

Programación con Objetos 2 - UNQ

Trabajo Final - 2do. Sem. 2025

Versión: 1.1

Última Modificación: 14/10/2025

Terminal Portuaria

Las terminales portuarias (o puertos) reciben cargas que, mediante buques, se trasladan hacia otras terminales portuarias. La operatoria de estas terminales abarca la gestión y articulación del tráfico de cargas, buques, transportes terrestres y todos los actores que forman parte del ecosistema portuario. El objetivo de este trabajo consiste en modelar la gestión de una de tales terminales.



Ecosistema portuario básico

Navieras y circuitos

Entre los actores principales de este negocio se encuentran las Líneas Navieras (o simplemente “navieras”) que son empresas marítimas que cuentan con un conjunto de buques destinados al transporte de mercancías. Cada naviera se enfoca en cubrir con sus buques un conjunto de circuitos marítimos, cada uno de los cuales consiste en una secuencia unidireccional y cerrada de Terminales Portuarias (la última se conecta a la de inicio) repartidas en distintos lugares del mundo. De esta forma, cada vez que alguien desea enviar una carga de un puerto a otro, debe encontrar un circuito de alguna naviera que contenga a los puertos de origen y destino. Pueden existir distintos circuitos que contengan a ambos puertos, aunque esto no implica que tengan los mismos puertos intermedios entre ellos dos.

Al trayecto entre dos puertos consecutivos de un circuito se lo llama “tramo” y, como se explicará más adelante, el precio final del transporte considerará de alguna manera el precio de cada uno de los tramos cubiertos. Se conoce el tiempo que lleva recorrer cada tramo, por lo que puede calcularse perfectamente el tiempo de traslado de una carga entre dos terminales cualesquiera de un circuito.

Viajes

Recorrer un circuito completo puede llevar varias semanas o incluso meses. Es por esto que un mismo circuito de una naviera generalmente es recorrido por varios de sus buques al mismo tiempo. Es decir, cada naviera establece fechas de salida frecuentes de distintos buques desde la terminal de inicio del circuito, lo cual define determinísticamente un cronograma con fechas concretas de arribo a cada uno de los puertos de ese circuito, puesto que se conoce el tiempo de recorrido de cada uno sus tramos.

Se llama “viaje” al recorrido de un circuito por parte de un buque determinado con una fecha de inicio de recorrido determinada, siempre considerando como lugar de inicio a la terminal origen de ese circuito. Estos viajes, que definen un cronograma con fechas concretas de arribos a los distintos puertos intermedios, son publicados por las navieras de forma tal que las personas que quieran realizar envíos conozcan con precisión la fechas de llegada del buque a cada una de las terminales, siendo de su interés particular, aquellas dos que se constituyen como origen y destino de su carga. De esta forma, todo envío concreto se realiza en un determinado viaje.

Containers

El container es la forma más utilizada de transporte; la mercancía se transporta dentro de ellos, usualmente cerrados mediante trabas y candados, y también precintados. Cada contenedor cuenta con un identificador de 11 caracteres de acuerdo a lo establecido por el estándar internación al donde los primeros 4 son alfabéticos correspondiente al dueño del contenedor (no cambian de dueño) y los restantes 7 son números. De cada container se conoce sus dimensiones (ancho, largo y altura) y su peso total.

El contenido de un contenedor se informa con un documento conocido como conocimiento de carga (o Bill of Lading- B/L) listando el contenido de la carga conocido como un tipo de producto, y peso...

Los containers pueden ser de distintos tipos:

- Dry (seco): se trata del tipo de contenedor común, es decir, una enorme caja metálica cerrada, sin otras características particulares de ningún tipo. El contenedor puede transportar carga de un solo importador pero para optimizar el espacio, se puede utilizar un tipo de BL especial que agrupa a otros BLs. Este BL especial solo puede conocer la carga a partir de los BL agrupados.
Si la carga corresponde a varios importadores, se requiere un servicio especial denominado desconsolidado.
- Tanque: son contenedores especiales diseñados para transportar líquidos y gases. En este caso, el BL indica carga de un solo importador, y no se puede subdividir.
Este tipo de contenedor, requiere un servicio especial de revisión diaria para detectar pérdidas.
- Reefer (refrigerado): se utilizan para transportar carga que debe mantenerse dentro de cierto rango de temperatura (alimentos y medicamentos, entre otros). Estos contenedores mantienen la carga dentro del rango de

temperatura requerido, para lo cual deben estar continuamente conectados a fuentes de electricidad, tanto durante el trayecto como cuando están en puerto. De cada reefer se conoce su consumo (kw/hora). Al igual que el caso anterior, no puede subdividirse el contenedor.

Cada buque está preparado para transportar cualquier tipo de container. No consideraremos limitantes por tipo ni por cantidad.

Empresas transportistas

Las cargas son llevadas al puerto y retiradas del mismo mediante camiones pertenecientes a empresas transportistas. Estas empresas, sus camiones y los choferes que los conducen están registrados en la terminal. Por razones de seguridad no se permite el ingreso de camiones y choferes no autorizados previamente. Nuevamente, consideramos que todos los camiones pueden transportar cualquier tipo de container.

Shipper y Consignee

Por último, resta mencionar a los extremos de la cadena logística: el shipper (exportador) y el consignee (consignatario o importador). El primero es la persona que envía la carga mientras que el segundo es quien la recibe, y es reconocido como el dueño de la misma.

Terminal gestionada - Logística

Hasta aquí se describió el ecosistema portuario general, de forma global, que incluye varios actores y terminales. Sin embargo, en este trabajo nos enfocaremos en la gestión de una determinada terminal (por ejemplo, el Puerto de Buenos Aires) que, por supuesto, está inmerso en el contexto portuario global hasta aquí descripto. A esta terminal la llamaremos “Terminal gestionada”, puesto que es la única que nos interesa gestionar.

En este sentido, sólo nos enfocaremos en las cargas que llegan y salen de ella, en los camiones que ingresan y se retiran de ella, y en las operaciones que se realizan en ella, sin importarnos lo que sucede en otras terminales. Por ejemplo, una carga que parte en un buque desde nuestra terminal (la “terminal gestionada”) deja de interesarnos en ese mismo momento, desentendiéndonos de su suerte posterior. Nuestra responsabilidad se limita a lo que sucede en nuestra terminal. Es por esto que no nos interesará el seguimiento completo de una carga desde su origen hasta su destino.

Logística, exportación e importación

Las terminales portuarias son puntos neurálgicos de concentración de intensa actividad en un espacio reducido, lo cual implica que el costo de tiempo de uso de la terminal es muy alto y debe definirse una cuidadosa logística para minimizar tiempos y maximizar valor. En particular, la articulación entre buques y camiones es un punto central de la misma por lo que se busca reducir al máximo el tiempo de los mismos en la terminal.

Los términos exportación/importación se toman como sinónimos de envío/recepción (siempre desde y hacia la terminal gestionada, respectivamente) es decir que el primer par de conceptos no indica si el transporte de la carga excede o no las fronteras del país en que se encuentra la terminal.

Las dos operaciones básicas que se pueden realizar en una terminal (en particular, en la “gestionada”) son entonces exportación e importación. Estos son los servicios centrales que una terminal brinda a sus clientes. A su vez, y por lo explicado precedentemente, en nuestro caso el origen de una operación de exportación será siempre la terminal gestionada. De la misma forma, será siempre ella la terminal destino en una operación de importación.

Orden de Exportación

A continuación se describe la forma en que un cliente de la terminal realiza el envío de su carga desde la misma. Dado que en este caso realiza un envío, tal cliente reviste la condición de “shipper”.

En primer lugar, un shipper que desea exportar una carga desde la terminal gestionada hacia otra terminal destino debe determinar qué alternativas tiene para hacerlo puesto que pueden existir distintos caminos brindados por distintas navieras (secuencias de tramos pertenecientes a distintos circuitos que unen a ambas terminales). La terminal gestionada le brindará un motor de búsqueda que le facilite el acceso a la información de trayectos y viajes (cronograma) de los mismos.

Posteriormente, debe requerir en la terminal una operación de exportación. Ya determinado el trayecto del viaje que desea contratar, se conocen otros datos derivados como por ejemplo la fecha de salida de la carga (desde la terminal gestionada) y la de llegada al puerto destino. También debe indicar los datos de la carga, el camión que la llevará a la terminal y el conductor del mismo. Si desea enviar más de una carga, debe contratar dos servicios por separado.

La terminal registra esta orden de exportación y asigna un turno al shipper indicando el día y hora en que el camión deberá llevar la carga al puerto. El día/hora es determinado a criterio del personal de planificación de operaciones de la terminal, y por lo tanto no debemos considerar la gestión de turnos.

Entrega terrestre de carga

Cuando el camión llega con la carga a la terminal, ésta verifica que su turno no difiera en más de tres horas con respecto a la hora asignada. Además, se chequea que el camión y el chofer del mismo sean los previamente informados por el shipper. Se rechaza el ingreso del camión en caso de no cumplirse cualquiera de estas condiciones.

Verificadas todas estas condiciones se registra la carga en el puerto, quedando almacenada allí a la espera de la llegada del buque y, por su parte, el camión se retira de la terminal.

Preaviso, carga y descarga de un buque

Cuando un buque se acerca a la terminal da el preaviso correspondiente unas horas antes para que la terminal se prepare para el arribo.

Luego, al llegar a la terminal, se procede a la descarga de los containers que el buque dejará allí y a la carga de los que se llevará de allí. Este proceso de carga y descarga no será contemplado en este trabajo.

Orden de Importación y retiro terrestre de carga

De forma similar pero inversa a lo descripto hasta aquí, se realiza el procedimiento de retiro de carga de una terminal en el contexto de una importación (la carga llega en un buque y la retira un camión).

En este caso, la terminal enviará un mail al consignee indicando la fecha y hora de llegada de su carga. Tendrá un margen de tolerancia de retiro de 24 horas con respecto a la fecha y hora indicadas.

En conocimiento de esta información, el consignee informa a la terminal el camión y chofer que retirará su carga. Posteriormente, al llegar el camión a la terminal, ésta chequea que es el autorizado por el consignee, al igual que el chofer. Verificadas todas estas condiciones, el camión se lleva la carga y la terminal registra el retiro de la misma.

Cuando los camiones se demoran en el arribo a la terminal para el retiro de su carga, se les cobra un monto fijo adicional por día por servicio de "Almacenamiento excedente" en la terminal (ver más adelante).

Al retirarse el camión de la terminal, se da fin a la etapa de importación.

Terminal gestionada - Servicios

Un container pueden recibir varios servicios, en general contratados explícitamente a la terminal y registrados en la orden de exportación o importación, mientras se encuentra dentro de la misma; todos ellos irán a costo del shipper o consignee (según la carga esté allí para una exportación o importación, respectivamente). Algunos ejemplos son:

1. Lavado: Consiste en el lavado de un container (exterior, no mercadería interna). Se establece un precio fijo según capacidad del container, un monto si el mismo supera 70 metros cúbicos y otro monto si está por debajo de ese volumen.
2. Electricidad: mientras permanecen en la terminal, los contenedores reefers deben recibir electricidad para mantener la temperatura adecuada. La terminal define un precio fijo por cada kilowatt consumido. La terminal registra el día/hora de inicio y fin de la conexión de cada reefer, y conociendo el consumo kw/hora propio del reefer se calcula el monto final.

3. Pesado: por razones legales, antes de cargarlos en el buque todos los contenedores deben ser pesados en la terminal, y su peso registrado. El servicio de pesado también tiene un costo fijo.
4. Almacenamiento excedente: cuando un consignee se demora en retirar de la terminal la carga que le llegó en un buque, se le cobra un alto costo de almacenamiento por día excedente.

Estos son sólo algunos ejemplos de servicios, pero podrían incorporarse otros nuevos.

Fases de buque

Cada buque cuenta con un GPS que le envía su posición geográfica una vez por minuto. De esta forma un buque puede saber su posición, y consecuentemente la distancia con respecto a una terminal, puesto que de ellas también se conoce su posición.

Se contempla una serie de fases por las que pasa todo buque que opera en ella, varias de estas fases se relacionan con su posición geográfica. Las fases de un buque se listan a continuación:

1. Outbound: es la fase inicial, e indica que el buque se encuentra aún muy lejos de la terminal.
2. Inbound: el buque se encuentra a menos de 50 kms de distancia de la terminal. Al entrar en esta fase, el buque da aviso a la terminal sobre su inminente arribo. Ante este aviso, la terminal enviará un mail a todos los consignees que estén esperando ese buque (orden de importación con ese viaje) avisando que su carga está llegando.
3. Arrived: el buque llegó a la terminal. Se entra en esta fase (desde la anterior) cuando las coordenadas del buque y la terminal coinciden. En esta fase, el buque queda a la espera de que la terminal le dé la orden de inicio de trabajo (carga y descarga), en ese momento pasará a Working.
4. Working: Trabajos de descarga y carga en curso. Permanece en esta fase hasta que, una vez finalizados los trabajos, la terminal habilita su partida mediante la orden "depart", que lo lleva a la siguiente fase.
5. Departing: el buque se encuentra saliendo de la terminal, aún dentro o ya fuera pero muy cercana a ella. Cuando su distancia a la terminal sea mayor a un kilómetro, le avisará a la terminal, y el buque pasará nuevamente a la fase Outbound. Ante la recepción de ese aviso, la terminal enviará un mail a todos los shippers cuyas órdenes de exportación estén asociadas a ese viaje, avisando que su carga ya ha salido de la terminal.

En cada una de las fases, algunas operaciones con los buques se encuentran limitadas. Por ejemplo, durante la etapa de outbound se puede informar exportaciones pero no se puede realizar pagos de servicios del contenedor. A partir de la fase de inbound, no se pueden registrar importaciones y/o exportaciones, ni tampoco realizar pagos. Solo desde la fase de departing se puede realizar el pago de los servicios de importación y exportación de los contenedores operados.

Las fases se ejecutan de forma secuencial sin poder volver atrás salvo el caso de outbound e inbound que por problemas climáticos se podría revertir. Es decir, se puede transicionar de outbound a inbound sin inconvenientes.

Facturación de viaje y servicios

Cuando el buque pasa a estado “outbound” por haberse retirado de la terminal, se envía la factura vía mail con el desglose de servicios aplicados, fecha y monto de cada uno (a partir de la que se desprende el monto total facturado) a quien deba afrontar los costos de los mismos. Este responsable del pago será el shipper para la fase de exportación y el consignee para la fase de importación.

Además de la facturación de servicios, al consignee se le debe agregar la facturación del viaje en sí mismo, que consta de la sumatoria del precio de todos los tramos realizados por el buque para la entrega de la carga correspondiente.

Búsquedas de rutas marítimas

Una ruta consiste en una secuencia de tramos de un circuito marítimo que nos permite llegar desde una terminal A a una terminal B. Estos tramos deben pertenecer al mismo circuito marítimo y no se permiten combinaciones de circuitos.

La terminal deberá permitir realizar búsquedas de rutas marítimas que incluyan uno o todos los siguientes filtros:

- Puerto destino
- Fecha de salida (desde la terminal gestionada)
- Fecha de llegada (a puerto destino)

Las búsquedas deberán permitir combinaciones lógicas complejas de los filtros anteriores mediante operadores AND y OR. Por ejemplo:

(PuertoDestino = Valparaíso OR PuertoDestino = PtoCentralChile) AND FechaLlegada < 01/12/2023.

Reportes**

Con el propósito de informar a los participantes de la operatoria de una terminal, se necesita emitir un conjunto de reportes:

- Muelle. Solo indica nombre del buque, fecha de arribo y partida, y cantidad de contenedores operados (descargados y subidos al buque). Este debe ser en texto plano.
- Aduana. Solo indica nombre del buque, fecha de arribo y partida, y lista de contenedores (indicando tipo y ID). Este documento deberá ser en HTML.
- Buque. Este documento sirve para confirmar que los registros del buque coincidan con los de la terminal. En este documento, se listan los

identificadores de los contenedores descargados y los identificadores de los contenedores cargados. Por ejemplo:

```
<report>
  <import>
    <item>merk1234567</item>
    ..
  </import>
  <export>
    <item>green7654321</item>
  </export>
</report>
```

Funcionalidades de la terminal gestionada a implementar

Debe diseñarse e implementarse la gestión de la terminal. Las funciones que deberá incluir son, entre otras posibles, las siguientes.

1. Registrar líneas navieras, shippers, consignees, empresas transportistas, camiones, conductores.
2. Registrar los circuitos marítimos que incluyen a la terminal, considerando las fechas de las distintas programaciones de viajes (fechas de arribo a la propia terminal y a todas las demás de los circuitos que la incluyen).
3. Devolver el mejor circuito (o conjunto de tramos) que une a la terminal con un determinado puerto destino. El concepto de “mejor” debe poder ser seteado y cambiado dinámicamente en la terminal gestionada. Deben ofrecerse los siguientes tres, pero el modelo debe quedar abierto para poder agregar otros nuevos de manera flexible:
 - a. Menor tiempo total de recorrido entre origen y destino.
 - b. Menor precio total de recorrido entre origen y destino.
 - c. Menor cantidad de terminales intermedias entre origen y destino.
4. Devolver cuánto tarda una naviera en llegar desde la terminal gestionada hacia otra terminal, independientemente de las fechas de los viajes programados.
5. Devolver la próxima fecha de partida de un buque desde la terminal gestionada hasta otra terminal de destino.
6. Ejecución de circuitos completos de exportación e importación de containers.
7. Para el ejercicio de Reportes **, investigue el patrón visitor para su implementación.

Tareas a Realizar

Se deberán completar y entregar los siguientes puntos:

1. Un diseño de la solución completa utilizando diagrama de clases UML.
2. Documentación en un archivo PDF que incluya los integrantes del grupo y sus direcciones de email, las decisiones de diseño, detalles de implementación que

merezcan ser explicados, patrones de diseño utilizados y los roles según la definición de Gamma et. al.

3. Implementación completa en lenguaje JAVA que incluya test de unidad con un 95 % de cobertura del código de dominio (sin los tests)
4. Todo lo anterior debe estar alojado en un repositorio de acceso por parte de los docentes donde se pueda realizar un seguimiento del trabajo.

Nota: no se requiere la implementación de interfaces gráficas de ningún tipo. La participación de los integrantes del proyecto debe ser equitativa en función del registro del repositorio git y los commits con los usuarios correspondientes (las discrepancias pueden generar desaprobaciones personales del TP).