta el año 2050); y
2. Permitirle al personal de la ACP modificar el pronóstico macroeconómico de manera consistente, que a la vez permitiría canalizar la traducción de cambios en el escenario macroeconómico por el patrón del comercio mundial donde llegaría eventualmente a tráfico y tránsitos.

El desarrollo de este modelo resultó ser una tarea mucho más difícil de lo que se había anticipado. Una de las razones es que un modelo a largo plazo tiene que tomar en cuenta un conjunto de presunciones subyacentes diferentes al de un modelo a corto plazo. La mayoría de los modelos macroeconómicos tradicionales son modelos Keynesianos tradicionales. Un modelo a largo plazo tiene que reflejar caminos estructurales cambiantes y, por consiguiente, está orientado más hacia el abastecimiento, utilizando los patrones cambiantes de producción en la industria primaria, de manufactura y de servicios y traduciendo estos cambios a cambios en empleo y consumo.

La diferencia entre modelos a corto plazo de un solo país y modelos de varios países está ilustrada en la Gráfica 24 a continuación. Las flechas denotan la tendencia aparente en los datos a corto plazo y de un país específico. Prolongar estas flechas hacia adelante sugeriría un resultado diferente al resultado que se obtendría si estos países llegaran a cambiar de un nivel de riqueza a otro a través de los años. A corto plazo el pronóstico debería seguir a grandes rasgos la tendencia de la flecha, pero a largo plazo el cambiante patrón de consumo y producción llevaría a un cambio en la curva misma. Si este fuera el caso, para producir la misma cantidad de mercancía – medido por la línea horizontal que cruza el eje Y – requeriría menos horas de trabajo en Japón (b), más en Singapur (c), y muchísimo más en Ecuador (d). En un modelo con cruce de información por país la curva en sí está definida por el camino ascendente de la riqueza, según se mide de acuerdo con el cambio en los términos de la productividad del trabajo desde el punto **d** hasta el punto **a**. De acuerdo con este supuesto, la verdadera relación (según lo define la curva) es la línea interior, y es

que la relación Rendimiento/Trabajo es definido por todos los países y no por algún país en particular.

Este camino cambiante es lo que diferencia un modelo a corto plazo (los rayos) de un modelo a largo plazo o rayo interno (la cuerda). Ya que los países tienen la tendencia de moverse por caminos que ya fueron tomados por otras naciones esta progresión ascendente en la escalera del desarrollo es el elemento crítico al definir el horizonte a largo plazo.

Gráfica 24: Diferencia entre los modelos de corto plazo (series de tiempo) y de largo plazo (todo el país)

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

El horizonte de tiempo de cincuenta años

Muchos proyectos de inversión de capital tienen horizontes de tiempo a largo plazo. Sin embargo, un horizonte de tiempo de cincuenta años está mucho más allá de la capacidad de la “bola de cristal” de cualquier pronosticador. Uno de los problemas con un horizonte de un plazo muy largo es que las cifras en sí dan la impresión de ser demasiado grandes, ya que no están en el contexto del tiempo actual. En 1959 el Producto Interno Bruto de los EE UU fue de \$507 mil millones. Para el año 2000 alcanzó \$ 10 billones. Hubiera sido muy difícil convencer a alguna persona en 1959 que, en promedio, estaría 10 veces más rico hoy que en aquella fecha. (Lo que esto nos demuestra es que para hacer una proyección de cincuenta años la persona que está elaborando un modelo tiene que hacer unas presunciones extraordinarias).

Es necesario tomar en cuenta un horizonte de tiempo relativamente largo para el propósito de financiar el tercer juego de esclusas. En estos tiempos de crecimiento continuo en la economía mundial no es fácil llegar a entender la dinámica de desarrollo nacional. Un horizonte de tiempo largo obliga al analista a pensar no solo acerca de la composición futura del comercio y el desarrollo industrial sino también la de la economía naviera y el tamaño de los buques. Cuando se construyó el Canal en 1907, los diseñadores anticiparon un mundo en el cual habría buques más grandes y un mayor volumen de comercio. Es poco probable que ellos pensarán que el inmenso tamaño de las esclusas estaría algún día al límite en cuestiones de capacidad y el tamaño de los buques que están utilizando el Canal. Para poder anticipar el tamaño de las esclusas para los próximos cincuenta años el Canal tendrá que pensar de manera creativa acerca de la estructura de las rutas y los probables flujos de productos.

En vista de la extensión del horizonte del pronóstico (hasta el 2050) y la escasez de estimados de rendimiento real o comercio internacional mucho más allá del 2009, las fuentes comerciales fueron elemento crítico e importante en el camino del diseño. El modelo macroeconómico tendría que funcionar como herramienta de pronóstico razonable capaz de extender el punto de referencia macroeconómica más allá del tope de 2009 para los pronósticos comerciales al igual que como herramienta para el análisis de escenarios alternativos.

Lógica de los modelos a corto plazo versus a largo plazo

Los modelos económicos diseñados para ayudar a pronosticar tendencias económicas a corto plazo generalmente están enfocados a agregados monetarios y tasas de interés. La política juega un papel

principal para definir el crecimiento económico a corto plazo. Las estructuras de términos a largo plazo no son tan susceptibles a las variables de la política monetaria y más bien dependen de los cambios en la estructura económica. El comercio exterior sí puede generar crecimiento, pero en el modelo puramente Keynesiano más familiar como también en los modelos a largo plazo orientado hacia el crecimiento. En los modelos más familiares el Producto Interno Bruto juega un papel clave y está compuesto por la suma de los principales agregados de la demanda – consumo privado, inversión empresarial, inversión gubernamental, gastos gubernamentales, y exportaciones, menos el efecto negativo de las importaciones. El comercio no es un elemento activo en cuanto a incrementar o reducir el crecimiento en el producto interno. Por consiguiente, el comercio no es complementario con crecimiento ya que un incremento en las importaciones puede llevar a un crecimiento más lento.

Sin embargo, en un modelo a largo plazo, solamente la presión continua de la población y un avance constante de nuevas tecnologías pueden producir crecimiento. Los países cuya población está disminuyendo (como es el caso de Europa Occidental) tienen que compensar esta tendencia incrementando su productividad. El consumo también tendrá que incrementarse con más rapidez que el promedio para mantener la economía marchando hacia adelante, ya que dejar de consumir mientras la productividad está en aumento podría conducir a un decaimiento secular. En la década de los 1950, Walt Rostow desarrolló una teoría general de crecimiento económico basada en un modelo de desarrollo económico no lineal. Los países empezarían siendo pobres y pasarían un largo período como sociedades mayormente agrícolas produciendo lo necesario para su consumo. Gradualmente irían acumulando capital, empezarían a manufacturar, y el crecimiento económico alcanzaría un punto de inflexión crítico. Esto sería el “despegue” que elevaría a un país de la categoría de países pobres a la categoría de países emergentes. Durante esta fase el ángulo de la curva sería sumamente pronunciada mientras se iba acumulando capital (y, si Rostow lo hubiera pensado, también se irían acumulando tecnología y capital humano). En algún punto el crecimiento del país se tornaría más lento de manera natural y el país mantendría este nivel más alto por un período largo antes de que las cifras de crecimiento empezaran a bajar mientras maduraba.

Nuestro modelo macroeconómico a largo plazo con sus múltiples juegos de ecuaciones no-lineales basados en ecuaciones tomadas de un muestreo transversal de países tanto ricos como pobres tiene muchas características del mundo de Rostow. También se aproxima a la versión de Paul Roemer de crecimiento endógeno a pesar de que en nuestro modelo el sector de comercio externo juega un papel crítico en la explicación de crecimiento a largo plazo logrado a través de un incremento de la integración a nivel mundial de la industria. La visión de crecimiento endógeno de Roemer asume que existe una estructura interna natural que eventualmente conducirá a períodos de crecimiento económico fuerte. Roemer propone que a través de los años habrá una convergencia entre ricos y pobres, y que esto ocurrirá lentamente. En nuestro modelo esto empieza a ocurrir en el año 2040 cuando el grupo de países pobres llega a un equilibrio con los países ricos y la tasa más rápida de crecimiento de los primeros se sobrepone a la inercia que habrá dominado a los países más ricos (que habrán llegado a una especie de equilibrio a largo plazo y una etapa de despoblación de su desarrollo). Sin embargo, esto ocurrirá en el futuro lejano (alrededor de 2040-2050 en vez de 2010).

El crecimiento endógeno procede de desarrollo interno y de la demanda externa (según se mide por medio de variables de actividad exterior). Cada país empieza con una dotación natural de terreno, mano de obra, y capital de maquinaria. Este capital puede ser manufacturado dentro del país (dependiendo del crecimiento de la tecnología) o puede ser importado. En los países pobres, generalmente el capital se importa al principio y después, mientras va progresando el desarrollo, es

manufacturado. El capital y la tecnología se van sumando – se van construyendo sobre las etapas anteriores de desarrollo, mientras que la tierra representa alguna característica especial del país. Algunos países están sumamente bien dotados con recursos, mientras que otros países no tienen recurso alguno aparte de su capital humano. Ciertas naciones africanas podrán tener minas extensas y hasta tierras fértiles, pero les hace falta la infraestructura social y las tradiciones legales para transformar estos recursos en un crecimiento económico real. El esfuerzo humano es indispensable para el éxito. Por esta razón, ciudades-estados más pobres tales como Hong Kong y Singapur tienen una riqueza per cápita más de 10 veces mayor que la mayoría de los países africanos. Y aunque la cifra de población podrá estar fuera del sistema interno, en realidad el crecimiento poblacional se puede tornar endógeno por medio de la ampliamente-descrita relación entre riqueza y la tasa de crecimiento de la población. Los países ricos tienen la tendencia de tener un crecimiento poblacional más reducido que los países más pobres.

Este modelo confirma la tendencia general hacia la convergencia (o al menos una desaceleración de las tasas de crecimiento natural mientras el desarrollo avanza). Gradualmente, mientras los conocimientos proliferan y las acciones de capital crecen con relación a la fuerza de trabajo, el crecimiento llega a despegar. Los países más ricos mostrarán una tendencia hacia la desaceleración mientras se va implementando la disminución de utilidades a escala y se reducen las tasas alcanzables de crecimiento a largo plazo. Los países pobres subirán la escalera del desarrollo a pasos acelerados. En la teoría de crecimiento a largo plazo debería haber una convergencia entre pobres y ricos. Sin embargo, es sumamente difícil hacer pruebas para evidenciar esta convergencia. La convergencia de caminos de crecimiento generalmente requiere que los países emergentes de rápido crecimiento aminoren la marcha en vez de pedirle al mercado más rico que acelere su producción.

Pero ¿cuándo ocurre este cambio desde el crecimiento rápido? Esta es la pregunta crítica ya que determina la tasa a largo plazo del crecimiento de la economía mundial. El éxito de un país al subir los ingresos y mejorar la calidad de vida es el resultado de cuán eficaz puede ser al absorber la demanda. Ésta es la clave del crecimiento a largo plazo. El flujo de fondos es el motor crítico de crecimiento a largo plazo (en vez de la demanda desde fuentes externas). Por consiguiente, a pesar de que el comercio internacional puede estimular el crecimiento, no puede mantener dicho crecimiento. El Japón está aprendiendo esta lección de la manera más dura ya que se ha visto enredado por haber logrado su desarrollo reduciendo los niveles de consumo interno, maximizando los ahorros, y estimulando el rendimiento económico después de haber generado un superávit externo considerable. Este modelo de crecimiento no puede perdurar.

En el modelo macroeconómico a largo plazo que se ha desarrollado, la creación de la riqueza es el propulsor principal de la expansión económica. Al ser creada la riqueza, esto conduce a una mejor calidad de vida, y esta a su vez eleva la producción (la demanda al igual que la oferta) de producción primaria (el nivel más bajo de rendimiento productivo) al nivel de servicios. El cambio en la demanda interna para productos y servicios es el propulsor de este cambio en los recursos. Por consiguiente, el crecimiento económico a largo plazo depende de un movimiento continuo de la productividad desde el sector más eficiente hacia los sectores menos eficientes. Esta apropiación de los incrementos de productividad se puede observar con facilidad en las porciones por sector del cuadro que sigue a continuación. En 1980, 5% de la fuerza laboral de los Estados Unidos de América se dedicaba a la agricultura, 21% a la manufactura, y 73% a los servicios. Para el año 2050, estimamos que solamente alrededor de 1% debería estar dedicada a la agricultura (de una base más grande), 6% a la industria manufacturera, y 93% al sector de servicios. Está claro que esta progresión hacia una economía enfocada a los servicios, que comercia sus productos más críticos con el mundo entero y compra lo que necesita, llegaría a materializarse si únicamente

proyectamos el camino de crecimiento económico de los EE.UU. sobre el carril interno en vez de usar el actual rayo de producción.

El estimado de la porción por sector en el modelo macroeconómico a largo plazo es significativamente diferente a los resultados de un estimado meramente cronológico. En el modelo macroeconómico a largo plazo, en el 2050 la porción servicios de la economía de EE.UU. alcanzará 93% comparado con 90% basado en el estimado meramente cronológico. En cuanto a China, la porción de servicios es de 66% en el modelo macro y de 61% en el modelo cronológico. Pero lo más importante es que 20% quedaría con la tierra (en agricultura) comparado con 15% si se utiliza la ecuación del modelo transversal que abarca varios países. Se observan diferencias similares en la porción de la producción. En el modelo macro la productividad y valorización en servicios es significativamente mayor en el modelo macro que en el modelo de patrón cronológico.

Por consiguiente, en el 2050 el modelo macroeconómico (basado en el patrón a largo plazo tomado del muestreo completo de varios países) contempla el sector servicios obteniendo 87% del producto bruto total (subiendo desde 63%), mientras que en el modelo cronológico la porción sería de solamente 78%. En el modelo cronológico la porción de manufactura es 9% más alta que en el modelo macro. De la misma manera se pueden observar unas diferencias similares, aunque menos pronunciadas, para la China.

Cuadro 15: Comparación entre las economías de los Estados Unidos y China (1980 – 2050)

	Cuota de empleo				Cuota de producción bruta			
	1980		2050		1980		2050	
Modelo macroeconómico GM a largo plazo	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China
Agricultura	5%	83%	1%	15%	5%	38%	2%	2%
Manufacturas	21%	9%	6%	18%	33%	32%	12%	84%
Servicios	73%	8%	93%	66%	63%	31%	87%	15%
Tendencia del país	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China	Estados Unidos	China
Agricultura	5%	83%	1%	20%	5%	38%	1%	4%
Manufacturas	21%	9%	9%	19%	33%	32%	21%	81%
Servicios	73%	8%	90%	61%	63%	31%	78%	15%

Fuente: GlobalMetrix

Estructura del modelo económico a largo plazo de GlobalMetrix

El modelo macroeconómico a largo plazo de *GlobalMetrix* refleja el flujo circular de la economía. Los sistemas económicos crecen porque convierten el trabajo humano a servicios útiles. El éxito de un sistema depende de las herramientas que tiene a su disposición. En el pasado los recursos disponibles pueden haber sido el elemento clave para explicar el crecimiento económico de una

economía, pero en nuestro mundo actual repleto de información con frecuencia es el desarrollo del capital humano lo que más cuenta. Eventualmente se transformará el modelo a largo plazo GM para que incluya indicadores sociales que podrían ayudar a definir el crecimiento futuro. El dinero invertido en educación y salud podría ser un factor clave para explicar el progreso económico a largo plazo.

En los modelos económicos a corto plazo más tradicionales, los elementos más importantes para explicar el crecimiento económico se definen como gastos de consumo personal (PCON95) e inversión empresarial (INV95). El producto interno bruto (GDP95) es una simple identidad que vincula el rendimiento productivo total de la economía (medido por el PIB) con el consumo. La ecuación operativa estándar $C+I+G+E-M$ refleja lo anterior. En esta ecuación C es el gasto de consumo personal, I es inversión (incluyendo los cambios de inventario), G es gastos del gobierno, E es externo o exportaciones (generadas por compradores extranjeros), y M representa las compras de productores extranjeros o sea importaciones. La demanda determina el empleo y el empleo medido contra la oferta disponible de trabajadores determina los sueldos por hora (que equivaldría a crecimiento de los ingresos). Este es el flujo circular estándar en el modelo macro que aparece en los libros de texto.

En el modelo a largo plazo el crecimiento de la población impulsa la empleomanía por medio de la variable de la porción de empleomanía. Con el transcurso el tiempo, una proporción mayor de la población podrá ser empleada a la vez que los servicios comprados vayan reemplazando los servicios no-comprados. Además, con las mujeres cambiando el hogar por la oficina, el tamaño de la fuerza laboral se incrementa. Para apoyar este cambio ha ocurrido un cambio en los servicios – para los negocios que se han ido expandiendo y también para satisfacer las demandas de los nuevos trabajadores en cuanto al cuidado de los niños, la preparación de los alimentos, la limpieza, la salud, y el entretenimiento. Y esta producción sigue expandiendo el potencial de la empleomanía. Sin un crecimiento continuo de la productividad estas unidades adicionales en la fuerza laboral naturalmente degradarían la productividad esperada. En las economías avanzadas la tecnología sirve como pegamento para la expansión, ya que permite un mejor uso del capital por la fuerza laboral. La revolución de la tecnología informática ha permitido que estos negocios de servicio intensivo también se beneficien de las mejoras de la productividad.

El comercio internacional representa un refinamiento adicional del modelo a largo plazo:

1. Permite una mayor competencia que a su vez propulsa la innovación y el desarrollo de nuevos productos. Acelera el ritmo del cambio haciendo hacer más disparejo el campo de juego y de esta manera incentivando la competencia humana.
2. Permite la importación de productos de menor costo que ya no se producen. Mientras los países van avanzando pierden la disponibilidad de manufacturar productos que tienen un componente de valor agregado más reducido.

Este desplazamiento hacia arriba en la cadena de valores es el resultado del alza en los costos de mano de obra y de capital. De esta manera, cuando se pierde una industria de bajo valor, las probabilidades de que regrese se reducen y el comercio reemplaza la producción nacional. Esto explica por qué las leyes que restringen el comercio rara vez tienen el efecto deseado de promover la producción nacional de importaciones sustitutas en países más avanzados.⁹

⁹ Podría haber un caso para la sustitución de importaciones en países pobres en los cuales esta transición de productos de bajo valor a productos de mayor valor no ha tenido lugar. Por consiguiente, aunque los EE UU pudiera disminuir la acelerada marcha de las importaciones, lo más probable es que en vez de propulsar un incremento causaría una disminución en el crecimiento de su economía.

Por ejemplo, la relación simplificada – que abarca 72 países – para el PIB asume que en el comercio tanto las exportaciones como las importaciones son sumamente importantes. La diferencia en los patrones de exportación e importación para China y los Estados Unidos se pueden apreciar en el Cuadro a continuación. En ambos casos las exportaciones impulsan un incremento en la producción mientras que las importaciones disminuyen el crecimiento. En el caso de China, donde ha estado creciendo fuertemente tanto las exportaciones como las importaciones, el impacto es bastante considerable. Los beneficios que han recibido tanto China como los Estados Unidos están bien ilustrados en la elasticidad. Comparando los efectos de las exportaciones contra las importaciones podemos ver que al asumir un balance neto en el crecimiento de exportaciones e importaciones, un incremento de 1% en el comercio causa un incremento en el PIB de aproximadamente .55 de 1% en los EE.UU. y de casi .6 de 1% en China. Sin embargo, China ganaría más por las exportaciones que los EE.UU. (.99 contra .72) pero las importaciones reducirían el crecimiento del PIB por una cifra mayor (.4 contra .15).

Cuadro 16: Cambio en el PIB a cambio en el comercio

Porcentaje de cambio en el PIB a cambio en el comercio				
Año	Exportaciones		Importaciones	
	EE.UU.	China	EE.UU.	China
1980	0.746694	0.78914	-0.15073	-0.18655
2050	0.719754	0.994514	-0.14944	-0.40185

Fuente: GlobalMetrix

En el flujograma a continuación presentamos un modelo de flujo circular simplificado, con parámetros estructurales denotando el camino de crecimiento a largo plazo que debe tomar la economía. Estos parámetros estructurales están estrechamente ligados a la etapa de desarrollo económico medido por PIB per cápita y el tamaño de la base de población (un sustituto por el tamaño del mercado). El comercio internacional está vinculado a través de todos los países, y también hay lazos vinculando la producción entre países. La porción de cada país de los productos manufacturados en el mundo es una variable clave en esta cadena.

Gráfica 25: Marco del modelo macroeconómico GlobalMetric

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

De ajustes macroeconómicos a ajustes en el comercio

Dentro del modelo, el enlace entre cambios macroeconómicos y cambios en el comercio es directo. Un cambio en un supuesto exógeno con relación al punto de referencia macroeconómico es aplicado al punto de referencia de comercio. Este enlace se logra por medio de una serie de ecuaciones que vinculan la versión de la ACP de SeaFlow (el pronóstico de comercio marítimo entregado por MGI) con la solución del modelo macroeconómico.

La ecuación está basada en un modelo representativo en el cual las 10 regiones conforman el panel transversal de datos, y se ha desarrollado un modelo comercial de importaciones por separado para cada flujo de mercancías. Diferentes especificaciones dan lugar para diferencias en el efecto de los cambios macroeconómicos sobre el comercio. Este modelo simplificado, con menos detalle que el modelo de pronóstico original, le permite al analista medir el impacto relativo de un cambio en el punto de referencia económico de comercio internacional por ruta y por tipo de mercancía.

El modelo de comercio toma una de dos formas. La primera relaciona el comercio con los gastos para consumo personal, la porción primaria, y la porción de importaciones, y se usa principalmente para materias primas y productos agrícolas. La segunda relaciona el comercio (importaciones) con el consumo personal, la inversión, la porción de manufacturas, y la porción de importaciones, y se usa primordialmente para productos manufacturados. Los resultados de estas ecuaciones se comparan con los datos de comercio originales de Seaflo (en ACP Rutas y Mercancías). La relación entre ajustado y actual se puede pasar desde el programa E-view a la herramienta de planificación de escenario en Access. De esta manera los datos de comercio ajustados pueden ser ajustados más aún en el módulo de Access, lo que le permite al analista poder afinar aún más los resultados.

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Ajustes al punto de referencia macroeconómico

El modelo a largo plazo permite el desarrollo de un punto de referencia macroeconómico a largo plazo al igual que de una herramienta de simulación para ajustar los elementos de ese escenario macroeconómico. Por consiguiente, sirve para dos propósitos y asegura un consistente pronóstico macroeconómico a largo plazo lo suficientemente robusto para permitir proyecciones detalladas de comercio de mercancías más allá del horizonte de pronóstico. A la vez tiene que ser lo suficientemente flexible para permitir un cambio en un supuesto clave (exógeno) o para medir el impacto de una baja cíclica en una o en varias economías.

Debido a su naturaleza doble es importante comprender cómo un cambio en un supuesto exógeno puede impactar el tráfico y tránsitos finales por el Canal. Aunque esperamos que de cada vez en cuando habrá algunos ajustes al escenario del punto de referencia macroeconómico, un cambio en los datos macroeconómicos en el modelo de comercio no debería ser hecho a la ligera. Presunciones a corto plazo reflejan los mejores esfuerzos de un equipo de economistas trabajando con información económica real. Sin embargo, presunciones a largo plazo acerca de la tasa de crecimiento económico podrían tener un impacto de envergadura sobre el comercio.

Con el afán de limitar el potencial para un “ajuste excesivo” el modelo de Access no permite ciertos ajustes. Si se ajusta el PIB, ya sea hacia arriba o hacia abajo, entonces el ajuste para consumo personal e inversión empresarial reflejarán únicamente este ajuste (el mismo ajuste). Si no se ajusta el PIB, entonces sí se permiten ajustes individuales al gasto de consumo personal y al gasto de inversión empresarial.

El comercio internacional sí se puede ajustar a nivel mundial, en cuyo caso las exportaciones e importaciones de todos los países se ajustarían de manera uniforme. El ajuste de la tasa de crecimiento de un modelo para reflejar situaciones nuevas conlleva algo de impacto sobre otros países debido al efecto comercial, pero por lo general este impacto es limitado excepto cuando se trata de un cambio de mucha envergadura o de un país que tiene un lugar prominente en el mundo. Se han diseñado los ajustes para permitirle al personal de la ACP analizar el impacto de subidas y bajadas súbitas en el crecimiento del tráfico del Canal. La herramienta de modelo

macroeconómico ha sido diseñada para permitir el desarrollo sistemático de una alternativa al pronóstico comercial de punto de referencia que viene incluido. Esta alternativa depende de un cambio en un número limitado de variables que tienen un impacto sobre el modelo a corto, mediano, y largo plazo. Estos factores son los siguientes:

- 1) Producto interno bruto [agdp]; o consumo personal [apcon], inversión empresarial [ainv] y gastos gubernamentales [agcon].
 - a) Un ajuste al PIB automáticamente cambiará cada uno de los componentes del PIB por la misma cantidad. Si al PIB no se le hace ajuste alguno, entonces se permiten ajustes individuales a cada uno de los componentes del PIB.
- 2) Ajustes al comercio internacional—comercio mundial [awding]; o importaciones de países específicos [aimg] o exportaciones de países específicos [aexg].
 - a) Usando awding es posible cambiar el comercio internacional a través de todas las rutas y mercancías. Como opción alternativa se permite un ajuste individual por país.
- 3) Los ajustes de tasas de cambio [airx] permiten cambiar la tasa de cambio por país. Un incremento positivo en el índice de tasas de cambio representa una devaluación (con relación al \$ de EE.UU.) mientras que un ajuste negativo representa una reevaluación de la moneda. Por lo general una devaluación debería reducir las importaciones y aumentar las exportaciones mientras que una reevaluación hará lo opuesto. El modelo no es muy susceptible a modificaciones en las tasas de cambio a pesar de que éstos tienen algo de impacto sobre los niveles de actividad real y sobre el comercio internacional.
- 4) Los ajustes a salarios por hora [hrwage] permiten ajustes en el flujo de ingresos disponible y tiene un impacto sobre la competitividad de países individuales en la estructura del modelo de comercio internacional. Los países que tienen flujos ascendentes de ingresos por hora pueden consumir más. Mantener un control sobre los salarios por hora es otra manera de controlar el crecimiento económico.
- 5) Las tendencias demográficas son impactadas por el crecimiento de población permitido [apop]. Ellas surten un efecto importante sobre el crecimiento económico a largo plazo. Un crecimiento más lento en países más avanzados (cuando los habitantes dejan de reproducirse) conlleva a un deterioro secular en el crecimiento económico. Para superar estas tendencias es necesario hacer inversiones adicionales al capital porque si no el camino del crecimiento económico se deteriorará. En muchos países Europeos, donde la población empezará a declinar después de 2020, la tasa de crecimiento se desacelera y hasta llega a ser levemente negativo (pero el PIB per cápita es positivo).

De ajustes macroeconómicos a ajustes detallados de ruta de la ACP y el comercio de mercancías

La herramienta macro fluye directamente a una herramienta de simulación de comercio por medio de un programa integrado E-views. Se utiliza un punto de referencia macroeconómico ajustado para modificar los datos de comercio internacional antes de ingresarlo al módulo de Tráfico ACP (en Access). Esta vinculación ocurre de manera automática, con cada modificación en el punto de

referencia macroeconómico provocando directamente a una modificación en el comercio internacional por ruta [R] y por mercancía [C].

El comercio específico por mercancía y por ruta depende de la introducción de datos desde el modelo macroeconómico. En el diagrama que sigue a continuación podemos ver la estructura del proceso de ajuste. Los aportes macroeconómicos se introducen directamente en el módulo de ajuste de comercio en E-views. Esto se hace de manera automática y el proceso que se utiliza es descrito en el diagrama. Se desarrolla un nuevo pronóstico de comercio internacional. Este pronóstico se compara al pronóstico de referencia existente para IT (sin ajuste). La relación entre estos dos IT a IT es el factor de ajuste. Este factor de ajuste es por ruta comercial y por mercancía (rutas y clasificación de mercancía de la ACP). El factor de ajuste resultante es introducido directamente en el modelo de tráfico y tránsito de la ACP en Access. Este es el punto de partida para ajustes adicionales directos al comercio a nivel del detalle de ruta y mercancía.

Gráfica 26: Ajuste del comercio macroeconómico al comercio internacional

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Análisis de riesgo

En este punto también se desarrolla el módulo de riesgo, aunque solamente se le consulta cuando se requiere un escenario de riesgo. El añadir un perfil de riesgo aleatorio al modelo permite desarrollar una franja alrededor del pronóstico. Y aunque esto permite que esta franja ancha represente los altos y los bajos basado en una distribución de las probabilidades, también podría crear confusión al momento de presentar los resultados. Debido a su propia naturaleza, el riesgo no es siempre positivo ni tampoco siempre negativo. Por el contrario, es el conjunto de factores positivos y negativos que describen el futuro.

Se consideró una simulación pura Monte Carlo pero fue rechazada debido a la complejidad y el gran tamaño del modelo. Se acordó un marco de modelo de riesgo que puede presentar una franja alrededor de un punto de referencia medular. Esta franja es descrita por la variación (medida de acuerdo con la desviación estándar) en los datos de comercio internacional en el nivel de detalle de ruta y mercancía.

Antes de echarle un vistazo de cerca a este módulo tenemos que definir a cabalidad qué es “riesgo” y cuál es la mejor manera de introducir aleatoriedad y variabilidad en el plan base. Para entender por donde entra el riesgo, tenemos que ver que el comercio internacional es altamente variable y que los pronósticos a largo plazo son pronósticos basados en una tendencia de variables clave. Estas tendencias pueden ser no-lineales y también pueden ser complejos, y por consiguiente más de una tendencia interactúa, formando una especie de patrón de interferencia (para utilizar una analogía del trabajo físico) de líneas que se cruzan. Además, un módulo de riesgo enturbia más las aguas y varía las líneas de interacción, y esto lo logra al imponer una variación estocástica en la tasa de crecimiento del mismo flujo. El núcleo de información de la ACP incluye 100 rutas y 29 productos, o sean 2900 observaciones aleatorias potenciales. Cada año es independiente y el grado de ajuste va a variar según varía el número aleatorio que se genere. Por consiguiente, el propósito de cualquier pronóstico basado en riesgo es tratar de determinar el volumen de riesgo que involucra la decisión.

Podemos llegar a entender esto pensando cómo un modelo económico relaciona el pasado con el futuro. Primero toma en cuenta todo el conjunto de datos subyacentes y desarrolla relaciones fijas

entre el patrón del pasado y el patrón del futuro. Introduce la variable dependiente (la variable que va a ser pronosticada) y los datos históricos para esa variable junto con otras variables – llamadas variables independientes – que deberían tener un impacto en ese crecimiento futuro. Entonces mide el grado de la interrelación entre la variable dependiente y las variables independientes. Puesto de la manera más sencilla, es el cambio promedio de la variable dependiente contra el cambio promedio de las variables independientes. De esta manera reduce todos los datos históricos a un solo coeficiente. Lo que esto significa es que el camino de crecimiento futuro rara vez va a ser tan dinámico como el pasado. Y mientras esto sea el caso, el pronóstico comercial producirá una tendencia de crecimiento uniforme.

Podemos ver esto en los datos de la ACP echándole un vistazo a uno de los renglones de comercio menos importantes. En este ejemplo, mostramos África a Centro América y el Caribe para productos de metal. En la Gráfica 27, vemos el período histórico y el período de pronóstico al igual que la desviación estándar calculada para el período 1990 – 2000. La desviación estándar de la tasa de crecimiento (anual) es de 83%. Como podemos ver, hay por lo menos un año en que la tendencia de crecimiento se disparó más de 200%. Podemos decir, por ejemplo, con un grado de confianza del 97.5%, que la tasa de crecimiento va a ser menos de 194% en cualquier año futuro (el crecimiento promedio es 30%, la desviación estándar es 83%, y 1.96 intervalos de confianza alrededor de la media es 30% mas un poco menos de 166%). Este ejemplo nos demuestra claramente que una franja sumamente amplia – 1.96 desviaciones estándar alrededor de la tendencia – no va a definir los riesgos reales involucrados. Es muy probable que la tasa de crecimiento actual vaya a ser menor que este incremento de casi 200% que inclusive podría haber sido el resultado de un solo embarque único.

Gráfica 27: África → América Central, metales

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Desarrollo de un algoritmo de riesgo razonable

El método que usamos aquí es el de limitar el riesgo de alguna manera que permita que se pueda hacer un estimado razonable de los límites superior e inferior. Como hemos señalado con anterioridad, estos límites pueden ser bastante amplios ya que el comercio en sí ha sido altamente variable. Ya que no hay ningún método único aceptable para añadir un perfil de riesgo a un pronóstico de tendencia, se puede añadir el riesgo haciendo una predeterminación de la distribución del mismo utilizando la probabilidad descrita por la distribución normal en sí.

Por ejemplo, sabemos que 1.96 veces de la desviación estándar definirá aproximadamente 97.5% de la variación de las series. Dos desviaciones estándar de cualquier lado de la media podrían ser demasiado ancho ya que casi cualquier tasa de crecimiento podrá entrar dentro de este espacio tan amplio. El factor que es imprescindible recordar es que el pronóstico de tendencia en sí representa una probabilidad del 50%. Una estrecha franja alrededor de esto incrementa levemente la probabilidad de que el crecimiento y el comercio serán por lo menos de este tamaño o casi de este tamaño.

La tendencia en sí representa una concertación entre la variabilidad inherente en la serie que está siendo analizada y la dirección de cambio inherente en la serie en sí. La distribución normal estándar alrededor de cero produciría tantas observaciones positivas como negativas. Si la muestra es sumamente voluminosa – más de 1000 – entonces esto debería resultar en lo que parece una distribución normal alrededor de una media de cero.

Una opción alternativa podría ser permitir un generador de número aleatorio que esté entre cero y 1 (pero siempre positivo). Un caso optimista siempre es más que la tendencia por alguna fracción de la desviación estándar. En un caso pesimista, el comercio estaría por debajo de la tendencia. Estadísticamente podemos asumir que existe una probabilidad del 50% de que el pronóstico va a ser acertado. Si este fuera el caso, entonces 1 desviación estándar por encima de la tendencia tiene una probabilidad del 67% de ser menor que la suma de la tasa de crecimiento y la desviación estándar de la tasa de crecimiento y una probabilidad de 67% de estar por encima de la tendencia de crecimiento menos la desviación estándar de la tendencia de crecimiento. Y esto ofrece el marco para la pregunta. Un generador de número aleatorio tiene una probabilidad de 50% de ser .5 y casi cero de ser 1.0 o cero, y por consiguiente una relación para determinar una tendencia “optimista” o pesimista de crecimiento podría ser formulada y utilizada para clasificar la función de probabilidad.

Ecuaciones para el análisis de riesgo

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Podemos ver el impacto del uso de este método en una sola ruta y con un solo producto en la Gráfica 28. Las dos líneas varían alrededor de la tendencia debido al uso del número aleatorio que varía entre cero y 1. En algunos casos la variable es cerca de cero, ya que la tendencia y la optimista están cerca a la misma tendencia de crecimiento. En otros casos el número aleatorio está más cerca a .5 y hasta a 1. Y aún utilizando una franja muy estrecha – medida por $\frac{1}{4}$ de la desviación estándar alrededor de la tendencia – podemos ver que para la ruta África con su variación considerable la franja puede ser bastante ancha.

Gráfica 28: Perfil de riesgo – África a América Central

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Análisis de riesgo cumulativo

Podemos ver cómo, cuando se combinan, estos patrones de crecimiento de riesgo individual crean una franja bastante estable alrededor de la tendencia de la tasa de crecimiento. En este supuesto hemos dejado espacio para una desviación estándar hacia arriba y hacia abajo con el generador de número aleatorio cero a 1 en ambos lados. El resultado es una franja ancha que define el comercio mundial probable (atravesando todos los productos y rutas). Podemos ver que es simétrico pero que las alzas y bajas son irregulares. Esta falta de regularidad es debida al mismo proceso de número aleatorio. Cuando se compara el comercio por el Canal contra el comercio mundial se verá una extensión similar asumiendo que el comercio mundial es una desviación estándar hacia arriba o hacia abajo.

Gráfica 29: Análisis de riesgo cumulativo – Todas las mercancías y todas las rutas

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Resumen del enfoque de análisis de riesgo

Resumiendo, se puede hacer un análisis de riesgo al tráfico del Canal ya sea en el punto de referencia o después de que cualquiera de los escenarios se haya definido. El análisis desarrolla

una alternativa alta y una alternativa baja basada en la desviación estándar del comercio mundial. La dispersión relativa entre alta y baja probablemente será casi la misma aunque el patrón real pueda ser diferente, ya que se utiliza un generador de número aleatorio y esta cifra cambiará cada vez que se emplea el modelo. Cada vez que se requiere un nuevo perfil de riesgo se calcula un nuevo número de disturbio aleatorio, y esto está acorde con el uso de un enfoque de evento aleatorio con relación al análisis de riesgo.

El módulo de análisis de riesgo puede ser empleado con un escenario completado. Se producirán dos alternativas – una alta y una baja – basadas en el perfil de riesgo. Al momento del análisis se desarrolla el perfil de riesgo convocando un pequeño programa de E-views, la cual envía factores de ajuste (por año, por ruta y por producto) de regreso al Modelo de Tráfico y Tránsito de la ACP para su procesamiento.

Patrón de temporada para el tráfico y tránsitos de la ACP

Los factores de temporada pueden jugar un papel principal en las operaciones del Canal, y ocurren altas y bajas en la industria naviera como resultado del flujo por temporada del comercio mundial. Esto es particularmente cierto para los productos perecederos, tales como granos, frutas frescas, vegetales, etc., y también podría involucrar algunos productos terminados. Con frecuencia el tercer trimestre del año es el más importante en cuanto a comercio ya que es la época del año en la que se adquiere la mayor parte de la mercancía antes de la llegada de la temporada de Navidad.

Algunas de las variaciones mensuales en la información sobre tránsito y toneladas del Canal pueden ser atribuidas a estos altibajos sistemáticos de los productos embarcados, mientras que otra parte de la variabilidad es estocástica – debido a patrones aleatorios del comercio. El primer tipo de variaciones es susceptible a medición pero el segundo tipo no. Los procedimientos de ajuste por temporada, que se describen a continuación, miden las diferencias sistemáticas en los datos subyacentes para poder identificar diferencias entre la tendencia y el disturbio sistemático.

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Se han desarrollado factores de temporada para cada ruta específica, mercancía, y tonelaje de tipo agregado de buque. Los pasos de este proceso son las siguientes y se llevan a cabo de manera automática con cada revisión del pronóstico de punto de referencia (e introducción de nueva información de la ACP).

Utilizando información de junio 1994 hasta junio 1999, calcule

$$\text{Share}_t = \text{TON_RCT}_t / (0.5 * \text{TON_RCT}_{t-6} + \text{TON_RCT}_{t-5} + \dots + \text{TON_RCT}_{t+5} + 0.5 * \text{TON_RCT}_{t+6}).$$

Si el denominador = 0, $\text{Share}_t = 0$.

Por ejemplo,

$$\text{Share}_{\text{Jun94}} = \text{TON_RCT}_{\text{Jun94}} / (0.5 * \text{TON_RCT}_{\text{Dec93}} + \text{TON_RCT}_{\text{Feb94}} + \dots + \text{TON_RCT}_{\text{Nov94}} + 0.5 * \text{TON_RCT}_{\text{Dec93}}).$$

1. Tome el promedio sencillo de la porción de los últimos 5 años para el mismo mes, $AverageShare_m$, donde $m = \text{enero}, \dots, \text{diciembre}$.
2. Calcule los factores de temporada para cada mes, S_m y normalice las porciones (la suma de todas las porciones = 1.0).

$$S_m = AverageShare_m / (AverageShare_{\text{October}} + \dots + AverageShare_{\text{September}})$$

Si el denominador = 0, $S_m = 0$.

El factor de temporada representa un patrón único de tráfico por el Canal. Se normaliza por completo en el Paso 3 de tal manera que cuando se usa en conjunto con información anual produce un patrón probable de tráfico por los 12 meses del año.

Integración con datos mensuales utilizando información de tráfico y tránsito de la ACP (mensual)

La próxima fase del proceso incorpora datos mensuales reales con datos estimados. Este proceso asume que la información mensual reemplaza el cálculo aproximado para los meses en los cuales está disponible. Ya que se usan los datos mensuales en el proceso de desarrollar el total de las toneladas estimadas para el año en curso las diferencias entre la suma de los meses computados más los meses estimados (y corregidos de acuerdo con la temporada) van a ser estrechas, pero debido al hecho de que los flujos por temporada pueden variar, los dos modelos pueden producir “resultados diferentes.” Por consiguiente, y por las razones citadas, los estimados mensuales deben ser vistos como cálculos aproximados.

Traducción de toneladas mensuales a nivel RCT a tránsitos e ingresos de buques

Tenemos que usar información obtenida tanto de la base de datos mensual como de la base de datos anual para desarrollar un tránsito promedio por tipo agregado de buque y un promedio de ingresos por tránsito. El pronóstico de punto de referencia es la clave para desarrollar factores que sean útiles para este análisis. El promedio está basado en el promedio de tránsitos por tonelada por tipo agregado de buque e ingresos por los meses que faltan del año y el año siguiente. Por ejemplo, tal como es el caso hoy día, si tenemos datos completos para seis meses (de octubre a marzo) entonces podemos usar esta información y la información del pronóstico para desarrollar un pronóstico de tránsito y después uno de ingresos.

Toneladas por tránsito (año 2000) = (toneladas_RCT 2000 – toneladas reales para octubre-marzo) / (tránsitos_RCT 2000 – tránsitos reales para octubre -marzo).

Divida la tonelada_RCT mensual por las toneladas promedio por tránsito para el año correspondiente para obtener el tránsito_RCT mensual. Utilice información real de tránsito para los meses en que está disponible del año en curso.

Calcule el ingreso promedio por tránsito utilizando información anual al nivel RCT para el año en curso y los dos años siguientes. Para el año en curso, hágalo solamente para los meses del pronóstico. Multiplique el tránsito_RCT mensual por el ingreso promedio por tránsito del año correspondiente para obtener el ingreso RCT mensual. Utilice información de tránsito real para los meses en que está disponible del año en curso.

Utilización de información de temporada para proyectar toneladas mensuales, ingresos y tránsitos

El cálculo de los patrones de temporada para el Canal tiene que ser al nivel RCT. En el nivel agregado la cambiante mezcla de mercancías transitando el Canal va a hacer variar los patrones de temporada para el Canal como un todo. Después de recoger toda la información de mercancías por ruta y pasarla de rutas a tipos de buque entonces se puede hacer un estimado de los requisitos de recurso humano a corto plazo y los ingresos mensuales que se espera recolectar. La información mensual le proporciona al CFO [Jefe de Finanzas] del Canal una mejor idea de los ingresos anticipados, y esto permite hacer ajustes al estimado final de tráfico e ingresos para el año en curso. Mientras el tránsito total por tipo de buque puede ser útil, para que estos estimados sean aún más relevante para las operaciones del Canal tienen que ser convertidos a tránsitos por manga y a ingresos por manga. La primera de estas categorías permite una proyección más cuidadosa de los requerimientos futuros para mano de obra (remolcadores, prácticos, pasacables), y la segunda le permite al CFO medir la rentabilidad del Canal (ingresos menos costo de tránsito).

Tránsitos por manga – Mensual y anual

Los requisitos operativos del Canal se benefician con una proyección de patrones probables de tránsitos de buques por manga. Los requisitos para remolcadores, prácticos y pasacables depende de la distribución de tránsitos de buque por manga. Los buques con mangas más grandes requieren recursos adicionales del Canal. El ancho de la manga varía de acuerdo con el tipo de buque y las categorías de tamaño aunque el tamaño medido por TPM no es, por sí solo, una medida apropiada para manga. Los buques tienen todo tipo de tamaños y de formas. Pueden ser anchos pero cortos, largos pero angostos, o tener cualquiera de las dimensiones intermedias. Las organizaciones con operaciones a gran escala necesitan manejar la información por elementos de costo. No todas las actividades de una compañía pueden operar como centros que generan utilidades y no todas las “ventas” generan los mismos ingresos o el mismo nivel de ganancias. Las características operativas de los buques contribuyen a los costos incurridos por el Canal. En cuanto a los peajes cobrados, los buques grandes y pequeños pueden costar más que los buques de tamaño mediano.

Al desarrollar nuestra clasificación inicial de buques de acuerdo con su tamaño asignamos todos los buques pequeños (de menos de 10,000 TPM) a la clasificación por tamaño S01. Dentro de este grupo incluimos muchos buques pequeños con un tamaño de menos de 300 toneladas. El costo de tránsito de estos buques es desproporcionadamente más alto que para los buques más grandes ya que requiere la misma cantidad de agua y con frecuencia más, en vez de menos, pasacables. Es posible que los cobros hechos por el Canal por servicios prestados no tomen completamente en cuenta estos requisitos de recursos. Para rendir cuentas de estos buques más pequeños hemos incluido una quinta categoría de tránsito para buques de un tamaño de menos de 300 toneladas.

Solamente podemos lograr un aproximado del patrón de tránsitos de buques por manga. Para lograr esto la base de datos del Canal ha sido preparada para desarrollar factores para tránsitos de buques por dimensiones de manga y por tipos de buques. Ya que la distribución de buques por manga puede variar a través del tiempo, es necesario desarrollar factores para distribuir los tránsitos de buques por categorías de manga. Por lo general la ACP utiliza cuatro categorías:

- B0: Buques < 300 toneladas
- B1: >300 toneladas y < 80 pies
- B2: >300 toneladas y >80.1 < 89.9

- B3: >300 toneladas y >89.9 < 99.9
- B4: >300 toneladas y >99.9.

Los pasos para desarrollar un cálculo de punto de referencia para tránsitos por manga son las siguientes, para información anual:

1. Calcule para cada tipo de buque T y cada clasificación por tamaño S la distribución de tránsitos por las cuatro categorías de manga para 1999 para todos los tránsitos con carga y todos los tránsitos en lastre.
2. Calcule el total de tránsitos por tipo de buque T y clasificación por tamaño de buque S tanto con carga y en lastre.
3. Multiplique la distribución de tránsitos de buques por ancho de manga por el total de tránsitos de buques en el nivel TS.
4. Para buques de un tamaño mayor que el máximo permitido por el Canal actual asumimos 100% en B4 (>100 pies).

Se proyectan los tránsitos mensuales por tipo de buque (pero no por clasificación por tamaño). Para desarrollar la distribución por manga utilizamos el promedio para todas las clasificaciones de tamaño:

1. Calcule para cada tipo de buque T la distribución de tránsitos por las cuatro categorías de manga para 1999 para todos los tránsitos con carga y todos los tránsitos en lastre.
2. Calcule el total por tipo de buque T de la información mensual en el nivel RCT (y clasifique por ruta y tipo de mercancía).
3. Multiplique la distribución por categoría de manga por los tránsitos en el nivel de tipo de buque T.
4. Calcule los tránsitos de buques por categoría de manga (numero absoluto de tránsitos) mensualmente por tipo de buque. Anexe los resultados de la multiplicación de tránsitos de buques a distribución al cuadro mensual de tránsitos por categoría de manga.

Ingresos mensuales por categoría de manga

Solamente proyectamos ingresos en el nivel mensual. En el nivel anual hay demasiadas incógnitas acerca de los ingresos generados por los buques de tamaños más grandes. Además, los ingresos por manga tampoco ofrecerían un conjunto de datos útiles para un análisis detallado del tercer juego de esclusas. Sin embargo, en el nivel mensual los ingresos por mes por manga sí pueden ayudar a los planificadores financieros del Canal a entender la verdadera rentabilidad por mes al permitir la asignación completa de todos los costos mensuales a los ingresos. Con frecuencia los buques más pequeños no pagan el costo completo de su tránsito. Comprender hasta qué punto esto afecta los ingresos y los costos es importante para asegurar dos cosas:

1. Tránsitos con un precio justo – en los cuales buques de diferentes tamaños pagan un peaje consistente con al menos los costos variables asociados con el tránsito; y
2. Proyectando los ingresos futuros de forma mensual y asignando los costos variables y fijos de manera correcta.

Solamente se puede lograr un aproximado de estos costos, pero este aproximado es mucho mejor ya que los costos de mano de obra asociados con cada tránsito van a variar de manera considerable dependiendo de la manga del buque.

Los ingresos mensuales se proyectan por clasificación por tamaño de manga y por tipo de buque (T). La distribución de ingresos está basada en las categorías de manga (B0...B4). Igual que con los tránsitos, desarrollamos las distribuciones con base en el último año completo de información (1999).

1. Calcule para cada tipo de buque T la distribución de los tránsitos de buques por las cuatro categorías de manga para 1999 para todos los ingresos de tránsitos con carga y todos los ingresos de tránsitos en lastre.
2. Calcule el ingreso total por tipo de buque T de la información mensual.
3. Multiplique la distribución por categoría de manga por los ingresos en el nivel de tipo de buque T.
4. Calcule los ingresos por categoría de manga (numero absoluto de tránsitos) mensualmente por tipo de buque. Anexe los resultados de la multiplicación de tránsitos de buques a distribución al Cuadro mensual de tránsitos por categoría de manga.

Apéndice: Modelo de flota mundial

Objetivo

El propósito de este modelo es desarrollar un pronóstico de la cantidad total de buques en la flota mundial clasificado por tipo y tamaño para el período que abarca desde hoy hasta el año 2050. Está basado en datos históricos de la flota mundial desde 1989 hasta 1999 del Institute of Shipping Logistics (ISL), velocidad promedio y costos operativos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, distancias promedios por tránsito estimado de la Publicación 151 de NIMA 151 (Distancias Entre Puertos), y el modelo MergeGlobal para el comercio marítimo mundial, SeaFlow. Además, los cálculos de los costos de los buques requieren información sobre utilización promedio de buques, peajes promedios, y el promedio del tiempo requerido para transitar el Canal. Se obtuvo esta información sumando los datos históricos de la ACP.

El objetivo primordial de un modelo de crecimiento de la flota mundial clasificado por tipo y tamaño es el de proyectar tamaños de buques progresivamente más grandes sobre un horizonte a largo plazo. La ACP no pudo localizar ninguna base de datos disponible comercialmente que extendiera los pronósticos de información sobre la flota más allá del horizonte a muy corto plazo descrito en el libro de pedidos de la flota. El modelo que se creó no es ideal, pero si ofrece una base para desarrollar un análisis más refinado de la cambiante estructura de la flota marítima mundial.

Información sobre los buques por tamaño y tipo

La información de ISL incluye los años de 1989 hasta 1999 inclusive. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército tenía información disponible para los años 1979, 1983, y 1986, desde 1987 a 1992 inclusive, 1995, 1998, y 1999. Se tomó la decisión de usar la información del Cuerpo de Ingenieros de 1987 a 1999, llenando los años faltantes por medio del método de escalas. Los registros del Canal de la ACP que fueron utilizados van desde 1987 hasta principios del 2000.

Tipo de buque

Los siete tipos de buques utilizados en este modelo son el conjunto de los tipos de buques mencionados en los datos de la flota mundial de ISL: buques petroleros, buques quimiqueros, gaseros, buques de carga a granel (incluyendo todos los mineraleros/graneleros/petroleros - OBO, por sus siglas en inglés), buques de línea regular (también conocidos como buques portacontenedores) y buques de carga general dividido en dos categorías: buques de cubiertas múltiples (incluyendo los ro-ro) y buques de una sola cubierta (incluyendo todos los otros buques de carga general). La información del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (COE) usa solamente cuatro tipos de buques: tanqueros, buques de carga a granel, buques portacontenedores (de línea regular) y de carga general. Se tomó la decisión de usar las cifras de tanqueros para los tres tipos de tanqueros, y las cifras de los buques de carga general para los ambos tipos de buques de carga general. Además, solamente se usaron los valores para buques extranjeros ya que los costos para los buques de EE.UU. son mucho más altos y los buques de los EE.UU. representan una porción muy pequeña de la flota mundial.

Cuadro 17: Tipos de buques en el modelo de flota

Tipo de buque	Designación
---------------	-------------

Petrolero	TO
Tanquero quimiquero	TC
Gasero	TL
Granelero	BK
Buque de línea regular	LI
Carga general (Multi cubiertas)	GA
Carga general (Una sola cubierta)	GO

Tamaño de buque

Los buques en la flota mundial están divididos en 19 clasificaciones por tamaño, medido en TPM. Éstas están basadas en agregaciones hechas a las clasificaciones por tamaño en los datos de ISL sobre la flota mundial. Para crear estas clasificaciones de tamaño fue necesario resolver las diferencias entre los datos del COE y los datos del ISL. Las medidas del COE son para buques promedios y no para clasificaciones de tamaños, y los tamaños que utiliza no son cónsonos con las categorías de tamaño que usa el ISL. En aquellos casos en que los tamaños de buque COE cabían dentro de una de las clasificaciones de tamaño que habíamos designado, utilizamos los valores COE para esa clasificación por tamaño. En algunos casos fue necesario sacar un promedio de los valores COE para completar velocidad promedio y costos operativos del buque. Ya que los datos COE no cubren la gama completa de clasificaciones de tamaño para cada tipo de buque, fue necesario extender los valores proporcionalmente por arriba y por debajo de los tamaños de buque estipulados.

Cuadro 17: Comparación entre COE y clasificaciones por tamaño de buques ACP/MGI

Clasificación por tamaño de MergeGlobal	Rango TPM	Tamaño de buques de COE por tipo de buque		Tamaño de buques de COE por tipo de buque		Tamaño de buques de COE por tipo de buque		Tamaño de buques de COE por tipo de buque	
		TK		BK		LI		GC	
S01	<10,000	estimado		estimado		9000		11000	
S02	10,000<<15,000	estimado		estimado		14000		14000	
S03	15,000<<20,000	20,000		Prom. 15000	20000	17000		16000	
S04	20,000<<25,000	Prom. 20,000	25000	Prom. 20000	25000	23000		24000	
S05	25,000<<30,000	Prom. 25000	30000	Prom. 25000	30000	Prom. 23000	31000	24000	
S06	30,000<<40,000		35000		35000	Prom. 31000	39000	30000	
S07	40,000<<50,000		45000*		45000	Prom. 42000	48000	estimado	
S08	50,000<<60,000	Prom. 50000	60000		55000		55000	estimado	
S09	60,000<<70,000	Prom. 60000	70000	Prom. 60000	70000		66000	estimado	
S10	70,000<<80,000	Prom. 70000	80000	Prom. 70000	80000	Prom. 66000	82000	estimado	
S11	80,000<<90,000	Prom. 80000	90000	Prom. 80000	90000		82000	estimado	
S12	90,000<<100,000		90000	Prom. 90000	100000		estimado	estimado	
S13	100,000<<125,000		120000		120000		estimado	estimado	
S14	125,000<<150,000	Prom. 120000	150000	Prom. 120000	150000		estimado	estimado	
S15	150,000<<175,000	Prom. 150000	175000	Prom. 150000	175000		estimado	estimado	
S16	175,000<<200,000	Prom. 175000	200000	Prom. 175000	200000		estimado	estimado	

S17	200,000<<250,000	Prom.	200000	265000		200000			estimado		estimado
S18	250,000<<300,000		265000			estimado			estimado		estimado
S19	300,000<		325000			estimado			estimado		estimado

Costos de los buques

El primer paso para preparar el modelo de Buque es el de obtener la información del costo del buque y de compararlo a los tipos de buque y la clasificación por tamaños en el modelo. Un conjunto de programas obtiene los costos del buque y las distancias de las rutas de archivos Excel, y el buque sale vertiginosamente de un Cuadro en E-Views. Para completar los años faltantes (1993, 1994, 1996, y 1997, al igual que los años hacia atrás hasta 1980 y hacia adelante hasta 2050), los costos del buque fueron divididos en costos por combustible y costos no relacionados con combustible. Se extendieron los costos por combustible siguiendo la tendencia de los precios del crudo, y los costos no relacionados con combustible de acuerdo con la condición económica general según lo indica el índice de deflación de los precios. Para un cuadro que muestra de manera detallada los costos de un buque a través de los años véase el Cuadro 20.

Calculando promedios

Al principio, se calculó TPM promedio para cada tipo de buque y clasificación por tamaño durante el período histórico (1989 - 1999) para obtener la tendencia histórica. En los casos donde no había buques, se incluyó el promedio de TPM máximo y mínimo para esa clasificación por tamaño. Además, se calculó el TPM promedio para el tipo de buque en general dividiendo TPM total para todas las clasificaciones de tamaño entre la cantidad total de buques de ese tipo. Los costos operativos diarios promedio por tonelada por tipo de buque y clasificación por tamaño también se calcularon de la siguiente manera. El costo operativo diario total del buque (del COE) es dividido por TPM promedio transportado por un buque de ese tipo y clasificación por tamaño, multiplicado por la utilización promedio del buque (información obtenida de los datos históricos de la ACP).

Tiempo en ruta

Los días promedio por ruta fueron necesarios para calcular los requisitos de buque para la flota mundial. Los días promedio por ruta por tipo de buque y clasificación por tamaño fueron derivados de la velocidad de los buques (COE) y las distancias promedio para cada ruta (del documento NIMA). Las rutas fueron las 169 rutas entre las 11 regiones ACP. Una distancia promedio se encuentra entre cada par de regiones y, cuando la ruta por el Canal es más ventajosa que o comparable a otra ruta, se usó la distancia por el Canal. El número promedio de días por ruta se obtuvo dividiendo la distancia promedio para esa ruta por 24 veces la velocidad de ese tipo y tamaño de buque en millas náuticas por hora.

Pronóstico de requerimientos de los buques

Se pronosticaron los requerimientos de los buques por tipo de buque y clasificación por tamaño utilizando varios factores. La cantidad total de toneladas transportadas de cada una de las 29 mercancías por ruta se obtuvo de las bases de datos SeaFlow. Las mercancías fueron asignadas a los tipos de buque de acuerdo con nuestro conocimiento acerca del tipo de mercancías que transporta cada tipo de buque.

Cuadro 18: Relación entre tipo de buque y grupos de mercancías

Tipo de buque	Clasificación de la mercancía
TO	P21
TC	P20, P25
TL	P22, P24
BK	P03 - P07, P09 - P19, P23, and P26
GA	P27
GO	P01, P02, P08, and P29
LI	P28

El TPM promedio para cada tipo de buque y clasificación por tamaño proviene de los datos ISL sobre la flota mundial. Para los años que anteceden y siguen el período histórico se está utilizando el último (o el primer) valor disponible. Se calcula el número promedio de días para cada ruta comercial. Las toneladas promedio transportado por un buque es igual al promedio TPM multiplicado por la tasa de utilización del buque, que se asume sea 0.65 para buques de línea y 0.8 para todos los otros tipos de buque.

Los requerimientos del buque, por tipo y tamaño, se determinan igual a las toneladas transportadas por ruta divididas por las toneladas promedio transportadas en cada viaje, y por el número promedio de viajes que un buque puede hacer en el transcurso de un año. Se asume que el número de viajes de un buque es 365 días dividido por el promedio de días por viaje en una ruta específica. Para BK, TK, y GA, se asume que en el viaje de regreso viene vacío. También se asumió un promedio de 5 días de tiempo muerto entre viajes.

Esto nos lleva a la siguiente ecuación para los requerimientos del buque:

Ecuación: Requerimientos del buque por tipo de buque en todas las rutas

SHIPREQ = Sum by Route(TONS/((AVERAGEDWT * UTILIZATION) * ((DAYSPER ROUTE + 5) * 1 or 2)/365))

El modelo

Se desarrolla un modelo econométrico que enlaza el número de buques por clasificación por tamaño con los requerimientos del buque. Para lograr esto, se desarrolló una serie de variables instrumentales que pueden ordenar los buques por clasificación por tamaño y tipo. Estas agrupaciones de buques son importantes ya que con frecuencia hay mucho ruido en la información modular de la ISL. Los buques no se mueven de manera uniforme, sino en incrementos irregulares.

Variables instrumentales

Se utilizaron dos tipos de variables instrumentales. La primera hacía una distinción entre los diferentes tipos de buques y fue utilizado en el modelo para TPM promedio. La segunda hacía una

distinción entre grupos por tamaño: pequeño, mediano, grande y jumbo, en el caso de los petroleros y graneleros. La agrupación en cada una de estas variables instrumentales es diferente para cada tipo de buque. Por ejemplo, no hay ningún “buque jumbo” en la categoría de carga general.

Cuadro 19: Planimetría instrumental variable por tipo y tamaño

	TO	BK	GO	LI	TL	TC	GA
S01	PEQUEÑO						
S02	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	PEQUEÑO
S03	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	PEQUEÑO
S04	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO
S05	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	MEDIANO
S06	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	MEDIANO
S07	PEQUEÑO	PEQUEÑO	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	GRANDE
S08	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE	
S09	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE	
S10	MEDIANO	MEDIANO	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE	
S11	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE		
S12	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE			
S13	GRANDE	GRANDE	GRANDE	GRANDE			
S14	GRANDE	GRANDE					
S15	GRANDE	GRANDE					
S16	GRANDE	GRANDE					
S17	JUMBO	JUMBO					
S18	JUMBO	JUMBO					
S19	JUMBO	JUMBO					

Ecuación para el TPM promedio por tipo de buque

El TPM promedio es modelado utilizando un método Least-Squares con el comercio internacional (ITWD?) y una tendencia cronológica. El comercio internacional es modificado por una serie de variables instrumentales, lo que permite la separación del impacto del comercio sobre TPM.

Ecuación para el TPM promedio por tipo de buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Los resultados indican que según ha ido aumentando el comercio mundial, el tamaño total promedio en TPM para los buques petroleros y quimiqueros, los de carga a granel y los de carga general de múltiples cubiertas (generalmente para automóviles) ha ido disminuyendo. Esto es consistente con la descentralización de refinerías y las fábricas de acero y de automóviles. Los gaseros, otros buques de carga general (como los frigoríficos) y los buques de línea regular han experimentado un incremento en TPM promedio total debido al incremento en el comercio mundial. Un incremento en la demanda de los países más ricos para mercancías refrigeradas y el desarrollo reciente del comercio en contenedores brindan apoyo a esta conclusión.

TPM por tipo de buque y tamaño de buque

El TPM total por tipo de buque y clasificación por tamaño es modelado utilizando un método Least Squares con el total de los costos diarios del buque (STOT?), la cantidad de buques de ese tipo y clasificación por tamaño, y una tendencia cronológica. En este caso no hay variables instrumentales ya que la información atraviesa las clasificaciones de manera transversal. Se desarrolla un modelo por separado para cada tipo de buque.

Ecuación para el TPM total por clasificación por tamaño por buque

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Se desarrollan siete ecuaciones individuales (una para cada uno de los tipos de buque ISL). Cada tipo de buque individual utilizó una escala de tamaño diferente. Por ejemplo, solamente tanqueros y graneleros fueron encontrados históricamente en las 19 clasificaciones de tamaño, así que se limitaron las variables del conjunto para reflejar la flota mundial histórica y actual y para contener las escalas mostradas en el Cuadro arriba bajo variables instrumentales. Por ejemplo, la variable del conjunto para buques de carga general de múltiples cubiertas solamente cubre la escala desde S01 hasta S07. Los datos ISL no incluyen buque alguno fuera de esa escala para este tipo de buque.

El modelo indica que el TPM total para todos los tipos de buques crece de manera consistente con el incremento en el número de buques. Para la mayoría, el coeficiente es cerca de 1.0, pero el crecimiento de TPM es particularmente fuerte para buques de línea regular (coeficiente 1.44) y buques de una sola cubierta y otras de carga general (coeficiente 1.49). El hecho de que el TPM aumenta de manera más rápida que el número de buques indica que los buques en general están creciendo, y particularmente estos dos tipos de buques. Estos coeficientes grandes identificaron los tipos de buque que fueron más difíciles de modelar, debido al histórico crecimiento rápido de los buques de línea más grandes y los buques de carga general. Los costos de los buques tienen un efecto mucho menor en el TPM total de los varios tipos de buques, con los diferentes coeficientes cubriendo una escala que va desde -0.110 para buques de carga general de una sola cubierta hasta $+0.143$ para buques de línea. Aquí un coeficiente negativo le daría un pequeño equilibrio al crecimiento de TPM mientras el número de buques va en aumento. El coeficiente positivo probablemente pertenece a los tipos de buques que ofrecen una manera más eficiente de transportar las mercancías mientras los precios van en aumento.

Buques por clasificación por tamaño

La cantidad total de buques por tipo de buque y clasificación por tamaño fue modelado utilizando un modelo individual para cada tipo de buque. Se utilizó un método Least-Square. Para variables independientes el modelo utiliza los requerimientos del buque (calculado como fue descrito con anterioridad), la relación entre TPM promedio de la clasificación por tamaño y la del tipo de buque en general, y la relación entre los costos operativos diarios promedio por tonelada de la clasificación por tamaño y la del tipo de buque en general. Los requerimientos del buque y las relaciones de costos se multiplican por variables instrumentales para las agrupaciones por tamaño.

Ecuación por número de buques por tipo y tamaño

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Debido a que la cantidad de buques de línea creció de manera tan dramática a lo largo del período histórico de 1989 a 1999, especialmente en las clasificaciones de tamaño más grandes, no fue fácil obtener un modelo razonable para los buques de línea. Como resultado, se tomó la decisión de restringir el crecimiento de buques de línea manteniéndolo en conformidad con el crecimiento de los requisitos de los buques, para ligarla de una manera más directa con el comercio mundial y los costos navieros. Se utilizaron las ecuaciones a continuación para determinar los valores para buques de línea regular:

(Véase gráfica en la versión en inglés.)

Además, ya que había un vacío observable en los datos de 1994 para todos los buques de Carga General de múltiples cubiertas, se tomó la decisión de modelar este tipo de buque usando solamente la información desde 1994 hacia adelante.

Análisis

La cantidad de buques a granel crece según el número de buques requeridos aumenta. El efecto más importante se observa en los buques de este tipo medianos y grandes (coeficientes de 0.91 y 0.86, respectivamente). La cantidad de mineraleros pequeños y jumbo (cargueros Cape) también va en aumento pero a un paso más lento con coeficientes (de 0.31 y 0.41, respectivamente). Esto sugiere una gravitación desde los graneleros más grandes y más pequeños hacia los graneleros de tamaño mediano. El coeficiente para la relación entre el TPM promedio para tipo de buque por clasificación por tamaño y el TPM promedio para el tipo de buque en general es altamente negativo (-1.87), lo que indica que cuando el TPM promedio para este tipo de buque en una clasificación específica de tamaño va en aumento, el número de buques irá en descenso. El efecto de un incremento en la relación entre costos operativos promedio de buque por clasificación por tamaño y el promedio para el tipo de buque en general es positivo para buques graneleros pequeños y jumbo (coeficientes 1.21 y 0.41) y negativo para buques graneleros medianos y grandes (coeficientes -0.24 y -0.75). Esto sugiere que cuando los costos de una clasificación por tamaño particular sobrepasan el crecimiento general en costos operativos, los cargueros a granel jumbo y los buques a granel pequeños siguen siendo los más rentables para el transporte de mercancía a granel.

Según iban en aumento los requerimientos de los buques, se pronosticó que la cantidad de buques de carga general de múltiples cubiertas iba a disminuir en el tamaño pequeño (coeficiente -0.21) y a aumentar de manera más fuerte en el tamaño mediano (coeficiente 0.34). Los buques más grandes demostraron una tendencia menor a aumentar con los requerimientos de los buques (coeficiente 0.04). Esto sugiere un desplazamiento desde los buques más pequeños hacia los buques de tamaño mediano mientras va aumentando los requerimientos de los buques. Al igual que los buques de carga a granel, estos buques evidenciaron una tendencia fuerte a disminuir su número mientras que el TPM promedio del tipo de buque en particular aumentaba (coeficiente -0.88 para la relación entre TPM promedio por clasificación por tamaño y TPM promedio por el tipo de buque). Los coeficientes para la relación entre costos operativos diarios promedio por clasificación por tamaño y los costos operativos diarios promedio para el tipo de buque en general (-2.32 para los pequeños, -0.25 para los medianos, y 0.31 para los grandes), demuestran que con un incremento en los costos operativos diarios promedio para un grupo específico de tamaño, la

cantidad de buques pequeños y medianos disminuye pero la cantidad de buques más grandes, que son más rentables, continúa creciendo.

El número de buques de carga general de una sola cubierta (y otras) medianos y grandes se vio fuertemente afectado por un aumento en los requerimientos de los buques. Los coeficientes (-1.83 para los buques grandes y -1.99 para los de tamaño mediano) denotan una tendencia a desplazarse desde los cargueros más grandes a los medianos. Los cargueros pequeños de este tipo tienen la tendencia de disminuir en número levemente mientras los requerimientos de los buques aumentan (coeficiente -0.02). El coeficiente de la relación entre TPM promedio por clasificación por tamaño y el TPM promedio total por tipo de buque (-3.69) indica que mientras el TPM promedio para una clasificación por tamaño específico aumenta, el número de buques requeridos disminuye. La tasa de esta disminución es realmente dramática. Como ocurre con los buques de carga general de múltiples cubiertas, el aumento en los costos operativos diarios promedio para la clasificación por tamaño con relación a los del tipo de buque en general genera un aumento correspondiente en la cantidad de buques grandes (coeficiente 1.29), que tienen una mejor economía naviera, y una reducción correspondiente en los buques medianos (coeficiente -0.20) y en los más pequeños (coeficiente -0.47).

El aumento en la cantidad de buques requeridos aumenta el número de buques quimiqueros en todos los grupos de tres tamaños, pero más fuertemente en los buques de tamaño mediano. El coeficiente para buques quimiqueros de tamaño mediano es 1.28, comparado con 0.73 para los más pequeños y 0.58 para los más grandes. El aumento en TPM promedio para una clasificación por tamaño específico se reflejó en una reducción en la cantidad de buques, pero no tan fuertemente como para los buques de carga general de una sola cubierta (el coeficiente para la relación entre TPM para la clasificación por tamaño y TPM promedio total es -1.65). Mientras los costos operativos diarios por tonelada de los buques más pequeños van aumentando con relación al promedio total para el tipo de buque, la cantidad de buques de tamaño pequeño y mediano disminuye (coeficientes -3.84 y -1.64), y la cantidad de buques más grandes aumenta: esto refleja su costo operativo más bajo con relación a los grupos de otros tamaños.

Los gaseros demuestran un crecimiento equilibrado en números mientras se aumentan los requerimientos de los buques (coeficientes 0.24 para los más pequeños, 0.29 para los medianos, y 0.26 para los gaseros más grandes). Aumentos en los costos operativos diarios promedio, con relación al conjunto, disminuyen la cantidad de buques más pequeños (coeficiente -0.83) y aún más fuertemente los de tamaño mediano (coeficiente -2.62), mientras favorece la cantidad de los cargueros más grandes (coeficiente 0.34).

Por último, los buques petroleros muestran consistentemente una tendencia a incrementar el número de buques de tamaño grande y jumbo mientras los requerimientos de los buques van en aumento, y de reducir la cantidad de buques de tamaño mediano y pequeño (coeficientes -0.06 para los pequeños, -0.22 para los medianos, 0.27 para los grandes y 0.29 para los jumbo). El hecho de que la cantidad de tanqueros más pequeños esté afectada en menor escala parece reflejar la necesidad persistente para tanqueros que dan servicio en las rutas cortas. Para las rutas más largas la mayor rentabilidad de los buques más grandes parece alejar la tendencia de los tanqueros de tamaño mediano. Es interesante notar que mientras el TPM promedio en la clasificación por tamaño aumenta con relación al TPM total para el tipo de buque, la cantidad de buques se incrementa de manera mínima (coeficiente 0.04).

Para avalar aún más este argumento, podemos echarle un vistazo de cerca a la manera en que los costos económicos del crecimiento de buques causan su impacto. Los aumentos en los costos

operativos promedio para el tipo de buque en general favorece el aumento de la cantidad de Petroleros pequeños y grandes, mientras se va reduciendo la cantidad de buques de tamaño jumbo y mediano. Al mismo tiempo, mientras los costos operativos diarios para la clasificación por tamaño individual aumentan con relación a los costos operativos total promedio por buque, son los buques de tamaño mediano y jumbo los que resultan favorecidos (los coeficientes para la relación entre costos operativos promedio para la clasificación por tamaño y los costos operativos promedio para el tipo de buque en general son -1.11 por los buques-tanque pequeños, 0.52 por los medianos, -1.09 por los grandes y 0.26 por los de tamaño jumbo). Para los buques pequeños y grandes, estos coeficientes son significativos.

Ajustes a la solución del modelo

Debido al crecimiento rápido histórico de buques de una sola cubierta y otros de carga general, el modelo pronosticó una tasa de crecimiento anual de 18% entre 2000 y 2010 para buques de este tipo de tamaño mediano. Al extender la cantidad de buques limitamos la tasa de crecimiento a 1.5 veces los requerimientos de buque pronosticados. Esto redujo a 9% la tasa de crecimiento de estos buques durante este período, produciendo un pronóstico más razonable acerca del tamaño de la flota.

Cuadro 20: Pronóstico de la flota mundial de MGI por tipo de buque y clasificación por tamaño

Basado en información de ISL e información de comercio marítimo de SeaFlow Maritime

Tanquero: Petróleo crudo														Tasas de crecimiento		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50
S01	3053	3713	4019	3846	3743	3669	3596	3514	3428	3329	3221	3103	2975	2.8%	-0.6%	-0.5%
S02	135	145	187	179	174	171	167	163	159	155	150	144	138	3.3%	-0.6%	-0.5%
S03	236	212	223	213	207	203	199	195	190	184	178	172	165	-0.6%	-0.6%	-0.5%
S04	164	127	92	88	86	84	83	81	79	77	74	71	68	-5.6%	-0.6%	-0.5%
S05	235	232	233	223	217	213	209	204	199	193	187	180	173	-0.1%	-0.6%	-0.5%
S06	441	411	412	394	384	376	369	360	351	341	330	318	305	-0.7%	-0.6%	-0.5%
S07	133	194	284	272	264	259	254	248	242	235	228	219	210	7.9%	-0.6%	-0.5%
S08	107	101	92	89	87	86	85	84	83	81	80	77	75	-1.5%	-0.4%	-0.3%
S09	147	170	172	165	162	160	159	156	154	151	148	144	140	1.6%	-0.4%	-0.3%
S10	71	43	36	34	34	33	33	33	32	31	31	30	29	-6.6%	-0.4%	-0.3%
S11	221	211	224	232	236	238	240	243	246	250	254	260	267	0.1%	0.4%	0.3%
S12	92	165	190	198	201	203	204	207	209	213	217	222	227	7.5%	0.4%	0.3%
S13	102	98	142	147	150	151	152	154	156	159	162	165	170	3.4%	0.4%	0.3%
S14	142	181	188	196	199	201	202	204	207	210	214	219	225	2.9%	0.4%	0.3%
S15	55	47	60	63	64	64	65	66	66	67	69	70	72	0.9%	0.4%	0.3%
S16	16	11	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	-6.6%	0.4%	0.3%
S17	116	77	51	55	57	59	61	63	65	68	71	76	81	-7.9%	0.9%	0.7%
S18	207	263	272	294	307	316	325	335	348	364	382	405	433	2.8%	0.9%	0.7%
S19	80	95	119	128	134	138	142	146	152	159	167	177	189	4.0%	0.9%	0.7%
Gaseros														Tasas de crecimiento		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50
S01	554	630	718	785	866	932	992	1046	1091	1140	1199	1278	1383	2.6%	1.6%	0.8%
S02	33	39	35	38	42	45	48	50	53	55	58	62	67	0.5%	1.6%	0.8%
S03	20	25	33	36	39	42	45	47	49	52	54	58	63	5.0%	1.6%	0.8%
S04	15.938	20	24	25	27	28	29	30	31	31	32	33	35	4.0%	1.1%	0.4%
S05	14.063	18	22	24	26	27	28	29	29	30	31	32	34	4.8%	1.1%	0.4%

S06	14	16	19	21	22	23	24	25	25	26	27	28	29	3.3%	1.1%	0.5%
S07	36	54	66	71	76	80	83	86	87	89	91	94	100	6.3%	1.1%	0.5%
S08	35	50	47	52	59	64	70	75	80	85	91	99	110	2.9%	2.0%	1.1%
S09	30	40	42	46	52	57	62	67	71	76	81	89	98	3.3%	2.0%	1.1%
S10	14	21	40	44	50	55	59	64	68	72	77	84	93	11.0%	2.0%	1.1%
S11	4	5	4	5	5	6	6	7	7	7	8	9	10	0.2%	2.0%	1.1%
S12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Quimiqueros														Tasas de crecimiento		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50
S01	763	1075	1022	765	605	561	538	534	537	532	512	469	415	3.0%	-3.2%	-0.9%
S02	24	41	54	60	69	78	89	101	114	130	148	171	199	8.4%	2.5%	1.9%
S03	15	23	39	43	49	56	64	72	82	93	106	122	142	9.9%	2.5%	1.9%
S04	28.121	30	27	31	35	40	45	51	58	66	75	87	101	-0.2%	2.5%	1.9%
S05	35.879	41	40	53	69	84	100	118	137	162	194	242	309	1.1%	4.7%	2.7%
S06	53	59	67	89	116	141	169	198	231	272	327	407	521	2.4%	4.7%	2.7%
S07	3	9	9	12	16	20	24	28	33	38	46	57	73	12.2%	4.7%	2.7%
S08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S10	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	8		4.7%	2.7%
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tasas de crecimiento		
Graneleros	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50	
S01	144	747	923	915	909	907	907	908	911	913	912	906	898	20.4%	-0.1%	0.0%	
S02	190	206	206	204	203	202	202	202	203	204	203	202	200	0.8%	-0.1%	0.0%	
S03	471	425	391	387	385	384	384	384	386	386	386	383	380	-1.9%	-0.1%	0.0%	
S04	514.5	464	478	474	470	469	469	470	471	472	472	469	465	-0.7%	-0.1%	0.0%	
S05	854.5	790	792	785	780	778	778	779	781	783	782	777	770	-0.8%	-0.1%	0.0%	
S06	950	895	827	820	814	813	812	813	816	818	817	811	804	-1.4%	-0.1%	0.0%	
S07	427	535	766	760	754	753	752	753	756	757	756	752	745	6.0%	-0.1%	0.0%	
S08	203	194	146	156	168	178	188	198	208	218	231	248	270	-3.3%	1.3%	0.9%	
S09	450	523	527	565	609	645	681	718	752	790	836	897	979	1.6%	1.3%	0.9%	
S10	170	218	389	418	450	477	504	531	555	584	618	663	723	8.6%	1.3%	0.9%	
S11	44	46	38	41	44	46	49	51	54	56	59	63	69	-1.4%	1.2%	0.8%	
S12	18	24	30	32	35	37	39	41	42	44	47	50	54	5.3%	1.2%	0.8%	
S13	160	111	73	78	83	88	93	97	102	107	112	120	130	-7.6%	1.2%	0.8%	
S14	143	195	175	187	200	211	223	234	244	256	270	288	313	2.0%	1.2%	0.8%	
S15	89	108	204	218	233	247	260	273	285	299	315	337	365	8.6%	1.2%	0.8%	
S16	36	41	47	51	54	57	60	63	66	70	73	78	85	2.8%	1.2%	0.8%	
S17	33	39	36	36	36	36	37	37	37	38	38	38	38	0.9%	0.1%	0.1%	
S18	13	14	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	-3.6%	0.1%	0.1%	
S19	5	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4.8%	0.1%	0.1%	
Carga general: Multi-cubierta	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Tasas de crecimiento			
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50	
S01	5829	3983	3652	3272	2973	2804	2679	2565	2449	2347	2243	2126	2013	-4.6%	-1.5%	-0.7%	
S02	1438	878	543	486	442	417	398	381	364	349	334	316	299	-9.3%	-1.5%	-0.7%	
S03	1003	869	697	625	567	535	511	490	468	449	429	406	385	-3.6%	-1.5%	-0.6%	
S04	252.3	229	229	237	246	252	257	262	267	273	279	286	294	-1.0%	0.6%	0.3%	
S05	32.705	15	12	13	13	13	14	14	14	14	15	15	16	-9.5%	0.6%	0.3%	
S06	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-24.2%	0.6%	0.3%	
S07	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-22.0%	-0.3%	-0.2%	
S08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Carga general: Otras															Tasas de crecimiento		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50	
S01	75029887	11079	14507	18703	23070	27748	32675	37772	43423	49456	56010	63522		4.0%	4.7%	1.7%	
S02	328	651	707	926	1194	1473	1772	2086	2412	2772	3158	3576	4056	8.0%	4.7%	1.7%	
S03	225	252	268	351	452	558	671	791	914	1051	1197	1355	1537	1.8%	4.7%	1.7%	
S04	76.615	165	189	293	446	602	770	932	1101	1321	1617	2037	2637	9.5%	7.3%	3.0%	
S05	19.385	74	105	163	248	336	429	520	614	736	901	1136	1470	18.5%	7.3%	3.0%	
S06	17	91	108	167	254	343	438	530	627	752	920	1159	1501	20.3%	7.3%	3.0%	
S07	63	70	131	204	310	419	535	648	766	919	1124	1417	1834	7.6%	7.3%	3.0%	
S08	7	7	21	16	13	11	10	9	9	8	8	8	8	11.7%	-3.7%	-0.1%	
S09	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0				
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S12	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0				
S13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Línea regular														Tasas de crecimiento			
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	1990-2000	2000-2020	2020-50	
S01	384	379	580	819	1142	1520	1879	2131	2213	2101	1822	1440	1036	4.2%	6.1%	-2.5%	
S02	113	175	297	415	573	757	931	1051	1091	1038	904	720	523	10.1%	5.9%	-2.4%	

S03	122	145	241	347	492	665	831	948	986	934	803	626	441	7.0%	6.4%	-2.6%
S04	129.28	227	362	505	697	919	1127	1273	1321	1257	1096	874	636	10.9%	5.8%	-2.4%
S05	113.72	133	133	168	212	254	297	338	373	381	404	450	530	1.6%	4.1%	1.2%
S06	169	203	316	494	756	1094	1521	2020	2588	3227	3933	4750	5720	6.5%	8.2%	2.7%
S07	124	212	296	350	416	482	552	622	696	782	886	1025	1219	9.1%	3.2%	1.9%
S08	47	81	111	159	225	304	397	502	616	744	886	1056	1267	8.9%	6.6%	2.4%
S09	5	35	131	211	330	490	695	940	1222	1541	1892	2296	2769	38.6%	8.7%	2.8%
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S11	0	0	15	30	60	120	241	454	518	585	665	773	921		15.0%	1.9%
S12	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4		2.5%	1.9%
S13	0	0	6	13	26	51	103	194	222	251	285	331	395		15.0%	1.9%
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Cuadro 21: Costos de los buques por parte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. por tipo y tamaño

Tipo agregado de buque	Tamaño	1980	1990	2000	1980-90	1990-2000	Tipo agregado de buque	Tamaño	1980	1990	2000	1980-90	1990-2000
Banquero	S01	\$ 8,598	\$ 12,274	\$ 14,299	3.6%	1.5%	Carga general	S01	\$ 7,281	\$ 7,930	\$ 9,449	0.9%	1.8%
Banquero	S02	\$ 8,598	\$ 12,274	\$ 14,299	3.6%	1.5%	Carga general	S02	\$ 8,113	\$ 8,631	\$ 10,888	0.6%	2.4%
Tanquero	S03	\$ 8,598	\$ 12,274	\$ 14,299	3.6%	1.5%	Carga general	S03	\$ 8,610	\$ 9,071	\$ 11,741	0.5%	2.6%
Tanquero	S04	\$ 8,805	\$ 12,632	\$ 14,608	3.7%	1.5%	Carga general	S04	\$ 10,719	\$ 10,771	\$ 14,717	0.0%	3.2%
Tanquero	S05	\$ 9,203	\$ 13,258	\$ 15,172	3.7%	1.4%	Carga general	S05	\$ 11,388	\$ 11,364	\$ 15,887	0.0%	3.4%
Tanquero	S06	\$ 9,775	\$ 14,064	\$ 15,937	3.7%	1.3%	Carga general	S06	\$ 12,058	\$ 11,958	\$ 17,058	-0.1%	3.6%
Tanquero	S07	\$ 10,119	\$ 15,014	\$ 17,030	4.0%	1.3%	Carga general	S07	\$ 12,505	\$ 12,766	\$ 18,229	0.2%	3.6%
Tanquero	S08	\$ 10,750	\$ 15,875	\$ 18,085	4.0%	1.3%	Carga general	S08	\$ 13,308	\$ 13,498	\$ 19,359	0.1%	3.7%
Tanquero	S09	\$ 11,351	\$ 16,615	\$ 19,105	3.9%	1.4%	Carga general	S09	\$ 14,062	\$ 14,127	\$ 20,449	0.0%	3.8%
Tanquero	S10	\$ 11,637	\$ 17,344	\$ 20,179	4.1%	1.5%	Carga general	S10	\$ 14,409	\$ 14,746	\$ 21,600	0.2%	3.9%
Tanquero	S11	\$ 12,036	\$ 18,026	\$ 21,177	4.1%	1.6%	Carga general	S11	\$ 14,915	\$ 15,327	\$ 22,669	0.3%	4.0%
Tanquero	S12	\$ 12,291	\$ 18,334	\$ 21,610	4.1%	1.7%	Carga general	S12	\$ 15,248	\$ 15,589	\$ 23,132	0.2%	4.0%
Tanquero	S13	\$ 13,203	\$ 20,000	\$ 24,220	4.2%	1.9%	Carga general	S13	\$ 16,356	\$ 17,005	\$ 25,923	0.4%	4.3%
Tanquero	S14	\$ 13,629	\$ 20,781	\$ 25,636	4.3%	2.1%	Carga general	S14	\$ 16,875	\$ 17,669	\$ 27,439	0.5%	4.5%
Tanquero	S15	\$ 14,310	\$ 22,122	\$ 28,239	4.5%	2.5%	Carga general	S15	\$ 17,702	\$ 18,809	\$ 30,224	0.6%	4.9%
Tanquero	S16	\$ 15,378	\$ 23,204	\$ 30,612	4.2%	2.8%	Carga general	S16	\$ 19,000	\$ 19,729	\$ 32,761	0.4%	5.2%
Tanquero	S17	\$ 17,291	\$ 25,503	\$ 34,706	4.0%	3.1%	Carga general	S17	\$ 21,326	\$ 21,684	\$ 37,138	0.2%	5.5%
Tanquero	S18	\$ 18,389	\$ 27,279	\$ 37,614	4.0%	3.3%	Carga general	S18	\$ 22,661	\$ 23,194	\$ 40,246	0.2%	5.7%
Tanquero	S19	\$ 20,561	\$ 29,547	\$ 41,059	3.7%	3.3%	Carga general	S19	\$ 25,301	\$ 25,123	\$ 43,929	-0.1%	5.7%
Granelero	S01	\$ 7,012	\$ 7,396	\$ 10,401	0.5%	3.5%	Línea regular	S01	\$ 7,259	\$ 11,219	\$ 11,043	4.4%	-0.2%
Granelero	S02	\$ 7,012	\$ 7,396	\$ 10,401	0.5%	3.5%	Línea regular	S02	\$ 7,259	\$ 11,219	\$ 12,503	4.4%	1.1%
Granelero	S03	\$ 7,172	\$ 7,893	\$ 10,695	1.0%	3.1%	Línea regular	S03	\$ 9,219	\$ 12,816	\$ 14,071	3.3%	0.9%
Granelero	S04	\$ 7,411	\$ 8,638	\$ 11,136	1.5%	2.6%	Línea regular	S04	\$ 10,918	\$ 15,889	\$ 16,989	3.8%	0.7%
Granelero	S05	\$ 7,637	\$ 9,182	\$ 11,537	1.9%	2.3%	Línea regular	S05	\$ 11,306	\$ 17,332	\$ 18,868	4.4%	0.9%
Granelero	S06	\$ 8,073	\$ 10,070	\$ 12,301	2.2%	2.0%	Línea regular	S06	\$ 12,416	\$ 19,778	\$ 22,828	4.8%	1.4%

Granelero	S07	\$ 9,134	\$ 11,167	\$ 12,980	2.0%	1.5%	Línea regular	S07	\$ 14,753	\$ 23,138	\$ 26,857	4.6%	1.5%
Granelero	S08	\$ 10,060	\$ 12,184	\$ 13,705	1.9%	1.2%	Línea regular	S08	\$ 15,972	\$ 23,368	\$ 29,346	3.9%	2.3%
Granelero	S09	\$ 10,661	\$ 13,104	\$ 14,603	2.1%	1.1%	Línea regular	S09	\$ 15,972	\$ 27,287	\$ 30,212	5.5%	1.0%
Granelero	S10	\$ 11,071	\$ 14,008	\$ 15,626	2.4%	1.1%	Línea regular	S10	\$ 15,972	\$ 27,287	\$ 35,621	5.5%	2.7%
Granelero	S11	\$ 11,582	\$ 14,851	\$ 16,702	2.5%	1.2%	Línea regular	S11	\$ 15,972	\$ 27,287	\$ 41,030	5.5%	4.2%
Granelero	S12	\$ 12,196	\$ 15,634	\$ 17,830	2.5%	1.3%	Línea regular	S12	\$ 16,296	\$ 27,753	\$ 41,871	5.5%	4.2%
Granelero	S13	\$ 13,691	\$ 17,483	\$ 20,659	2.5%	1.7%	Línea regular	S13	\$ 17,527	\$ 30,275	\$ 46,932	5.6%	4.5%
Granelero	S14	\$ 14,155	\$ 18,548	\$ 21,193	2.7%	1.3%	Línea regular	S14	\$ 18,103	\$ 31,457	\$ 49,675	5.7%	4.7%
Granelero	S15	\$ 14,619	\$ 20,412	\$ 22,130	3.4%	0.8%	Línea regular	S15	\$ 19,021	\$ 33,487	\$ 54,719	5.8%	5.0%
Granelero	S16	\$ 14,619	\$ 21,971	\$ 22,935	4.2%	0.4%	Línea regular	S16	\$ 20,463	\$ 35,125	\$ 59,323	5.6%	5.4%
Granelero	S17	\$ 14,619	\$ 22,732	\$ 23,338	4.5%	0.3%	Línea regular	S17	\$ 23,046	\$ 38,605	\$ 67,263	5.3%	5.7%
Granelero	S18	\$ 15,547	\$ 24,315	\$ 25,291	4.6%	0.4%	Línea regular	S18	\$ 24,528	\$ 41,294	\$ 72,902	5.3%	5.8%
Granelero	S19	\$ 17,382	\$ 26,337	\$ 27,605	4.2%	0.5%	Línea regular	S19	\$ 27,460	\$ 44,727	\$ 79,584	5.0%	5.9%

