

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO DE CARGUE Y DESCARGUE EN LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL BARRANQUILLA SPRB

Capacity analysis process loading and unloading in Barranquilla Regional Port SPRB

Fecha de recibo del artículo: Julio de 2011 - Fecha de aceptación: Septiembre de 2011

John Escorcía González

Universidad Autónoma del Caribe, Facultad Ingeniería Industrial. Barranquilla, Colombia. johnesc74@hotmail.com

Erika Martínez Collante

Universidad Autónoma del Caribe, Facultad Ingeniería Industrial. Barranquilla, Colombia. emartinez@sprb.com.co

RESUMEN

Se analizó el proceso de cargue y descargue de contenedores en SPRB, se realizó una simulación con el software Arena®; con datos históricos y toma de tiempos se construyó el diagrama y se identificaron las partes del sistema, como: las entidades (camiones), los recursos (Straddle Carrier - SC), las estaciones (entrada, báscula, patio de contenedores y salida), las distancias recorridas por los camiones, además de las distribuciones estadísticas de las demoras en cada uno de los procesos halladas por medio del Input Analyzer del software Arena®, se analizaron en cuatro diferentes escenarios en los que se modificó la cantidad de SC que realizaban la tarea del cargue y descargue, probamos con dos, tres, cuatro y cinco; los resultados indicaron que con dos SC colapsa el sistema, con tres se presentan demoras inaceptables y con cinco se produce una reducción en los tiempos de atención cercana al 75%. Convirtiéndose en el escenario recomendado.

Palabras clave

Simulación, operaciones, logística.

ABSTRACT

We analyzed the process of loading and unloading of containers SPRB, we conducted a simulation software Arena®, historical data and making time diagram was constructed and identified the parts of the system as entities (trucks) resources (Straddle Carrier - SC), Stations (input, Scales, Container Yard and Exit), the distances traveled by trucks, in addition to the statistic Input Analyzer Arena® were analyzed at four different scenarios in which modified the amount of SC performed the task of loading and unloading, we tested two, three, four and five, the results indicated that the system collapses whit two SC, three delays are unacceptable and five is a reduction in service times near 75%. Becoming the recommended scenario.

Keywords

Simulation, operations, logistics.

INTRODUCCIÓN

La simulación de procesos es una herramienta muy útil cuando se requiere hacer la visualización del comportamiento de procesos reales en un contexto virtual, como ejemplo de esto tenemos los simuladores de vuelo, simuladores de realidad virtual y software con capacidad de recrear un edificio y brindar la posibilidad de ver en detalle los interiores de este. La simulación a través del software Arena® ofrece al simulador la recreación de diferentes escenarios en los que se modifican las variables controlables, es decir aquellas que en la realidad se pueden modificar a voluntad, como pueden ser: la cantidad de recursos productivos que se utilizan en las operaciones propias del sistema sujeto a simulación; de igual forma se puede visualizar un modelo en el que las variables no sean controlables; como ejemplo, tenemos: un crecimiento inusitado de ventas o de solicitudes de la prestación de un servicio. Todo esto es muy importante ya que da respuesta a las diferentes preguntas que se puede hacer en un momento dado el director de una compañía, el director de operaciones o el jefe de producción y aun los inversionistas de un proyecto futuro. Generalmente estas preguntas estarán compuestas por las palabras ¿qué pasaría si...? Es aquí donde radica su importancia ya que sin invertir en recursos adicionales o en experimentos que pueden ser perjudiciales para los clientes y para la imagen de la compañía, se puede ver cómo funcionaría con los recursos adicionales o con el experimento diseñado; todo esto queda resumido en la siguiente analogía: Para un aprendiz de piloto es mejor estrellarse en un simulador de vuelo que en un avión de pruebas.

Las operaciones en un puerto marítimo son muy complejas y dependen de muchas variables que influyen de diferentes maneras dentro del sistema portuario, entre estas variables podemos mencionar la cantidad de buques que atracan por día, el número de contenedores que son para cargar y descargar, los recursos que intervienen en el proceso como: grúas, camiones, máquinas para movilización y apilamiento de contenedores (Reach Stacker - RS y Straddle Carrier - SC), áreas de almacenamiento disponibles, cantidad de contenedores de importación, de exportación y de devolución. Todos estos elementos hacen un sistema robusto que puede presentar demoras en diferentes áreas; estas demoras se pueden convertir en pérdidas de dinero para los usuarios de los puertos ya que representan tiempos improductivos en fábricas, menor rotación de camiones en empresas transportadoras y la pérdida de competitividad y credibilidad del ente administrador del puerto. Es aquí donde la simulación de una parte del proceso operativo de la Sociedad Portuaria Regional Barranquilla SPRB suscita importancia ya que es manifiesto por parte de los transportistas las frecuentes demoras en el proceso de cargue y descargue de los contenedores que ingresan y salen de las instalaciones haciendo uso de camiones de terceros subcontratados por los importadores y exportadores que solicitan el servicio de la SPRB. Por ser el cargue y descargue de contenedores el proceso que presenta mayores demoras se establece que los recursos Straddle Carrier son restrictivos de la capacidad en esta parte del proceso logístico del puerto; por todo esto se decide realizar una simulación para visualizar el comportamiento de las demoras al modificar la cantidad de SC que intervienen.

La solución de esta problemática es fundamental para la SPRB ya que se viven momentos de mucha competitividad por los puertos ubicados en Santa Marta, Cartage-

na y Buenaventura. A todo esto se le suma un incremento del tráfico de contenedores desde mediados del año 2010 y se prevé que aumentará con la eventual firma de tratados de libre comercio con diferentes países como EE. UU. y Corea del Sur, entre otros. Con la elaboración de este estudio se pretende solucionar las demoras que sufren los usuarios y de esta manera se podrán tomar medidas sin necesidad de invertir con anterioridad recursos que resultan muy costosos.

ESTADO DEL ARTE

En el mercado existen diferentes tipos de software para simular procesos; entre estos tenemos el Flexsim®, el cual está muy enfocado a la logística; otro es el ProModel® en el que se pueden simular tanto procesos logísticos como también de manufactura, además de que cuenta con dos optimizadores con los que se observan los modelos en versiones mejoradas; adicionalmente se puede simular con situaciones como Justo A Tiempo JIT, Teoría de Restricciones TOC, sistemas de jalar o de empujar. Debido a esto esta herramienta se convierte poco a poco en la opción para vislumbrar la aplicación de diferentes estrategias organizacionales. En este caso se utilizó Arena® para analizar la capacidad en el proceso de cargue y descargue.

Algunos trabajos similares fueron realizados por: Álvaro García Sánchez, Isabel García Gutiérrez y Laura Pérez Juan, del Departamento de Ingeniería de Organización de la Universidad Politécnica de Madrid, y del área de Ingeniería de Organización del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Carlos III de Madrid en el año 2006; desarrollaron el proyecto "Modelado y análisis de un puerto seco mediante simulación", el cual tiene como propósito diseñar e implementar un modelo de simulación de un puerto seco, y la ilustración de su utilización para la toma de decisiones relativas a las infraestructuras, mediante el análisis de diversos escenarios de funcionamiento. Cabe anotar que, un puerto seco es un tipo de terminal a medio camino entre terminales marítimas y terminales interiores que corresponden a una red de transporte ferroviario intermodal, pero es más integrada a la subred de terminales marítimos,

actuando hacia el interior de las terminales costeras, de forma que se agiliza el movimiento de las mercancías, contribuyendo a descongestionar sus operaciones. Para el desarrollo del modelo de simulación tuvieron en cuenta si la infraestructura y el equipamiento del puerto seco serían suficientes para satisfacer la demanda en diversos escenarios futuros, de esta manera el modelo de simulación proporcionaría un laboratorio de experimentación donde se anticiparan y cuantificaran los efectos del conjunto de decisiones y circunstancias externas a que estuviera sometida la terminal en el futuro.

Otro caso cercano a esta investigación es el proyecto titulado "Diseño de un modelo de simulación para el análisis de la capacidad operativa del descargue de carbón por tractomulas en la empresa Carbosan Ltda. en el puerto de Santa Marta", desarrollado por Katherine Acosta Martínez y Linda Mendoza Rodríguez, de la Universidad del Magdalena. Este proyecto refleja el diseño de un modelo de simulación de la operación de descargue de carbón por tractomulas desarrollado en la empresa Carbosan Ltda., la cual opera en el Puerto de Santa Marta.

El proyecto permitió recrear las actividades que se desarrollaban durante el proceso de descargue del material (carbón), comprendiendo desde el arribo de las tractomulas hasta la salida de los vehículos descargados del puerto y el almacenamiento del carbón en los patios de acopio. Además lograron poner a prueba cada uno de los componentes que interactúan en estas actividades, permitiendo analizar la capacidad operativa de la empresa en la operación de descar-

que de carbón, a través del análisis de cada uno de los factores involucrados en dicho proceso para determinar las causas de las demoras y retrasos y los factores que generaban ineficiencias en el sistema.

TOMA DE LOS DATOS

Para la realización de este estudio se hizo uso de fuentes de información primaria y secundaria; dentro de las primarias estuvieron los operadores portuarios, los transportadores, la carga a transportar, los equipos de carga y en general todos los elementos involucrados en el proceso de carga y descarga de contenedores en camiones. Para los datos de la información secundaria se realizaron estudios de movimiento de cargas, estudios de tiempos de cargue y descargue, además de registros de movimiento de carga de los clientes. Debido a que la cantidad de operaciones es muy grande se debió definir la cantidad de datos que se tomarían, por lo que se optó por el método de tamaño de muestra con población infinita bajo condiciones normales, permitiéndonos así encontrar una cantidad de datos adecuado para trabajar cada grupo de datos, todo esto a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2(P * Q)}{D^2} \quad (1)$$

De donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Valor correspondiente a la distribución de Gauss, en este caso es 1.96

P = Valor de la proporción que se supone existe en la población (Incertidumbre que se tiene de la información deseada).

Q = Valor de la proporción por fuera de la población

D = Es el error que se prevé cometer. Para el caso particular de este estudio tomaremos un error del 6.8%, es decir, un e = 0.068.

Al reemplazar en la fórmula con unos valores 0.5 para P y Q tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.5 * 0.5)}{0.068^2}$$

$$n = 207.698 = 208$$

Por lo tanto, se tomaron 208 datos de los tiempos de ingreso, tiempo en báscula y tiempo en patio.

Descripción del proceso

Se conoce como cargue a la operación en la que una máquina toma el contenedor lleno o vacío de su lugar de almacenamiento (suelo) y lo coloca sobre un camión para ser retirado de las instalaciones portuarias. El descargue corresponde a la operación en que se toma el contenedor del vehículo en el que ingresó a las instalaciones de SPRB y es trasladado a su zona de almacenamiento al nivel del suelo. El servicio que presta la SPRB se describe de la siguiente forma:

1. El cliente o representante (Agencia de Aduana) solicita el servicio de cargue o descargue en el Departamento de Facturación y Autorizaciones.
2. El Departamento de Facturación y Autorizaciones emite una factura cobrando el servicio al cliente.
3. El cliente paga la factura en cualquiera de las entidades bancarias autorizadas.
4. Luego que el pago se vea reflejado en el sistema de la SPRB, el Departamento de Facturación y Autorizaciones entrega al cliente una planilla, que es el documento con el número de autorización y la descripción del servicio que se le va a prestar.
5. El cliente o representante envía la planilla a la empresa transportadora con la que tiene contrato o mantiene relación comercial. A su vez, la empresa transportadora entrega

dicha planilla al conductor del camión encargado de llevar o traer el contenedor (La planilla tiene tres días de vigencia para ser utilizada).

6. El camión llega a pre-puerto con la planilla que es pre-radicada en el sistema ASPA. ASPA se conecta con SPARKS (software que controla los movimientos de máquinas en patio y el almacenamiento de contenedores), para que se inicie la coordinación sistemática de la operación.
7. El camión ingresa a las instalaciones portuarias y es pesado en báscula. Báscula le indica a SPARKS que el camión ha ingresado.
8. SPARKS ingresa al sistema el número de contenedor y da la orden a las máquinas de realizar la operación que corresponda; es decir, el cargue o descargue.
9. El camión espera en patio a que una de las máquinas (Straddle Carriers o Reach Stacker) realice la operación.

Para realizar el modelo de simulación de la operación de cargue y descargue a camión de los contenedores, se establecieron unos datos o variables de entrada, los cuales permitieron analizar todas las partes del proceso a fin de obtener las más importantes para realizar el diseño del modelo de simulación, generando así la descripción del servicio de la siguiente manera:

1. El camión ingresa a las instalaciones de la SPRB con su respectiva planilla de servicio.
2. El camión es pesado en báscula.
3. El camión espera en patio a que una de las máquinas (Straddle Carriers o Reach Stacker) realice la operación.

Teniendo en cuenta esto, los datos o variables de entrada son: Tiempo de ingreso de los camiones, Tiempo en báscula para pesaje de los camiones y Tiempo en patio de los camiones para la realización de la operación de cargue o descargue de contenedor.

Una vez establecido el tamaño de la muestra y

las variables de entrada, se procedió a diseñar el instrumento mediante el cual se realizó la recolección de los datos de tiempo para cada uno de los procesos. Como instrumento se diseñaron tres plantillas, donde fueron registrados los datos de interés. A continuación se describe cada una de las variables de entrada:

La primera variable de entrada es el tiempo entre llegadas, la cual corresponde a la frecuencia de ingreso de los camiones que vienen a realizar operación de cargue o descargue de contenedores en la SPRB. El área de contenedores relaciona la frecuencia con la que los camiones ingresan a la SPRB, por intervalos de tiempo de dos horas, de la siguiente manera: desde las 00:00 a 02:00 horas y así sucesivamente hasta las 22:00 a 24:00 horas. Sin embargo, para el caso particular de esta investigación se tomaron los intervalos de tiempo comprendidos desde las 08:00 a las 20:00 hr; igualmente, en intervalos de dos horas. Lo anterior debido a que en el intervalo de tiempo comprendido entre las 0:00 a 08:00 horas y las 20:00 a las 24:00 horas no hay tanto flujo de camiones ingresando a la SPRB, y no se generan inconveniente para las operaciones de cargue o descargue de los contenedores.

La segunda variable de entrada es el tiempo de atención en portería, el cual hace referencia al tiempo que duran los camiones en el ingreso a las instalaciones de la SPRB; aquí se lleva a cabo la función de pre-puerto. Este es un proceso nuevo que nació a raíz de la necesidad que tenía la SPRB de adquirir SPARKS, software que realiza una planeación de operaciones orientada al manejo eficiente de los espacios y al uso efectivo de las máquinas para las operaciones de contenedores, contribuyendo a la reducción de los tiempos en el proceso. Para que SPARKS cumpliera con su funcionamiento se requería que le avisaran que venía X vehículo a dejar o a retirar X contenedor. Esta es la función de pre-puerto. Es, además, el espacio donde tendrán lugar la inspección y clasificación de los contenedores que ingresan vía terrestre al puerto. Anteriormente un camión X llegaba a patio a realizar una operación de cargue o descargue,

y los auxiliares de patio no tenían conocimiento de que dicho camión había ingresado, y se encontraban ya con él en el patio. Lo anterior generaba colas, porque no se presentaba un solo camión sino varios, y a su vez generaba conflictos tanto para el cargue como para el descargue. Para el proceso de cargue, muchas veces un camión que tenía 10 minutos de estar en patio era atendido primero porque el contenedor que venía a buscar estaba más cerca, que el del camión que había llegado hace dos horas. Para el proceso de descargue ocurría lo mismo, descargaban un camión cuya ubicación del contenedor estuviera más cerca, sin importar si otro vehículo había llegado primero. Por lo anterior, la SPRB se vio en la necesidad de adquirir el software SPARKS, mencionado anteriormente, para lograr un proceso más eficaz, productivo y confiable en la administración de operaciones de contenedores. Con esto podemos ver que esta parte de las operaciones es donde se presentan, en su mayoría, los problemas de atención a los usuarios; sin embargo, se han tomado medidas correctivas al respecto.

La tercera variable de entrada es el tiempo de pesaje en báscula; este es el tiempo que transcurre mientras ésta realiza el respectivo pesaje. Para el servicio de cargue y descargue a camión de contenedores se utilizan dos básculas.

Y la cuarta y última corresponde al tiempo de cargue y descargue, el cual hace referencia al tiempo que tardan los camiones en patio; en este lugar, los camiones esperan a que una de las máquinas Straddle Carrier —según el tipo de operación y tipo de contenedor— les realice la operación. Después de que se obtuvieron todos los datos se procedió a realizar su respectivo análisis.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para llevar a cabo el modelo de simulación, es necesario que el software Arena® 12.0 conozca los parámetros estadísticos con los que se trabajó; es decir, las distribuciones estadísticas, media

y desviaciones estándar de los datos. Para conocer los parámetros mencionados anteriormente se realizó un análisis estadístico utilizando el aplicativo INPUT ANALYZER de Arena® 12.0. A continuación se muestran las gráficas y tablas de información obtenidas con el INPUT ANALYZER, las cuales nos ayudaron a analizar de mejor manera el comportamiento de cada grupo de datos de tiempo.

Para el tiempo entre llegadas nos arrojó una distribución Exponencial con media de 1.52, quedando de la siguiente manera:

$$0.5+EXPO(1.52) \quad (2)$$

(Ver Gráfica 1).

Para los tiempos de atención en portería correspondiente a los camiones que ingresaron para cargue de contenedor, nos dio una distribución Gamma:

$$10+GAMMA(31.7,1.55) \quad (3)$$

(Ver Gráfica 2).

Y para los que llegaron para descargue de contenedores arrojó la distribución Erlang, la cual quedó así:

$$13+ERLANG(31.1,2) \quad (4)$$

(Ver Gráfica 3).

En el tiempo en báscula nos dio una distribución Beta para cargue y una distribución Exponencial para descargue, las cuales quedaron de la siguiente manera:

$$35+988*BETA(0.478,3.07) \quad (5)$$

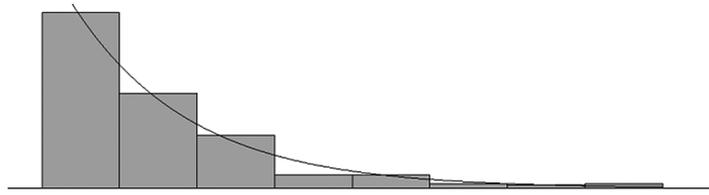
$$47+EXPO(229) \quad (6)$$

(Ver Gráficas 4 y 5).

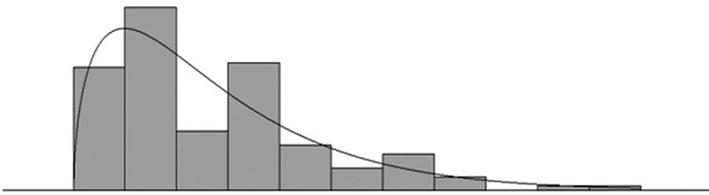
Y en los tiempos de cargue y descargue la distribución fue:

$$128+2.27e+0.03*BETA(0.889,3.61) \quad (7)$$

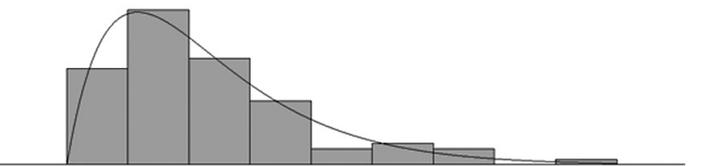
(Ver Gráfica 6).



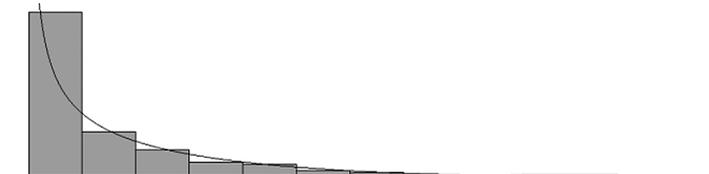
Gráfica 1. Distribución ajustada a los tiempos entre llegada



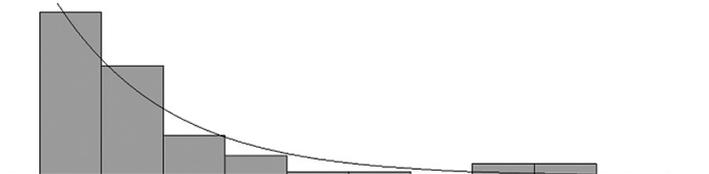
Gráfica 2. Distribución ajustada a los tiempos de atención en portería para cargue de contenedores



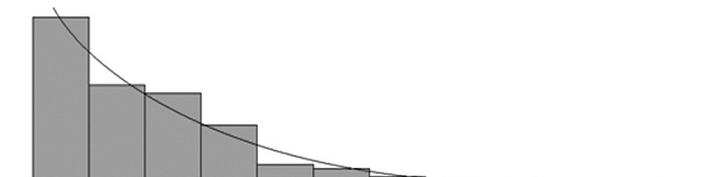
Gráfica 3. Distribución ajustada a los tiempos de atención para descargue de contenedores



Gráfica 4. Distribución ajustada a los tiempos en báscula para cargue



Gráfica 5. Distribución ajustada a los tiempos en báscula para descargue



Gráfica 6. Distribución ajustada a los tiempos en cargue y descargue

El desarrollo del diseño del modelo de simulación, como se había mencionado anteriormente, se llevó a cabo en el software Arena® 12.0. El modelo estuvo fundamentado en la obtención del resultado esperado: un modelo de simulación en computadora con la capacidad de recrear la operación de cargue y descargue a camión de los contenedores en la SPRB.

Este modelo está desarrollado de tal forma que se pudiera simular y animar el proceso de cargue y descargue en SPRB. En la Gráfica 7 se presenta el esquema del modelo simulado. Los módulos en fondo gris claro corresponden a la barra de procesos básicos (Basic Process), y los de fondo gris oscuro corresponden a la barra de Transferencias Avanzadas (Advanced Transfer) y su función principal es simular la animación del proceso.

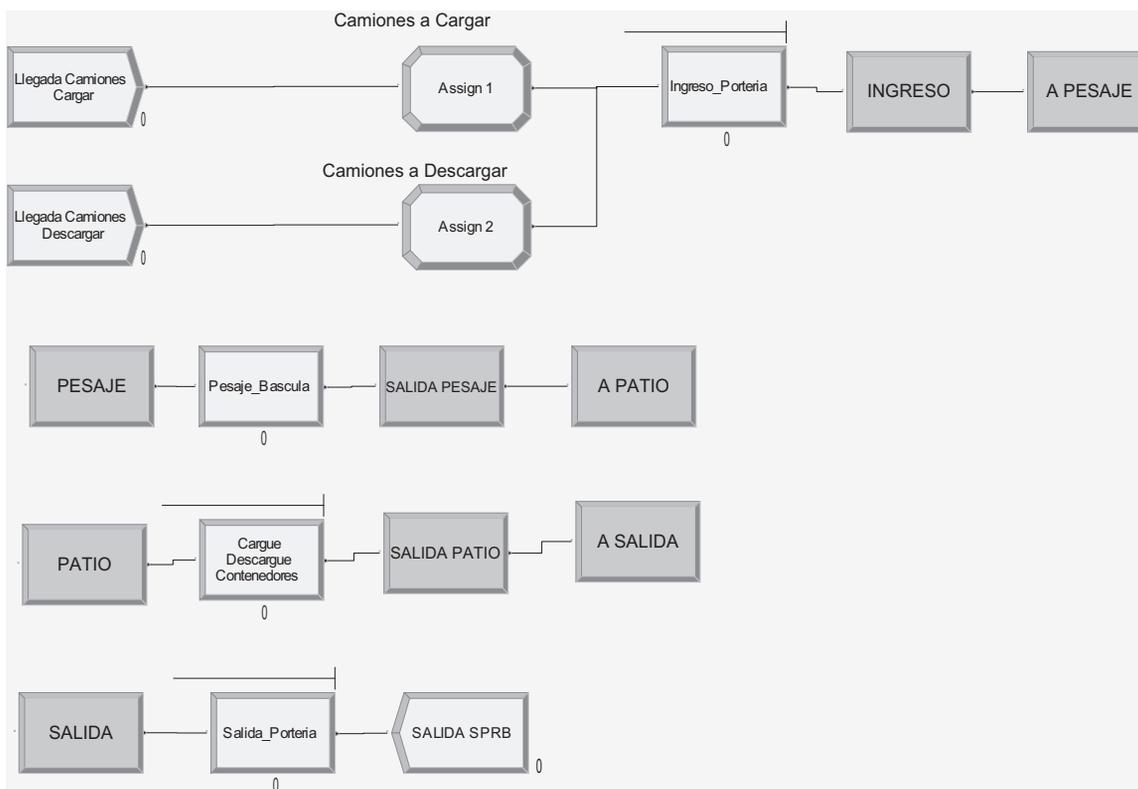
Al correr el modelo y validar su fiel reflejo al sistema real a través de la aplicación del Teorema

de Tchevicheff, nos dimos a la tarea de identificar las causas que provocaban las demoras dentro del sistema.

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE INEFICIENCIA

Después de analizar el proceso de cargue y descargue a camión de los contenedores en la SPRB, realizar las respectivas inspecciones a cada una de las partes del proceso, conocer los tiempos reales que demora cada una de dichas partes y elaborar el diseño del modelo de simulación, se encontró la siguiente causa de ineficiencia:

La utilización de cuatro Straddle Carrier en el patio de cargue y descargue de contenedores es insuficiente, ya que se generan varias colas en este patio. Se deben recrear diferentes escenarios para visualizar el comportamiento del sistema aumentando y disminuyendo la cantidad de los recursos (máquinas).



Gráfica 7. Esquema del modelo simulado

VARIABLES DE SALIDA

Se establecen como controles los recursos Straddle Carrier con los que daremos las cantidades a ingresar y de esta manera manipular los diferentes escenarios. Haciendo uso del Process Analyzer (Analizador de Procesos) en el que se recrearon diferentes escenarios modificando el número de unidades de Straddle Carrier utilizadas en el sistema se revisó el comportamiento del sistema; los escenarios que se escogieron son los siguientes:

El primero es para el funcionamiento del sistema con cuatro Straddle Carrier; es de agregar que estos recursos se convierten en variables controladas que nos arrojarán unas respuestas que se comparan con las de los demás escenarios.

El segundo es el escenario con tres Straddle Carrier; es decir, uno menos de la cantidad que se usa de manera habitual.

El tercero es para cinco Straddle Carrier o sea una unidad más; aquí se podrá observar el sistema con una tasa de atención mayor a la que se acostumbra.

Y el cuarto será para seis Straddle Carrier, en el que se podrá observar una mayor atención, con un 50% más de recursos de lo habitual.

Las variables de salida que analizaremos son:

1. Tiempo de utilización del recurso Straddle Carrier (Number.Busy).
2. Tiempo en espera en el proceso de cargue (Wait.Time).
3. Tiempo en espera en el proceso de descargue (Wait.Time).

4. Tiempo de espera en cola en el proceso de cargue y descargue (Queue.Waiting.Time).

5. Trabajo en proceso cargue (WIP).

6. Trabajo en proceso descargue (WIP).

Al momento de correr el modelo de simulación con las diferentes variables de control arroja la información contenida en la Tabla 1.

En la primera fila podemos observar el primer escenario, el cual consiste en el uso de los cuatro Straddle Carrier en el patio de cargue y descargue de contenedores, éste se convierte en el punto de partida y de comparación con los datos que arrojan los otros escenarios, en éste podemos observar que la utilización del recurso en el primer SC está en el 77%, en el segundo en 74%, el tercero en 49% y el cuarto en 64%. El tiempo de espera de los camiones que ingresan para cargue y descargue tiene un valor de 0.6 y 2.29, respectivamente, con un valor total de 2.69 minutos y el de espera en cola es de 0.5 minutos; la sumatoria para el trabajo en procesos es de 3.58 minutos.

En el segundo escenario aumentamos la capacidad de atención con la utilización de un Straddle Carrier adicional a lo habitual, esto se ve reflejado de inmediato en el tiempo en cola ya que este se reduce en un 71%, pasando de 0.50 a 0.07.

En el tercer escenario se trabajó con seis Straddle Carrier repercutiendo de la misma manera en el tiempo en cola de los camiones, produciéndose una reducción del tiempo de espera de los camiones de un 98.4%.

Y en el cuarto escenario, en el que se simula el

Tabla 1. Variables de respuesta arrojadas por el Process Analyzer

CONTROLS				RESPONSES								
STRADDLE 1	STRADDLE 2	STRADDLE 3	STRADDLE 4	SC 1 NUMBER BUSY	SC 2 NUMBER BUSY	SC 3 NUMBER BUSY	SC 4 NUMBER BUSY	CARGUE WAIT TIME	DESCARGUE WAIT TIME	TIEMPO COLA CARGUE DESCARGUE	CARGUE WIP	DESCARGUE WIP
1	1	1	1	0.77	0.74	0.49	0.64	0.60	2.29	0.5044	1.99	1.59
1	1	1	2	0.73	0.69	0.62	0.58	0.32	1.71	0.0705	1.95	1.51
1	1	1	3	0.73	0.69	0.65	0.57	0.28	1.62	0.0078	1.94	1.50
1	1	1	0	0.90	0.88	0.85	0.00	4.42	7.29	49.095	2.53	2.31

sistema con una disminución de un Straddle Carrier; es decir, que se atiende el mismo número de camiones con una pérdida de la capacidad de atención del 25%; esto genera de inmediato el colapso de la atención a los usuarios, produciéndose un aumento considerable del tiempo de espera en cola ya que se incrementa en un factor de 9,7 veces el tiempo que demoraría si se atiende con los cuatro recursos. De igual forma, el trabajo en proceso asciende de 3.58 a 4.84; adicionalmente, el tiempo de espera en cargue y descargue se incrementó pasando de 2.69 a 11.71 minutos.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Con el fin de cumplir con el objetivo de mejoramiento en los tiempos de atención a los clientes que solicitan un proceso de cargue y descargue de manera ágil y oportuna, proponemos que la SPRB opte por un escenario en el que se disponga de cinco o más Straddle Carrier para realizar la operación. Asumiendo que este escenario sea implementado, la SPRB reduciría las colas de espera en patio, y de esta manera prestaría un mejor y más rápido servicio.

De igual forma se puede optar por esta alternativa de solución en momentos en los que la

atención es deficiente o cuando aumenta la solicitud del servicio.

CONCLUSIONES

Dentro de las conclusiones a las que se llegaron en el análisis de la problemática presentada en la demora en el proceso de cargue y descargue de contenedores en la Sociedad Portuaria Regional Barranquilla está la insuficiente capacidad de atención, ya que solo se asignan cuatro Straddle Carrier para estas operaciones. Concluimos que con la asignación de una unidad adicional se obtendría una mejora considerable en los tiempos de espera, aproximadamente en un 71%, ofreciendo de esta manera una mejor imagen y servicio a los clientes y aún más, si se prevé un aumento en las operaciones ya que el país está ad portas de firmar tratados de libre comercio con países de diferentes partes del globo.

REFERENCIAS

- [1] W. David Kelton/Randall P. Sadowski/David T. Shrook, Simulación con Software Arena®, Cuarta Edición. México: McGraw-Hill Interamericana.
- [2] Rockwell Automation, Software Arena® 12. Estados Unidos, 2008.