



Certificación ISO 9001:2008 ‡

MODELO CONCEPTUAL DE UN PUERTO FRONTERIZO Y PLATAFORMAS PARA SIMULAR SU OPERACIÓN

**Alfonso Herrera García
María Aurora Moreno Martínez
Jorge Jerónimo Martínez Antonio
Jorge Artemio Acha Daza**

**Publicación Técnica No. 408
Sanfandila, Qro, 2014**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Modelo conceptual de un puerto fronterizo y
plataformas para simular su operación**

Publicación Técnica No. 408
Sanfandila, Qro, 2014

Este trabajo fue realizado en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), por el Dr. Alfonso Herrera García, la M.I. María Aurora Moreno Martínez, el M.I. Jorge Jerónimo Martínez Antonio y el Dr. Jorge Artemio Acha Daza, investigadores de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT).

Se reconoce la colaboración de las pasantes de ingeniería Ana Cristina Leyva Aguillón y Nadia Guadalupe González Benítez, de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

Los autores agradecen los comentarios, sugerencias y apoyo del Coordinador de la CIT, Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue.

Contenido

Contenido	V
Resumen	VII
Abstract	IX
Resumen ejecutivo	XI
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	4
1.3 Alcances	4
1.4 Metodología	5
2 Los puertos fronterizos	7
2.1 Las fronteras	7
2.1.1 La frontera Norte de México	7
2.1.2 La frontera del Sureste de México	8
2.2. Los puertos fronterizos de México	8
2.3 Actividad de los puertos fronterizos	12
3 Plataformas para simular la operación de los puertos fronterizos	17
3.1 Enfoques del modelado	17
3.2 Plataformas disponibles comercialmente y sus características	18
3.3 Programas de simulación no relacionados con los puertos fronterizos	20
3.4 Características deseables de los programas	20
4 Modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo	23
4.1 El modelo conceptual	23
4.2 Descripción del puerto de entrada	23
4.3 Instalaciones de un puerto fronterizo	26
4.3.1 Instalaciones para el cruce de peatones	27
4.3.2 Instalaciones para el cruce de autobuses	27
4.3.3 Instalaciones para el cruce de vehículos ligeros	28
4.3.4 Instalaciones para el cruce de vehículos comerciales	28
4.4 Descripción de los procesos de cruce	30
4.4.1 Proceso del cruce de peatones	30
4.4.1.1 Cruce de peatones de México hacia Estados Unidos (flujo norte)	30
4.4.1.2 Cruce de peatones de Estados Unidos hacia México (flujo sur)	31
4.4.2 Proceso del cruce de autobuses	32
4.4.2.1 Cruce de autobuses de México hacia Estados Unidos (flujo norte)	32
4.4.2.2 Cruce de autobuses de Estados Unidos hacia México (flujo sur)	32
4.4.3 Proceso del cruce de vehículos ligeros	33
4.4.3.1 Cruce de vehículos ligeros de México hacia Estados Unidos (flujo norte)	33
4.4.3.2 Cruce de vehículos ligeros de Estados Unidos hacia México (flujo sur)	34
4.4.4 Proceso del cruce de vehículos comerciales	35
4.4.4.1 Cruce de vehículos comerciales de México hacia Estados Unidos (flujo norte)	35

4.4.4.2 Cruce de vehículos comerciales de Estados Unidos hacia México (flujo sur)	37
5 Conclusiones y recomendaciones	39
6 Bibliografía	41
Anexo 1. Programas para modelos de simulación	43

Resumen

En este trabajo se determinaron diversas plataformas con potencial para desarrollar un modelo que simule la operación de los puertos fronterizos y se desarrolló un modelo conceptual de los mismos. Para ello, se realizó una búsqueda documental de diversos programas de simulación que podrían ser utilizados para el desarrollo del modelo; posteriormente, con base en las características requeridas de los programas se establecieron las alternativas. Para proponer el modelo conceptual también se realizó una búsqueda documental y se revisó la operación de los puertos fronterizos con mayor actividad en México. Con este proyecto se busca disminuir la dependencia tecnológica para el desarrollo de los modelos de los puertos fronterizos; flexibilizar su utilización; permitir la actualización ágil y a un menor costo de los cambios operativos en los modelos desarrollados; así como mejorar la visualización de su operación. Para los análisis requeridos y su presentación se utilizaron tablas y figuras. Dentro de los principales resultados se determinó que hay once plataformas comerciales con un buen desempeño, las cuales podrían utilizarse para desarrollar el modelo de simulación de un puerto fronterizo. El siguiente paso a seguir consiste en desarrollar el modelo de simulación de un puerto fronterizo ideal y/o particular.

Palabras clave: modelo conceptual, modelo de simulación, plataforma, puerto fronterizo, simulador.

Abstract

In this work several platforms with potential to develop a simulation model of ports of entry and its conceptual model were established. For this, it was performed a documentary research of several simulation software that could be used for developing the model; afterwards, considering the desirable attributes of the software were established the alternatives. In order to propose the conceptual model also a documentary research was performed and the operation of the main ports of entry in Mexico was examined. This project is looking for decreasing the technological dependence to develop ports of entry models; to increase their flexibility; to allow their agile update and reduce the cost to perform changes in the developed models; and to improve the visualization of their operation. Tables and figures were used for the required analysis and presentation. Within the main results it was determined that there are eleven trading platforms with good performance, and that they could be used to develop a port of entry simulation model. The next step consists in develop a simulation model of an ideal and/or specific port of entry.

Keywords: conceptual model, port of entry, simulation model, simulator, software.

Resumen ejecutivo

Introducción

El desarrollo y empleo de modelos computacionales para evaluar los niveles prevalecientes de servicio; las posibles opciones para reducir la congestión y como herramienta para mejorar la eficiencia de la operación y administración de los sistemas de transporte, ha sido ampliamente reconocida y documentada. Tales modelos también pueden aplicarse para simular la operación de los puertos fronterizos.

Un puerto fronterizo es una infraestructura dotada de personal, instalaciones, equipos y procedimientos especializados para controlar los flujos de peatones, vehículos, bienes muebles y mercancías entre dos países. Su complejidad aumenta debido a que concentra no sólo a autoridades de dos países, sino también porque concurren funcionarios de distintos ámbitos e intereses.

Aproximadamente el 67% del intercambio comercial entre México y Estados Unidos se realiza por autotransporte. Este gran volumen provoca que varios de los puertos de entrada en la Frontera Norte empiecen a padecer problemas por saturación. Sin duda los puertos fronterizos constituyen un elemento crucial en la actividad económica nacional dado que en ellos se concentran grandes volúmenes de mercancías de comercio exterior, tanto de importaciones como de exportaciones.

Debido a la importancia de los puertos fronterizos, en 2004 se inició el desarrollo de una plataforma para simular la operación de puertos fronterizos (Sim Fronteras) por parte de la compañía estadounidense Regal Decision Systems, Inc. En el caso de México esta plataforma fue aplicada al caso de 22 puertos fronterizos, ubicados principalmente en la Frontera Norte con Estados Unidos. El desarrollo de esta plataforma tuvo un costo de aproximadamente 1.25 millones de dólares; sin embargo, se tiene una dependencia tecnológica del proveedor y no existe flexibilidad para hacer cambios operativos en los puertos desarrollados. Por lo anterior, es recomendable establecer una plataforma alternativa que sea más flexible, con mejor calidad de las visualizaciones, mucho menos costosa y que disminuya la dependencia del proveedor.

Debido a que un sólo proyecto que desarrolle una nueva plataforma y la aplique a los puertos fronterizos que fueron considerados por Sim Fronteras, sería un trabajo de gran envergadura, se ha optado por dividir el proyecto en fases. Una primera fase, que cubre este proyecto, consiste en determinar cuál plataforma debería utilizarse, considerando sus ventajas y desventajas; además, se desarrolla el modelo conceptual del sistema que forma un puerto fronterizo. Una segunda fase aborda el desarrollo del modelo de simulación de un puerto fronterizo ideal y/o de un puerto fronterizo en particular. La tercera aplica el conocimiento adquirido para replicarlo en todos los puertos fronterizos de interés.

Objetivo general: Explorar diversas plataformas que se puedan utilizar para el desarrollo de un simulador de la operación de los puertos fronterizos y desarrollar un modelo conceptual de los mismos.

Objetivos específicos: Identificar las características de diversas plataformas que puedan servir para simular la operación de los puertos fronterizos; y establecer un modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo.

La investigación abordará a aquellas plataformas que están disponibles comercialmente. Por su parte, el modelo conceptual debe reflejar los flujos de peatones, vehículos y mercancías a través de las instalaciones mientras son atendidos por las autoridades mexicanas.

La secuencia de pasos a seguir es la siguiente: Realizar una búsqueda bibliográfica de documentos relacionados con el tema de investigación y obtener información complementaria de los distintos proveedores comerciales. Establecer un mecanismo objetivo de comparación de las distintas plataformas para seleccionar la adecuada. Revisar la operación de los puertos fronterizos para su análisis como un sistema; proponer un modelo conceptual de puerto fronterizo; y elaborar el informe final.

Los puertos fronterizos

Las fronteras contienen, resguardan y limitan la formación económica-social de un país y a su cultura asociada. Los flujos principales de comercio internacional se encuentran circunscritos en su paso por sólo unas cuantas ubicaciones en donde se encuentran las aduanas. En estas se concentran los movimientos físicos de las mercancías del comercio exterior y de la fuerza de trabajo. Estos lugares establecen la materia de interés de este trabajo, los puertos fronterizos.

La frontera Norte de México, corresponde a la frontera con los Estados Unidos de América. Es la más extensa del país y tiene una longitud total de 3,152 kilómetros. La frontera del Sureste de México corresponde a los límites con los países de Guatemala y Belice. La frontera de México con Guatemala tiene una longitud de 956 kilómetros, y con Belice 193 kilómetros.

Un puerto fronterizo terrestre es una infraestructura especializada para el control de los flujos de entrada y salida de un país. La naturaleza de estos flujos puede ser comercial o no comercial. Incluye a los modos carretero y ferroviario, y también considera a los peatones. Su importancia es estratégica debido a que esta instalación contiene a las distintas agencias responsables de asegurar el cumplimiento y detectar desobediencias a las leyes federales relativas al movimiento comercial, de personas, plantas y animales en la frontera.

En el caso de los 47 puertos terrestres de la frontera Norte, se observan algunas concentraciones en ciertas entidades. La principal concentración se ubica en la

frontera del estado de Tamaulipas (el 36% de la frontera Norte). En cambio, en los 11 puertos de la frontera Sur, la concentración de esta infraestructura es menos marcada.

En años recientes, los mayores flujos en los puertos fronterizos del Norte de México corresponden a los pasajeros transportados en vehículos particulares (122 millones anuales), le siguen los peatones (41 millones anuales) y al final los pasajeros en autobuses (menos de tres millones anuales). Por otro lado, en cuanto a los flujos de autotransporte y ferrocarril, destacan los vehículos particulares (67 millones anuales), le siguen en importancia los movimientos de camiones y tractocamiones (5 millones anuales), enseguida se ubican los carros de ferrocarril (800 mil anuales) y, al final, se encuentran los autobuses (200 mil anuales).

Aunque todos los puertos fronterizos controlan los flujos de entrada y salida de un país, no todos los puertos manejan los mismos tipos de flujos y además sus magnitudes son muy variables. En función de las necesidades de cada puerto fronterizo, puede presentarse una concentración o ausencia de ciertos flujos.

Por ejemplo, durante 2013, cuatro puertos fronterizos del Norte de México (San Ysidro, El Paso, Otay Mesa e Hidalgo) acumularon el 47.4%, 46.3% y 69.6% de los pasajeros en vehículos particulares, peatones, y pasajeros en autobuses respectivamente. En cambio, los puertos de Calexico, Andrade, Del Rio, Rio Grande City, Fabens y Sasabe, no presentaron flujos de pasajeros en autobuses durante 2013. En cuanto a vehículos particulares, los puertos de San Ysidro, Otay Mesa, El Paso y Laredo, acumularon el 50.3% de estos movimientos. En relación con los flujos de camiones y tractocamiones, hubo cinco puertos que no registraron movimientos de estos vehículos (San Ysidro, Calexico, Andrade, Fabens y Sasabe). Por su parte, en cuanto a carros de ferrocarril, sólo siete puertos fronterizos del Norte de México registraron flujos, en este caso se trata de El Paso, Laredo, Brownsville, Eagle Pass, Otay Mesa, Calexico East y Nogales. Por último, en cuanto a los autobuses, seis puertos no registraron flujos (Calexico, Del Rio, Andrade, Rio Grande City, Fabens y Sasabe).

Plataformas para simular la operación de los puertos fronterizos

En esta sección se presentan las características de distintas plataformas comerciales que se podrían utilizar para elaborar modelos de simulación de los puertos fronterizos.

Existen tres enfoques básicos para el modelado de redes de transporte, los macro modelos, los meso modelos y los micro modelos. Cada uno de estos enfoques se caracteriza principalmente por su capacidad para modelar determinada área geográfica y por la precisión del análisis. Debido a que se desea simular la

operación de los puertos fronterizos, la búsqueda se enfocará en plataformas para desarrollar micro modelos.

Para realizar la evaluación se utilizó como base la encuesta realizada por la revista *OR/MS Today*, en su número de octubre de 2013. La cual fue adaptada y complementada con información adicional. En esta encuesta se presenta la información de 44 programas de simulación.

La encuesta aborda seis rubros generales de interés: Características generales del programa, de la construcción del modelo, de la animación, el soporte técnico y capacitación, la información de precios y finalmente, información de innovaciones y comentarios.

Inicialmente, se detectó que dieciocho plataformas tenían aplicaciones típicas y/o mercados primarios, muy distintos a los requeridos para simular la operación de los puertos fronterizos, por lo que se descartaron de los siguientes análisis. Posteriormente, se continuó con el análisis de los restantes veintiséis programas, analizando sus características deseables. Se otorgó un punto a favor en caso de las características deseables y uno negativo en caso contrario.

De acuerdo con esta evaluación, se estimó una calificación promedio igual a 19.15, una moda de 25 y una mediana de 22. En la siguiente parte del análisis sólo se consideró a aquellos programas que tuvieron una calificación total mayor al valor de la mediana y se descartó a un programa, que no tenía información de una característica deseable. Bajo estas consideraciones los mejores once programas fueron: *Simio Design/Team*, *Simio Enterprise*, *Simio Express*, *Enterprise Dynamics 9*, *Arena*, *ExtendSim Suite*, *FlexSim*, *SIMSCRIPT III*, *SIMUL8 Professional*, *ProModel Optimization Suite* y *PTV VISSIM*. Aunque no se descarta ninguno de los programas anteriores, la evaluación previa ha establecido el nivel de desempeño de cada programa considerando sus atributos.

Modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo

En esta sección se plantea un modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo. Se describe y delimita el sistema a estudiar, los tipos de flujos y las principales relaciones entre sus elementos.

Para ello, se definen y describen los elementos más importantes del modelo conceptual, con base en la operación de un puerto fronterizo. Los elementos para determinar el modelo conceptual son: la descripción del puerto de entrada, las instalaciones que hay en este y las rutas que tienen los flujos por su paso dentro del puerto.

Es importante definir lo que es un puerto fronterizo, dado que al hacerlo se delimita el sistema a estudiar. El sistema a analizar para el desarrollo del modelo conceptual consideró que en el puerto fronterizo circulan flujos de peatones,

autobuses (que incluyen o no a viajeros), vehículos ligeros (que incluye o no a viajeros y/o carga) y vehículos comerciales (exclusivos para el transporte de carga).

Cada puerto sirve para el cruce de uno o más flujos, por lo que su configuración e instalaciones están en función de éstos. Además, su operación obedece a una normativa que es uniforme en todos los puertos fronterizos. En el interior de estos puertos se analizaron las diferentes rutas de los flujos para determinar los procesos generales de cada tipo y con base en los resultados, se estableció el modelo conceptual de un puerto fronterizo genérico.

Conclusiones y recomendaciones

Los puertos fronterizos están asociados con ciudades en ambos lados de la frontera; y puede existir más de un puerto fronterizo asociado con cada par de ciudades. Aunque todos los puertos fronterizos controlan los flujos de entrada y salida de un país, no todos los puertos manejan los mismos tipos de flujos y además sus magnitudes son muy variables. En función de sus necesidades puede presentarse una concentración o ausencia de ciertos flujos.

De acuerdo con los criterios considerados se observó que once programas computacionales presentaron un buen desempeño y que tienen el potencial para ser utilizados en el desarrollo de modelos de simulación de los puertos fronterizos.

Para el desarrollo del modelo conceptual se consideraron los distintos tipos de flujos, las instalaciones, los procesos y la normativa. Un elemento funcional importante de los puertos fronterizos está constituido por los diversos actores que actúan e interactúan en su operación.

Se detectaron cinco flujos fundamentales en la operación de los puertos fronterizos: peatones, autobuses, vehículos ligeros, vehículos comerciales y trenes. De éstos sólo el ferrocarril se maneja como un cruce independiente de los otros cuatro. En todos los casos dentro del puerto fronterizo se realiza un proceso para el cruce, el cual está establecido en forma estándar de acuerdo con la normativa de cada país.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 (GR, 2013, p. 80) señala para la infraestructura del transporte y logística que *“una economía que quiere competir a nivel mundial necesita contar con una infraestructura que facilite el flujo de productos, servicios y el tránsito de personas de una manera ágil, eficiente y a un bajo costo. Una infraestructura adecuada potencia la capacidad productiva del país y abre nuevas oportunidades de desarrollo para la población”*. Además, el PND establece (p. 140) en uno de sus objetivos *“contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica”*. Para ello, la estrategia 4.9.1 indica la necesidad de *“modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia”*. Las líneas de acción correspondientes son: *“Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad; y evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros”*.

Por otro lado, el diagnóstico del PND relacionado con la migración señala que *“se calcula que 11.8 millones de mexicanos viven en Estados Unidos. Para fortalecer el papel de la asistencia y protección en salvaguardar los derechos de los mexicanos en el exterior, es necesario mejorar la provisión de servicios de documentación. Asimismo, los controles fronterizos son insuficientes e ineficientes. Es notoria la falta de infraestructura en los puntos fronterizos y la ausencia de capacidades tecnológicas para el registro y control de migrantes y mercancías”* (pp. 96 y 97).

En el enfoque de México con Responsabilidad Global del PND (p. 154) se establece en una de sus líneas de acción, *“dotar de infraestructura los puntos fronterizos, promoviendo el uso de tecnología no intrusiva para la gestión ordenada de los flujos de personas y bienes”*.

El desarrollo y empleo de modelos computacionales para evaluar los niveles prevalecientes de servicio; las posibles opciones para reducir la congestión; y como herramienta para mejorar la eficiencia de la operación y administración de los sistemas de transporte, ha sido ampliamente reconocida así como documentada. Tales modelos también pueden aplicarse para simular la operación de las instalaciones que controlan los flujos de peatones, vehículos y carga entre dos países, es decir en los puertos fronterizos.

En el campo de la planeación existe una necesidad permanente en la predicción de los cambios en capacidad, cuando se modifica el arreglo de un puerto o el perfil de la demanda. Esto genera el requerimiento de un análisis detallado de los flujos dinámicos a través de los distintos subsistemas bajo estudio. La complejidad que involucra realizar estas tareas necesita apoyo mediante modelos computacionales avanzados para obtener soluciones en tiempos cortos. Un prerequisite para el funcionamiento ordenado de un puerto fronterizo es que todos sus subsistemas estén interconectados en forma armónica. La falla o desorganización del servicio en cualquiera de los subsistemas, afecta la operación de todos sus eslabones; afortunadamente los efectos en el sistema pueden examinarse a través de los modelos de simulación.

La simulación es la representación de la operación de algún proceso o sistema del mundo real a través del tiempo. La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (Banks et al, 1996).

Los modelos de simulación toman comúnmente la forma de un conjunto de supuestos respecto a la operación de un sistema, éstos son expresados en forma de relaciones matemáticas y lógicas entre sus componentes. La simulación también puede ser utilizada para estudiar sistemas en su etapa de diseño, antes de que dichos sistemas sean construidos. De esta manera, los modelos de simulación son utilizados tanto como una herramienta de análisis para predecir los efectos de cambios en sistemas existentes, así como una herramienta de diseño para pronosticar el comportamiento de sistemas nuevos (Herrera, 2012).

Un puerto fronterizo es una infraestructura dotada de personal, instalaciones, equipos y procedimientos especializados para controlar los flujos de peatones, vehículos, bienes muebles y mercancías entre dos países. Su complejidad aumenta debido a que concentra no sólo a autoridades de dos países (por ejemplo, México y Estados Unidos), sino también porque concurren funcionarios de distintos ámbitos e intereses, por ejemplo, personal de aduanas, migración, sanidad (medidas sanitarias y fitozoosanitarias), impacto ambiental, antinarcóticos y seguridad.

Como un ejemplo de este tipo de infraestructura se tiene al puerto de Tijuana – San Ysidro, entre los estados de Baja California en México y California en los Estados Unidos, el cual es considerado como el puerto fronterizo más activo del mundo. En 2011 cruzaron por este puerto 41,289,701 personas, esto representó 113,122 cruces diarios. Dos de cada diez personas que entran a Estados Unidos diariamente, lo hacen por este lugar (<http://tijuanaexpress.com/>).

Aproximadamente, el 67% del intercambio comercial entre México y Estados Unidos se realiza por autotransporte. Este gran volumen provoca que varios de los puertos de entrada en la Frontera Norte empiecen a padecer problemas de saturación ya que la demanda excede la capacidad de esos puertos fronterizos.

Los métodos de control intensivo utilizados por dependencias gubernamentales de ambos países y la necesaria participación de agencias aduanales restringen la capacidad de la frontera. La situación más preocupante se presenta en el cruce fronterizo en dirección norte, en donde es común observar largas filas de camiones en espera. Para realizar el cruce se necesitan muchos documentos y cumplir con diversos trámites. Esto es necesario para asegurar el cumplimiento de las leyes de ambos países. Asuntos como seguridad, terrorismo, narcotráfico y migración son muy importantes y rigen las operaciones de las entidades involucradas (Acha, 2009). Sin duda los puertos fronterizos constituyen un elemento crucial en la actividad económica nacional dado que en ellos se concentran grandes volúmenes de mercancías de comercio exterior, tanto de importaciones como de exportaciones.

Debido a la importancia de los puertos fronterizos, en 2004 se inició el desarrollo de una plataforma para simular la operación de puertos fronterizos (Sim Fronteras) por parte de la compañía estadounidense Regal Decision Systems, Inc., como parte de los trabajos del Border Station Partnership Council. En México esta plataforma fue aplicada al caso de 22 puertos fronterizos, ubicados principalmente en la Frontera Norte con Estados Unidos, sin embargo dos de estos puertos no cuentan con información operativa (Acha, 2009).

Dicha plataforma (versión 1.0.1) proporciona la capacidad principal de simular el arribo de vehículos ligeros, vehículos comerciales, autobuses y peatones que ingresan y salen de México en un puerto fronterizo. El sistema consta de una interfaz de usuario gráfica (GUI) con un editor de diagrama integrado, un modelo de simulación, un sistema de informes estadísticos y un programa de animación bidimensional. Sim Fronteras permite definir la infraestructura y características operativas de un puerto fronterizo terrestre existente o sugerido en México, para luego analizar su funcionamiento mediante simulación por computadora (Regal Decision Systems, Inc., 2005).

El desarrollo de esta plataforma tuvo un costo de aproximadamente 1.25 millones de dólares (15.6 millones de pesos). Sin embargo, se tiene una dependencia tecnológica del proveedor y no existe flexibilidad para hacer cambios operativos en los puertos desarrollados. Por lo anterior, es recomendable establecer una plataforma alternativa que sea más flexible, con mejor calidad de las visualizaciones (en tercera dimensión), mucho menos costosa y que disminuya la dependencia del proveedor.

Debido a que un sólo proyecto que desarrolle una nueva plataforma y la aplique a los puertos fronterizos que fueron considerados por Sim Fronteras, sería un trabajo de gran envergadura¹, se ha optado por dividir el proyecto en tres fases. Una primera fase, que es la que cubre este proyecto inicial, consiste en explorar diversas plataformas y sus características. También, en esta primera fase se

¹ Dado que también, implicaría la actualización de la información operativa utilizada originalmente (en 2004) y la actualización de los cambios físicos (*layout*) y operativos de dichas instalaciones en los modelos.

desarrolla el modelo conceptual del sistema que forma un puerto fronterizo. Una segunda fase abordará el desarrollo del modelo de simulación de un puerto fronterizo ideal y/o de un puerto fronterizo en particular. Una tercera fase consistirá en aplicar el conocimiento adquirido para replicarlo en todos los puertos fronterizos de interés. Es probable que esta última fase sea desarrollada por un tercero.

Mediante la aplicación de la nueva plataforma se podrá:

- Crear y mantener archivos de datos para reflejar configuraciones y características operativas de varios puertos fronterizos.
- Crear un diagrama de las instalaciones que representa un puerto fronterizo específico y sus patrones de tráfico.
- Analizar el funcionamiento de un puerto fronterizo durante un período específico.
- Predecir el funcionamiento de un puerto fronterizo con nuevas configuraciones sugeridas.
- Revisar informes de resultados estadísticos con respecto a factores de congestión en diferentes puntos dentro del área operativa del puerto fronterizo y evaluar posibles cambios físicos y operativos para reducir dicho congestión.
- Obtener una animación en tercera dimensión de los flujos de entrada, salida y dentro del puerto fronterizo.

1.2 Objetivos

Objetivo general:

Explorar diversas plataformas que se puedan utilizar para el desarrollo de un simulador de la operación de los puertos fronterizos y desarrollar un modelo conceptual de los mismos.

Objetivos específicos

- a) Identificar las características de diversas plataformas que puedan servir para simular la operación de los puertos fronterizos.
- b) Establecer un modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo.

1.3 Alcances

La investigación abordará a aquellas plataformas que están disponibles comercialmente. Por su parte, el modelo conceptual debe reflejar los flujos de peatones, vehículos y mercancías a través de las instalaciones mientras son atendidos por las autoridades mexicanas. Dentro de los elementos estadísticos que debe aportar el modelo se tienen al menos: flujos totales por tipo, y tiempos y tamaños de las líneas de espera (valores promedio y máximos).

1.4 Metodología

La secuencia de pasos a seguir es la siguiente:

- a) Realizar una búsqueda bibliográfica de documentos impresos y digitales relacionados con el tema de investigación, con apoyo del Centro de información Documentación (CID) del IMT.
- b) Revisar la operación de los puertos fronterizos para su análisis como un sistema.
- c) Proponer un modelo conceptual de puerto fronterizo.
- d) Elaborar el informe final, incluyendo conclusiones y recomendaciones.

2 Los puertos fronterizos

2.1 Las fronteras

Las funciones que desempeñan las fronteras han presentado cambios en el tiempo. Lawrence Herzog (1992) señala que hay una línea divisoria en las funciones de las fronteras en América, ubicando este parteaguas a mediados del siglo pasado. Según su propuesta, hasta 1950, aproximadamente, la función básica de las fronteras era la de resguardo militar, relegando a un segundo plano cualquier otra función. Se establecían estrategias de desarrollo muy precavidas, por ejemplo, la infraestructura valiosa se localizó lejos de las fronteras, mientras que las instalaciones defensivas estaban localizadas justo ahí. Por lo que estas zonas permanecían como espacios de protección, con una función de resguardo. Sin embargo, la evolución de la tecnología bélica y de la organización de la producción cambió a partir de entonces las funciones de las regiones fronterizas. El resultado fue que estas regiones comenzaron a albergar grandes poblaciones e instalaciones económicas vitales.

Por su parte, Ovidio González (2008) señala que las fronteras contienen, resguardan y limitan la formación económica-social de un país y a su cultura asociada. Otra característica que define los rasgos regionales de una frontera se asocia con las relaciones económicas entre los dos países limítrofes. Estas relaciones pueden estar reglamentadas legalmente o pueden ser ilegales, en gran medida se conforma de flujos de intercambios comerciales de mercancías de todo tipo, pero también, de bienes de capital, intermedios o de consumo final, el intercambio de fuerza de trabajo y el tráfico de mercancías ilegales.

Aunque el intercambio comercial clandestino entre dos países se realiza por casi cualquier punto de cruce sobre la línea fronteriza, los flujos principales de comercio internacional se encuentran circunscritos en su paso por sólo unas cuantas ubicaciones en donde se encuentran las aduanas. *“A lo largo de la línea fronteriza y en determinados cruces, existen puertas que muestran el grado de permeabilidad de cada nación y posibilitan la unión entre ambas”*. En estas se concentran los movimientos físicos de las mercancías del comercio exterior y de la fuerza de trabajo (González, 2008). Estos lugares establecen la materia de interés de este trabajo, los puertos fronterizos.

2.1.1 La frontera Norte de México

La frontera Norte de México, corresponde a la frontera con los Estados Unidos de América. Es la más extensa del país y tiene una longitud total de 3,152 kilómetros. Las entidades federativas mexicanas que colindan con el país vecino son Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (INEGI, 2014). Cabe señalar que 66% de esta frontera es fluvial y 34% terrestre (<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/109/cap2.html>).

2.1.2 La frontera del Sureste de México

Esta frontera corresponde a los límites con los países de Guatemala y Belice. La frontera de México con Guatemala tiene una longitud de 956 kilómetros, y con Belice 193 kilómetros, por lo que esta última es la más pequeña que tiene nuestro país. Las entidades federativas mexicanas que colindan con Guatemala son Campeche (194 km), Tabasco (108 km) y Chiapas (654 km). En el caso de Belice, la única entidad mexicana colindante es Quintana Roo (INEGI, 2014).

2.2 Los puertos fronterizos de México

Un puerto fronterizo terrestre es una infraestructura especializada para el control de los flujos de entrada y salida de un país. La naturaleza de estos flujos puede ser comercial o no comercial. Desde luego, su acceso es terrestre por lo que incluye a los modos carretero y ferroviario, y también considera a los peatones. Su importancia es estratégica debido a que esta instalación contiene a las distintas agencias responsables de asegurar el cumplimiento y detectar desobediencias a las leyes federales relativas al movimiento comercial, de personas, plantas y animales en la frontera. Además, proporciona un punto de contacto con los viajeros que ingresan o salen de un país, con el fin de recaudar ingresos; evitar el ingreso de extranjeros ilegales; evitar el ingreso de plantas perjudiciales, plagas animales, enfermedades humanas y animales; y examinar documentos de comercio exterior, entre otros (Regal Decision Systems, Inc., 2005).

Los puertos fronterizos están asociados con ciudades en ambos lados de la frontera. En la Figura 2.1 se presentan para los seis estados fronterizos del Norte de México, las ciudades y puertos fronterizos relacionados. En esta figura, para cada entidad mexicana fronteriza, aparece primero el nombre de la ciudad mexicana y enseguida la ciudad vecina de Estados Unidos. En el caso de los puertos fronterizos, de igual forma, primero se señala el nombre del puerto en México y después el nombre asignado por el país vecino. Observe que en algunos casos ambos países utilizan el mismo nombre para designar al puerto, por lo que bajo esta condición sólo aparecerá un único nombre. Además, en dicha figura se observa que puede haber más de un puerto fronterizo asociado con cada par de ciudades. Por ejemplo, en el caso del par de ciudades Juárez (Chihuahua) y El Paso (Texas), existen cinco puertos fronterizos.

Similarmente, en el caso de la frontera Sur de México, en la Figura 2.2 se presentan las ciudades y puertos fronterizos en los estados de Quintana Roo, Chiapas y Tabasco, asociados con los países vecinos del Sur, Belice y Guatemala. Observe que en el caso de Campeche no existe un puerto fronterizo terrestre asociado, aunque sí existen pasos migratorios formales, los aeropuertos internacionales de Campeche (Ing. Alberto Acuña Ongay) y de Ciudad del Carmen, y los puertos marítimos en Isla del Carmen y en Seybaplaya (<http://www.conago.org.mx/reuniones/documentos/2011-12->). De igual forma en las otras entidades, los pasos migratorios formales en aeropuertos internacionales o marítimos, no están considerados en estas figuras.

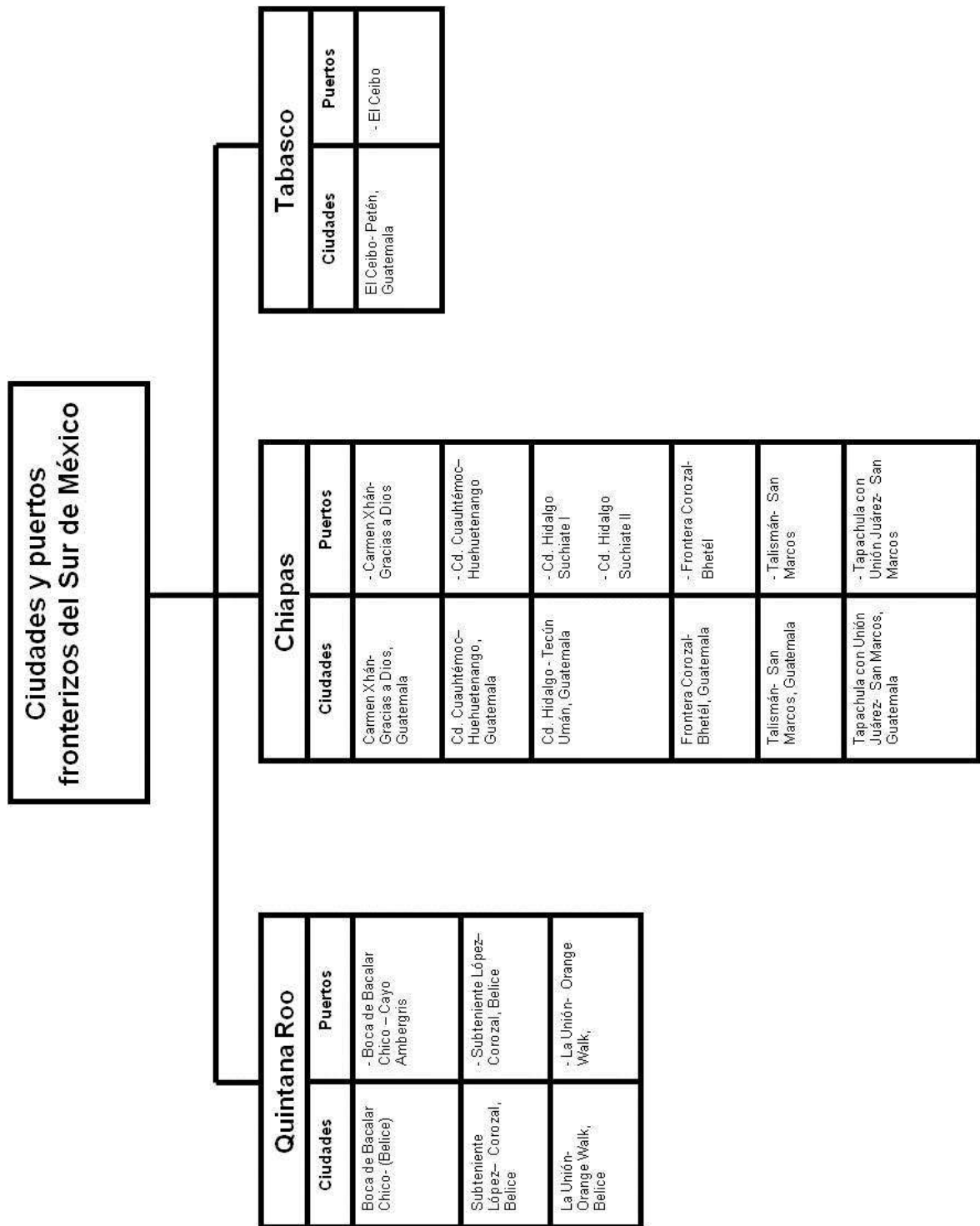
Ciudades y puertos fronterizos del Norte de México

Baja California		Sonora		Chihuahua		Coahuila		Nuevo León		Tamaulipas	
Ciudades	Puertos	Ciudades	Puertos	Ciudades	Puertos	Ciudades	Puertos	Ciudades	Puertos	Ciudades	Puertos
Tijuana- San Diego, CA	- Puerta México - San Ysidro	San Luis Río Colorado-San Luis	- San Luis Río Colorado-San Luis I	Orizaba- Orizaba, TX	- Orizaba- Orizaba	Piedras Negras- Eagle Pass, TX	- Puerta Piedras Negras	Anahuac- Colombia, TX	- Solidad Colombia- Laredo	Nuevo Laredo- Laredo, TX	- Puerta a las Américas
Tijuana- Otay Mesa, CA	- Mesa de Otay	San Luis Río Colorado-San Luis II	- San Luis Río Colorado-San Luis II	El Paso- El Paso, TX	- El Paso- El Paso		- Camino Real				- Juarez-Lincoln
Tecate- Tecate, CA	- Tecate	Sonora- Lukeville, AZ	- Sonora- Lukeville	Guadalupe- Fátima, TX	- La Casa- Fátima		- Internacional Unión Pacific				- Comercio Mundial
Mexicali- Calexico, CA	- Calexico- Mexicali I	Sanic- Sanic, AZ	- Sasabe		- Yuma- Yuma	Acuña- Del Rio, TX	- Internacional Ciudad Acuña- Del Rio			Matamoros- Brownsville, TX	- Puerta Internacional
Mexicali- Andrade, CA	- Los Algodones- Andrade	Nogales- Nogales, AZ	- DeConcini Nogales I	Julesburg- el Paso, TX	- Los Algodones		- Puerta de la Amistad				- BLM
			- Maricopa Nogales II		- Paso del Norte						- BSMFFCC
			- Mesquite		- Ferrocarril Santa Fe					Brownsville- Brownsville, TX	- Libre Comercio
			- Naco		- Ferrocarril UP						- Progreso
			- Agua Prieta- Douglas, NM		- Jerónimo- Santa Teresa, Texas					Rio Bravo- Donna, TX	- Donna
										Reynosa- Hidalgo, TX	- Hidalgo
										Reynosa- Pharr, TX	- Reynosa- Pharr
										Reynosa- Anzalotz, TX	- Anzalotz
										Donna- Donna, TX	- Los Ebanos Farm
										Camargo- Cd. Rio Grande, TX	- Camargo- Cd. Rio Grande
										Miguel Alemán- Roma, TX	- Roma- Cd. Miguel Alemán

CA=California, AZ= Arizona, NM=New México, TX=Texas

Fuente: Elaboración propia con base en Moreno, et al., 2013.

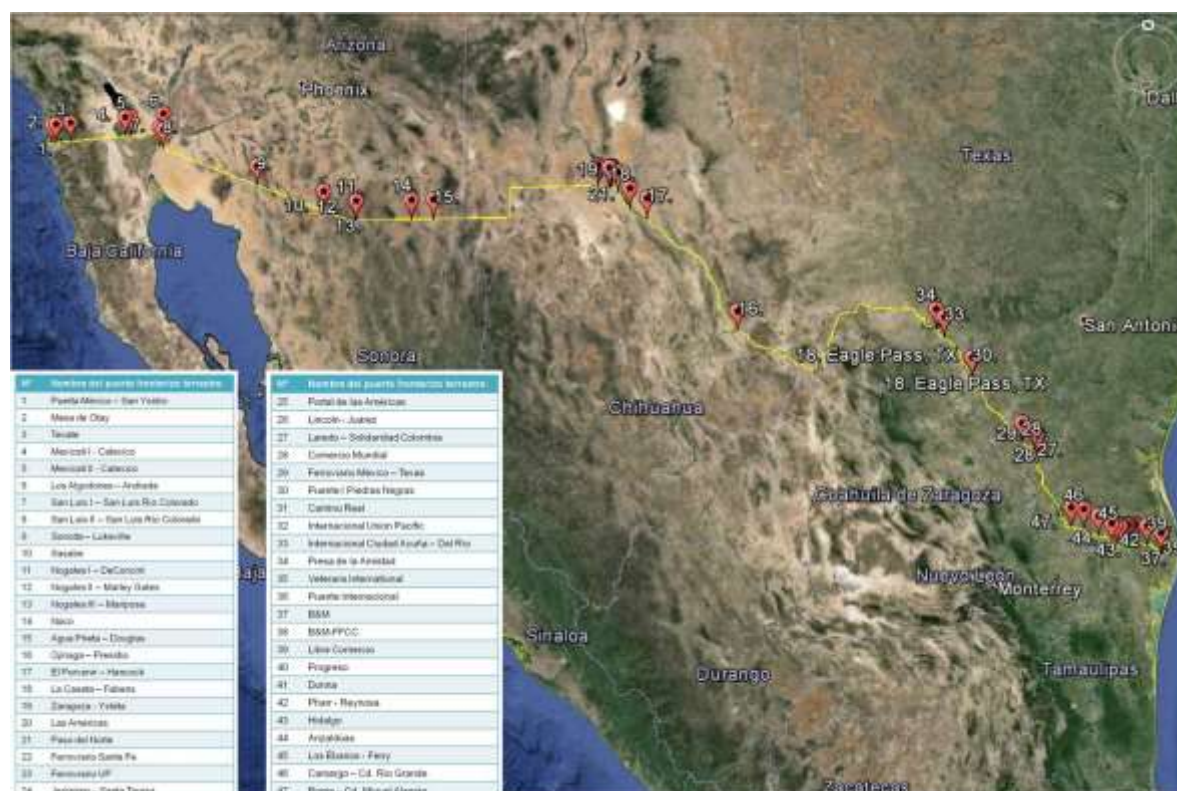
Figura 2.1 Ciudades y puertos fronterizos del Norte de México



Fuente: Elaboración propia con base en: http://www.conago.org.mx/reuniones/documentos/2011-12-06/20111201_DIRSS_DIAGNOSTICO_FRONTERA_SUR_TAB.pdf y <http://www.sre.gob.mx/revistadigital/images/stories/numeros/n81/hidalgo.pdf>

Figura 2.2 Ciudades y puertos fronterizos del Sur de México

En las Figuras 2.3 y 2.4 se presenta la ubicación de los puertos fronterizos terrestres del Norte y Sur de México, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con base en la Figura 2.1 y Google Earth.

Figura 2.3 Puertos fronterizos terrestres del Norte de México

En el caso de los 47 puertos terrestres de la frontera Norte, se observan algunas concentraciones en ciertas entidades. La principal concentración se ubica en la frontera del estado de Tamaulipas. En ésta se ubican 17 puertos (el 36% de la frontera Norte). También, en la frontera de Baja California se observa una concentración de dichas instalaciones, en este caso sólo existen seis puertos fronterizos (12.7% de la frontera Norte), pero muy cercanos entre sí debido a la relativamente pequeña extensión de su línea divisoria. En el caso de Sonora y Chihuahua, cada una con 9 puertos (que corresponde para cada entidad al 19.1% de la frontera Norte), no presentan una distribución tan concentrada como la de las primeras entidades señaladas. Por último, las entidades de Coahuila y Nuevo León, poseen el menor número de puertos fronterizos, el primero sólo tiene cinco y el segundo únicamente uno (lo que corresponde al 10.6% y 2.1%, respectivamente de la frontera Norte).

En cambio, en los 11 puertos de la frontera Sur, la concentración de esta infraestructura es menos marcada, sólo en la frontera con Guatemala hay dos sitios donde se agrupan, uno en Ciudad Hidalgo (Chiapas) y el otro en San Marcos (Guatemala).



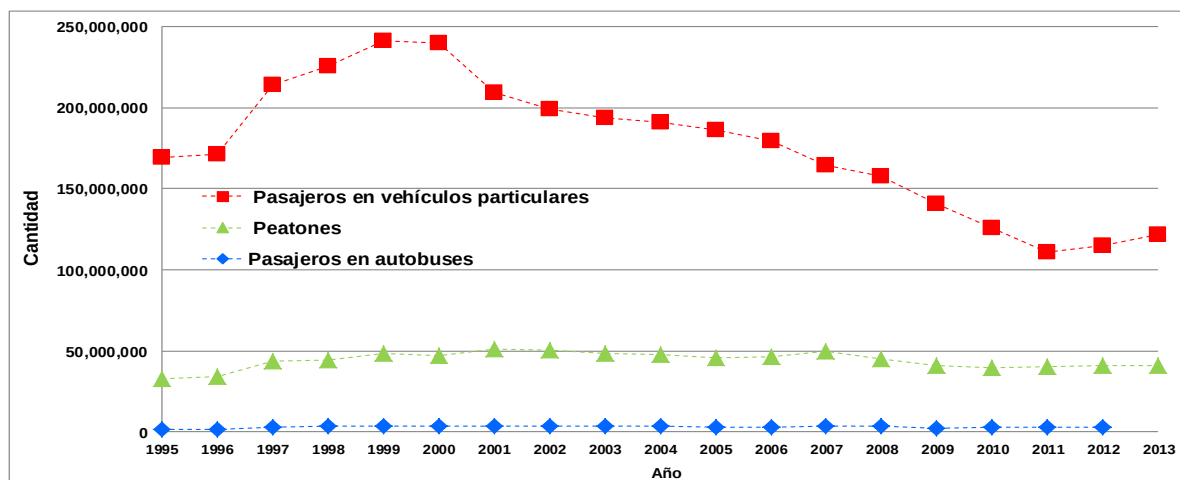
Fuente: Elaboración propia con base en la Figura 2.2 y Google Earth.

Figura 2.4 Puertos fronterizos terrestres del Sur de México

2.3 Actividad de los puertos fronterizos

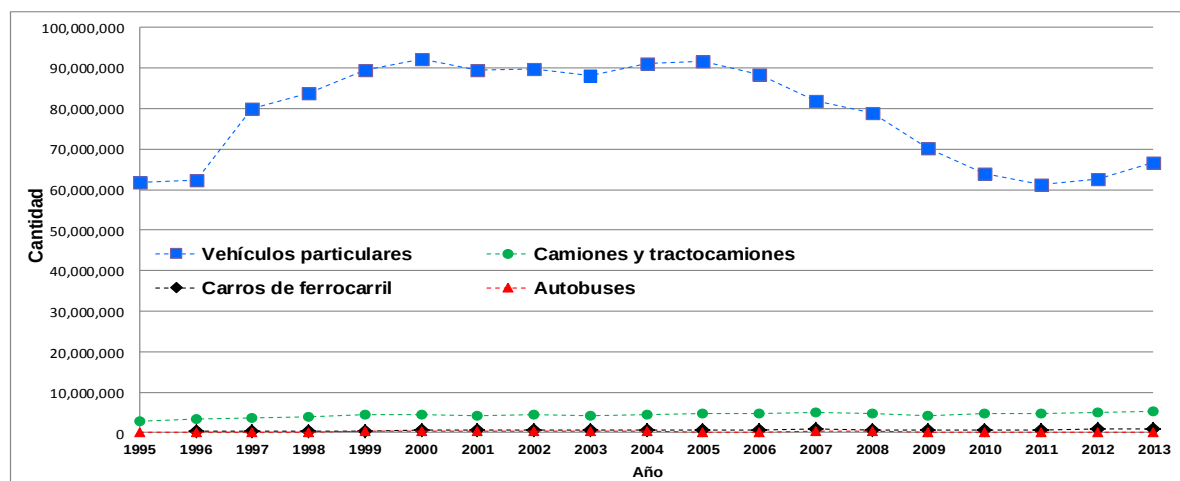
En las Figuras 2.5 y 2.6 se muestran algunos de los principales flujos que se presentan en la frontera Norte de México. Como se aprecia los mayores volúmenes corresponden a los pasajeros transportados en vehículos particulares, le siguen los peatones y al final los pasajeros en autobuses. En el caso de los pasajeros transportados en vehículos particulares, se ha observado una tendencia a disminuir desde el inicio del presente siglo, en ese tiempo se presentaban flujos mayores a los 200 millones de pasajeros por año y en 2013 esta cifra se redujo a aproximadamente 122 millones de pasajeros, la cual todavía representa un valor significativo, dado que equivale a más de 334 mil pasajeros por día en toda la frontera Norte. También los peatones conforman flujos importantes en los puertos fronterizos del Norte, dado que en años recientes se han movilizado más de 41 millones anualmente. Por otro lado, en cuanto a los flujos de autotransporte y ferrocarril, destacan los vehículos particulares (que están relacionados con la gran magnitud de pasajeros señalados antes), en años recientes éstos presentaron valores mayores a 60 millones de vehículos anuales, aunque durante el periodo 1999-2006 presentaron flujos anuales consistentes del orden de 90 millones. Después, siguen en importancia los movimientos de camiones y tractocamiones, en el periodo 1998-2013 estos flujos oscilaron entre los 4 y 5 millones de unidades anuales. Enseguida se ubican los carros de ferrocarril con flujos en años recientes

de alrededor de 800 mil unidades anuales, y al final se encuentran los autobuses, que en los últimos diez años han presentado flujos del orden de 200 mil unidades anuales. Las líneas puntadas en las Figuras 2.5 y 2.6 representan la tendencia de los comportamientos en el tiempo.



Fuente: http://transborder.bts.gov/programs/international/transborder/TBDR_BC/TBDR_BCTSA.html

Figura 2.5 Series de tiempo de los flujos de pasajeros y peatones en los puertos fronterizos del Norte de México

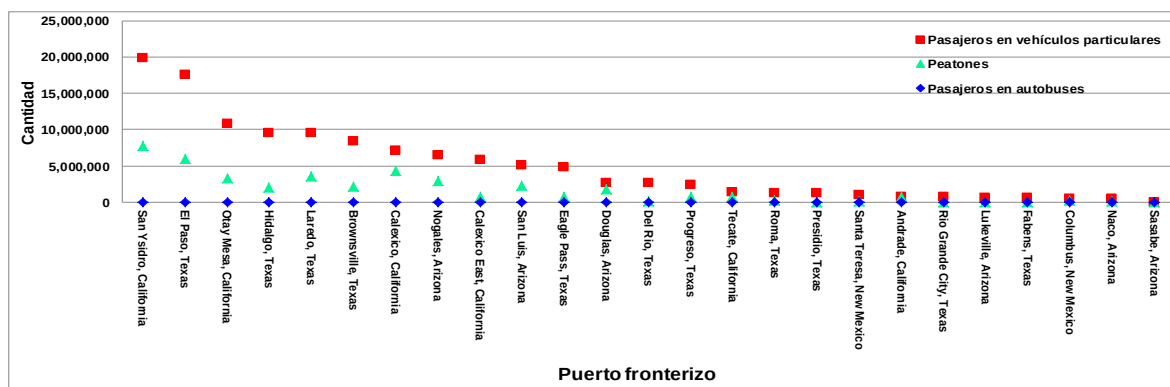


Fuente: http://transborder.bts.gov/programs/international/transborder/TBDR_BC/TBDR_BCTSA.html

Figura 2.6 Series de tiempo de los flujos de autotransporte y ferroviarios en los puertos fronterizos del Norte de México

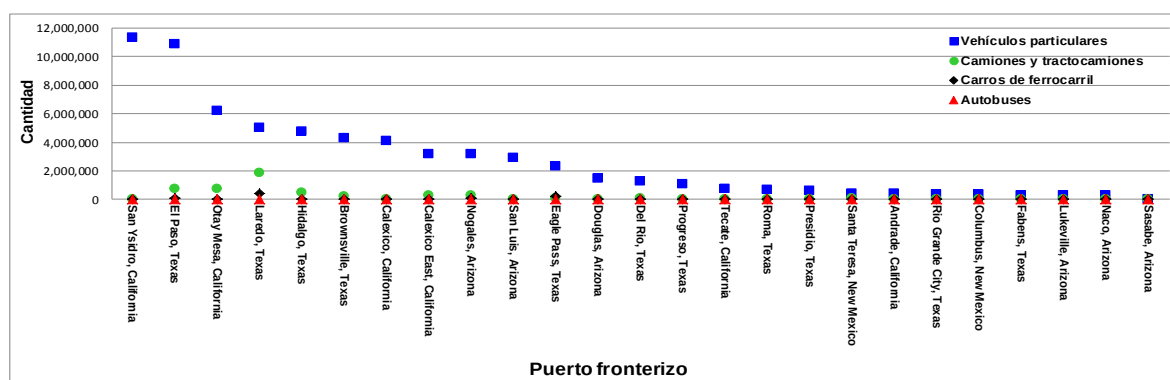
Aunque todos los puertos fronterizos controlan los flujos de entrada y salida de un país, no todos los puertos manejan los mismos tipos de flujos y además sus magnitudes son muy variables. En función de las necesidades de cada puerto fronterizo, puede presentarse una concentración o ausencia de ciertos flujos. Para

ejemplificar esto, a continuación se presentan algunos de los flujos reportados en 2013 en los principales puertos fronterizos del Norte de México (Figuras 2.7 y 2.8).



Fuente: http://transborder.bts.gov/programs/international/transborder/TBDR_BC/TBDR_BCTSA.html

Figura 2.7 Flujos de pasajeros y peatones en los puertos fronterizos del Norte de México durante 2013



Fuente: http://transborder.bts.gov/programs/international/transborder/TBDR_BC/TBDR_BCTSA.html

Figura 2.8 Flujos de autotransporte y ferroviarios en los puertos fronterizos del Norte de México durante 2013

Como se aprecia, en el caso de pasajeros y peatones, los principales puertos son San Ysidro (California), El Paso (Texas), Otay Mesa (California) e Hidalgo (Texas). Estos cuatro puertos acumularon el 47.4%, 46.3% y 69.6% de los pasajeros en vehículos particulares, peatones, y pasajeros en autobuses respectivamente, durante 2013. Aunque todos los puertos en la Figura 2.7 registraron flujos de pasajeros en vehículos particulares y peatones, los puertos de Calexico y Andrade (en California), Del Rio, Rio Grande City y Fabens (en Texas) y Sasabe (en Arizona), no presentaron flujos de pasajeros en autobuses durante 2013.

En cuanto a vehículos particulares, todos los puertos que aparecen en la Figura 2.8 registraron flujos. En este caso, durante 2013, los puertos de San Ysidro y

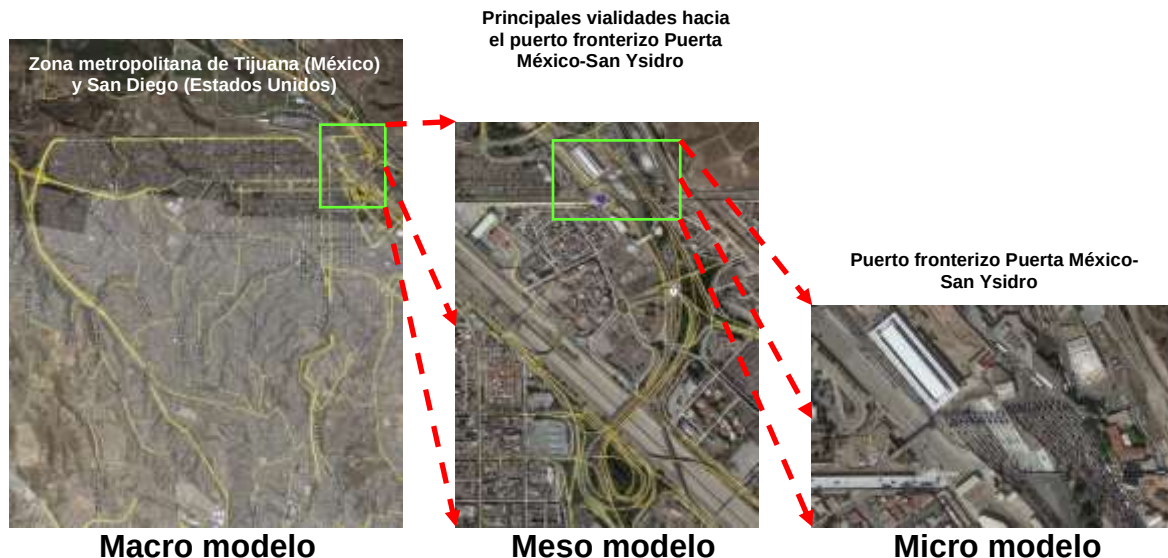
Otay Mesa (en California), y El Paso y Laredo (en Texas) acumularon el 50.3% de estos movimientos. En relación con los flujos de camiones y tractocamiones, hubo cinco puertos que no registraron movimientos de estos vehículos (San Ysidro, Calexico y Andrade en California, Fabens en Texas y Sasabe en Arizona). Por su parte, en cuanto a carros de ferrocarril, de los 25 puertos en la Figura 2.8, sólo siete registraron flujos, en este caso se trata de El Paso, Laredo, Brownsville e Eagle Pass en Texas; Otay Mesa y Calexico East en California; y Nogales (Arizona). Por último, en cuanto a los autobuses, seis puertos no registraron flujos (Calexico, Del Rio, Andrade, Rio Grande City, Fabens y Sasabe).

3 Plataformas para simular la operación de los puertos fronterizos

En esta sección se presentan las características de distintas plataformas comerciales que se podrían utilizar para elaborar modelos de simulación de los puertos fronterizos.

3.1 Enfoques del modelado

Existen tres enfoques básicos para el modelado de las redes de transporte, los macro modelos, los meso modelos y los micro modelos. Cada uno de estos enfoques se caracteriza principalmente por su capacidad para modelar determinada área geográfica (escala) y por la precisión del análisis (nivel de detalle). La Figura 3.1 muestra las diferentes escalas en las que cada uno de los tres enfoques opera.



Fuente: Elaboración propia. Imágenes generadas en Google Earth.

Figura 3.1 Enfoques del modelado de redes de transporte

En el extremo de esta gama se ubican los macro modelos, los cuales representan una gran área geográfica, por ejemplo, el área metropolitana de Tijuana en México y San Diego en Estados Unidos. Los macro modelos pueden representar la totalidad de una región metropolitana, pero no pueden representar los vehículos o los peatones de toda la red en forma individual. Además, los macro modelos no son sensibles al tiempo. Una subcategoría de macro modelos que cada vez tiene más preponderancia, son las herramientas de soporte para la toma de decisiones en tiempo real. Estas herramientas aportan información, relacionada con el impacto de ciertas disposiciones en la región o localidad, para los tomadores de decisiones.

En el otro extremo de la gama se encuentran los micro modelos, los cuales generalmente pueden representar solamente un segmento de las vías de comunicación o una infraestructura de servicio, por ejemplo, un tramo de autopista o un puerto fronterizo. Los micro modelos no son comúnmente utilizados para representar grandes áreas geográficas, como, por ejemplo, la totalidad de una zona metropolitana debido a que esto requeriría una cantidad masiva de información de entrada y una gran capacidad de cómputo. Además, es muy difícil calibrar un micro modelo en el ámbito regional. Sin embargo, los micro modelos son útiles para modelar partes pequeñas de una red, como por ejemplo, un corredor específico. Los micro modelos ofrecen resultados muy precisos dado que pueden realizar un seguimiento individual de cada vehículo en la red, durante intervalos muy reducidos (normalmente de 1/10 de segundo).

Los meso modelos se ubican entre los enfoques micro y macro señalados antes. Pueden representar áreas geográficas mayores que los micro modelos y obtienen resultados más precisos que los macro modelos. Generalmente, los meso modelos representan entronques de carreteras individuales y vehículos en una red, pero no carriles individuales de cada segmento de las carreteras (Hardy y Wunderlich, 2007). Por lo anterior, la búsqueda se enfocará en plataformas para desarrollar micro modelos de simulación.

3.2 Plataformas disponibles comercialmente y sus características

Para realizar una evaluación objetiva de las plataformas de simulación disponibles comercialmente, se utilizó como base la encuesta realizada por la revista *OR/MS Today*, en su número de octubre de 2013². La cual fue adaptada y complementada con información adicional. El detalle de esta encuesta se presenta en la Tabla A1.1, en el Anexo 1.

La información de esta encuesta proviene de las respuestas a un cuestionario que fue preparado específicamente para ello y que fue enviado a los proveedores de programas de simulación. Aunque la encuesta no es exhaustiva, sin embargo, se puede considerar representativa de los paquetes de simulación disponibles. Cabe señalar que esta encuesta incluye los productos de las empresas que respondieron a *OR/MS Today*, dentro del plazo establecido para ello.

En la Tabla A1.1, se presenta la información de 44 programas de simulación. Debido al gran tamaño de la tabla y para facilitar la ubicación de la información, se numeraron los renglones (del 1 al 44), y se identificaron las columnas (de la A a la AO).

La encuesta aborda seis rubros generales de interés, que son:

² Fuente: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html>

Rubro uno. Características generales del programa (de la columna A a la K).

- Proveedor (columna A).
- Aplicaciones típicas (columna B).
- Mercados primarios (columna C).
- Sistemas operativos y características del CPU (columnas D y E).
- Funciones especializadas con otros programas (columnas F y G).
- Control mediante programas externos (columnas H e I).
- Personalización del programa por el usuario (columna J).
- Supervisión del rendimiento del CPU durante la ejecución (columna K).

Rubro dos. Construcción del modelo (de la columna L a la Z).

- Construcción gráfica del modelo (columna L).
- Construcción del modelo mediante programación (columna M).
- Depuración durante la ejecución (columna N).
- Establecimiento de la distribución de entrada (columnas O y P).
- Soporte para el análisis de los resultados (columnas Q y R).
- Optimización (columnas S y T).
- Reutilización del código (columna U).
- Posibilidad de compartir el modelo, herramientas de apoyo y costo extra (columnas V, W y X).
- Estimación de costos (columna Y).
- Posibilidad de construir modelos mixtos con variables discretas y continuas (columna Z).

Rubro tres. Animación (de la columna AA a la AF).

- Animación (columna AA).
- Visualización en tiempo real (columna AB).
- Posibilidad de exportar la animación a otros programas (columna AC).
- Programas de animación compatibles (columna AD).
- Animación en 3D (columna AE).
- Importación de dibujos en *computer-aided design* (CAD) (columna AF).

Rubro cuatro. Soporte y capacitación (de la columna AG a la AK).

- Atención a los usuarios (columna AG).
- Grupos de discusión (columna AH).
- Cursos de capacitación (columna AI).
- Capacitación en sitio (columna AJ).
- Disponibilidad de consultoría (columna AK).

Rubro cinco. Información de precios (de la columna AL a la AM).

- Información de precios de la versión estándar (columna AL).
- Información de precios de la versión para estudiantes (columna AM).

Rubro seis. Innovaciones y comentarios (de la columna AN a la AO).

- Nuevas características principales desde 2011 (columna AN).
- Comentarios del proveedor (columna AO).

3.3 Programas de simulación no relacionados con los puertos fronterizos

De acuerdo con lo establecido en la Tabla A1.1, existen algunas plataformas comerciales con aplicaciones típicas (columna B) y/o mercados primarios (columna C), muy distintos a los requeridos para simular la operación de los puertos fronterizos. Tal es el caso de los programas señalados en los renglones 2, 5, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 35, 40, 41. Debido a que sus aplicaciones están relacionadas con atención de pacientes, decisiones de inversión, dinámica de fluidos, evaluación de riesgos, gestión de residuos hídricos y de residuos, gestión financiera, inteligencia empresarial, líneas de embalaje, procesos en hospitales y procesos químicos. Por otra parte, sus principales mercados son ambiente, calidad, comercio, economía, educación, energía, manufactura, milicia, negocios, salud y servicios financieros, entre otros. Por lo cual, estos dieciocho programas ya no se consideraron en los análisis siguientes.

En cambio, los programas que podrían ser utilizados para simular la operación de los puertos fronterizos, en general tienen aplicaciones típicas relacionadas con eventos discretos y micro simulación. Además, sus mercados básicos son cadenas de suministro, logística, redes y transporte. Por lo tanto, los veintiséis programas que se continuaron analizando son los correspondientes a los renglones 1, 3, 4, 6, 8, 11, 12, 13, 18, 21, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 42, 43 y 44, de la Tabla A1.1.

3.4 Características deseables de los programas

Existen ciertas características deseables que deben poseer los programas. Estas características constituyen las ventajas de las distintas plataformas y su carencia las desventajas. Para cuantificar objetivamente estas características se utilizó nuevamente la Tabla A1.1. En particular las características deseables corresponden a las columnas E, F, H, J, K, L, M, N, O, Q, S, U, V, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ y AK de dicha tabla. En el caso de que se señala un “Sí” en dichas columnas se considera como un punto a favor (+1) del programa respectivo, y en el caso de que se presenta un “No”, se considerará como un punto negativo (-1). La única excepción es la columna X (costo extra de una característica deseable), en la que la respuesta “No” es la conveniente. En este caso al “No” corresponderá un punto positivo (+1) y al “Sí”, un punto negativo

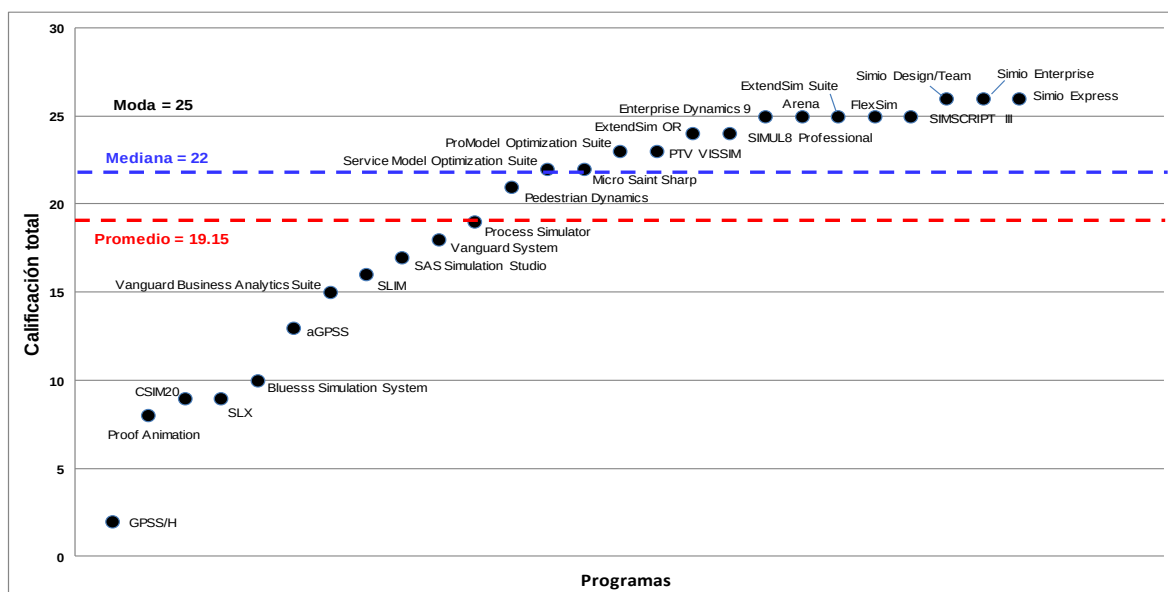
(-1). En la Tabla 3.1 se presentan los puntajes individuales de cada característica, y la calificación total de los programas seleccionado anteriormente.

Tabla 3.1 Calificaciones de los programas seleccionados

Programa	E	F	H	J	K	L	M	N	O	Q	S	U	V	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	Total
1 aGPSS		1				1	1	1	1	1	1						1			1			1	1	1		1	13
3 Arena	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
4 Bluesss Simulation System						1	1			1		1	1			1	1	1					1				1	10
6 CSIM20	1	1	1	1		-1	1	1				1	1	1									1					9
8 Enterprise Dynamics 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
11 ExtendSim OR		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	24
12 ExtendSim Suite		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	25
13 FlexSim	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
18 GPSS/H		1	1																									2
21 Micro Saint Sharp	1	1	1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	22
24 Pedestrian Dynamics	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	-1			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	21
26 Process Simulator	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1		1	1				1	1	1	1	1	1	19
28 ProModel Optimization Suite	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	23
29 Proof Animation			1		1			1									1	1	1		1	1						8
30 SAS Simulation Studio		1	1			1	1	1	1	1	1	1			1		1	1					1	1	1	1	1	17
31 Service Model Optimization Suite	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	22
32 Simio Design/Team	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
33 Simio Enterprise	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
34 Simio Express	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
36 SIMSCRIPT III	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	25
37 SIMUL8 Professional	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	24
38 SLIM	1				1	1	-1	1	1	1	1				1	1	1	1	1		1		1		1	1	1	16
39 SLX	1	1	1	1	1			1				1	1	-1										1			1	9
42 Vanguard Business Analytics Suite	1	1	1	1				1		1	1	1	1	-1	1		1						1	1	1	1	1	15
43 Vanguard System	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	-1			1	1		1			1	1	1	1	1	18
44 PTV VISSIM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.2 se presenta la calificación total de los veintiséis programas señalados en la Tabla 3.1. De acuerdo con esta evaluación, la calificación promedio de los programas señalados es 19.15 (línea punteada roja en la Figura 3.2). Por otra parte, la moda estimada es 25 y la mediana 22. La moda establece que el valor repetido con mayor frecuencia corresponde a la calificación de 25 (es el valor que se repite cinco veces en la Figura 3.2). En el caso de la mediana, su valor representa la posición central de los datos ordenados (línea azul punteada en la Figura 3.2). En este caso se observa, en la Figura 3.2, que hay doce datos arriba y abajo de la calificación igual a 22. Por lo anterior, la siguiente parte del análisis considerará ahora sólo a aquellos programas que tuvieron una calificación total mayor al valor de la mediana. Además, debido a que el programa con el registro 11 no tiene información de que posea la característica deseable, relacionada con la animación en tercera dimensión, también fue descartado, quedando para su análisis los once programas asociados con los números 3, 8, 12, 13, 28, 32, 33, 34, 36, 37 y 44.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.2 Calificación total de los programas seleccionados

Bajo estas consideraciones los mejores once programas fueron: *Simio Design/Team*, *Simio Enterprise*, *Simio Express*, *Enterprise Dynamics 9*, *Arena*, *ExtendSim Suite*, *FlexSim*, *SIMSCRIPT III*, *SIMUL8 Professional*, *ProModel Optimization Suite* y *PTV VISSIM*.

4 Modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo

En esta sección se establece un modelo conceptual de la operación de un puerto fronterizo. En particular, se describe y delimita el sistema a estudiar, los tipos de flujos en su interior y las principales relaciones entre sus elementos.

4.1 El modelo conceptual

Los puertos de entrada terrestres de la frontera Norte son los más relevantes para México, debido a la relación estrecha que se tiene con Estados Unidos. Por lo que el modelo propuesto se basa fundamentalmente en la operación de un puerto de la frontera Norte.

Para este modelo se definen y describen los elementos más importantes con base en la operación de un puerto fronterizo o puerto de entrada (PE). Estos elementos servirán como punto de inicio para el desarrollo un modelo de simulación de un puerto fronterizo. Si bien cada PE es único en función del tipo de cruces y configuración, su operación obedece a una normativa establecida por los respectivos organismos federales.

Para desarrollar el modelo conceptual se inicia con la descripción del PE, la comprensión de este concepto es importante para delimitar el sistema a estudiar y para definir y analizar los distintos tipos de flujos que transitan por ellos.

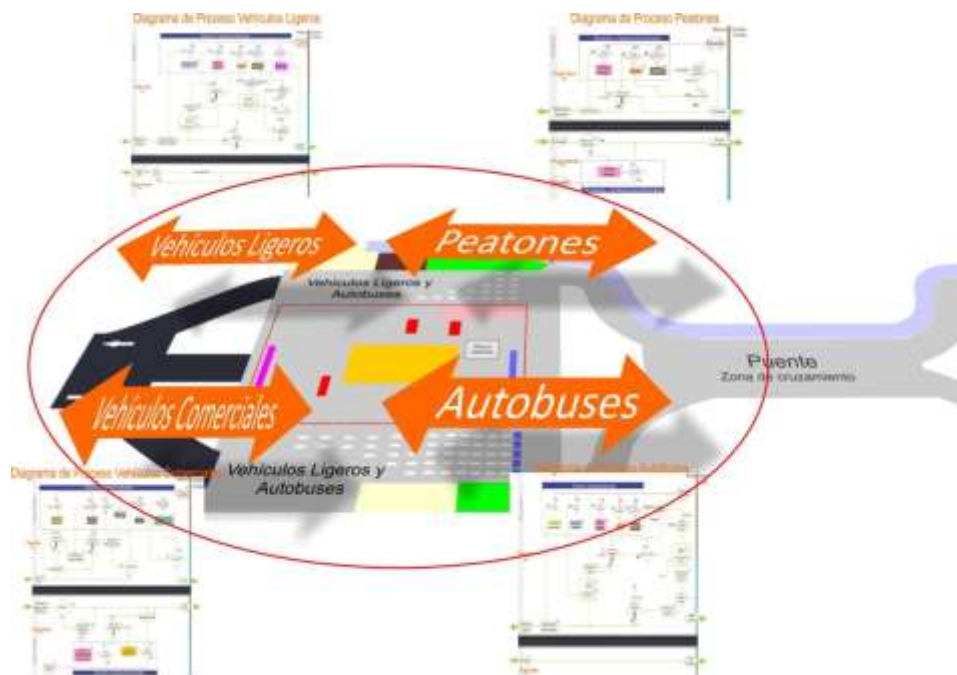
Otro elemento a considerar son las distintas instalaciones requeridas en el puerto fronterizo en función de cada flujo atendido. Con base en estas instalaciones se establece la ruta que realiza cada flujo dentro del puerto. Como producto final se obtienen los distintos procesos para cada flujo.

De este modo, los elementos para determinar el modelo conceptual son: la descripción del PE, las instalaciones que hay en éste y la secuencia de actividades que realiza cada flujo en el puerto. Un esquema general de un puerto fronterizo terrestre se presenta en la Figura 4.1.

4.2 Descripción del puerto de entrada

La definición de un puerto de entrada en el contexto regulatorio, está establecida en el Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos (GFEU, 2014). Se define a un PE como el lugar establecido por orden del Presidente, o de la Secretaría del Tesoro, o por el Congreso, en donde las oficinas de aduana autorizan o aceptan la entrada de mercancías. En este contexto, el puerto fronterizo se considera un área geográfica bajo la jurisdicción de un director del PE.

En el caso de una definición formal mexicana, la Ley Aduanera considera a los cruces fronterizos como los lugares de entrada y salida de mercancía del territorio nacional (DOF, 2013). Por otro lado, la Ley de migración (DOF, 2011) establece que la Secretaría de Gobernación es la que define los puntos de tránsito internacional de personas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.1 Modelo conceptual de un puerto fronterizo terrestre

El concepto regulatorio es muy importante debido a que sus lineamientos influyen en la operación de un PE, ya sea marítimo, terrestre o por vía aérea. Finalmente, el puerto de entrada es definido y establecido por organismos públicos federales.

Considerando estos elementos se puede definir a un puerto de entrada terrestre como un lugar establecido y normado (mediante leyes y reglamentos del tipo arancelario, sanitario y migratorio entre otros) por organismos del gobierno federal, el cual está acondicionado para la entrada y salida de un país por vía terrestre de personas y mercancías.

En otro contexto, en el caso de los puertos de entrada de la frontera Norte de México, existe el Comité Conjunto de Trabajo (CCT) para la Planeación del Transporte, en el cual los gobiernos de México y Estados Unidos trabajan de manera unida y coordinada para facilitar los diversos flujos de manera eficiente, segura y económica. Diversos documentos elaborados por el CCT, plantean que un puerto de entrada terrestre fronterizo es la instalación que provee la entrada o salida controlada ya sea de Estados Unidos o México, para personas y materiales, que pueden ser del tipo no comercial, comercial, peatones o tráfico de ferrocarril.

Los flujos que pasan por los PE son de personas y mercancías, bienes o productos; diferenciándose la primera en peatonal o por medio de algún vehículo automotor (autobús o vehículo ligero). En el caso de mercancías, bienes o productos, estos pueden ser por medio de los propios peatones, vehículos automotores (vehículos de carga o autobuses o vehículos ligeros) o tren. En resumen, se observa cinco tipos de flujos: peatones, autobuses (considerando viajeros), vehículos ligeros (considerando viajeros y carga), vehículos comerciales (exclusivo para el transporte de carga) y por ferrocarril (Regal Decision Systems, 2005).

En caso de la frontera Norte de México, la literatura contempla como flujo norte el paso de México hacia Estados Unidos, y el flujo sur el paso de Estados Unidos con dirección a México (Figura 4.2). El sistema de interés solo abarca los puertos de entrada normados por México, en sentido norte y sur.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Regal Decision Systems, 2005.

Figura 4.2 Concepto de puerto de entrada terrestre de la zona Norte de México

Para el caso de Estados Unidos, la *Federal Highway Administration* (FHWA, 1998), ha establecido la diferencia entre cruce fronterizo, puerto de entrada y sistema del puerto de entrada. Definiendo como cruce fronterizo la carretera, puente o ferry que sirve como punto de enlace entre un país y otro. El puerto de entrada se define por las autoridades correspondientes, y está conformado por uno o más cruces. Es común que los cruces estén cerca uno de otro, o que dos cruces funcionen como uno solo, aunque se encuentren separados. El sistema de puerto de entrada lo constituyen uno o más cruces fronterizos que operan o funcionan como un sistema, sirviendo a una ruta de transporte que facilita el flujo de personas y bienes entre dos países, este sistema puede estar integrado por varios puentes de entrada.

En el caso de México, el PE puede ser uno o un conjunto de cruces fronterizos. Los cruces que se ubican en una misma área geográfica pueden interactuar entre sí, pero también existe la posibilidad de que sean independientes. En el PE pueden interactuar casi todos los flujos, exceptuando el flujo de bienes o productos por vía ferrocarril, el cual se maneja como un cruce independiente físicamente, pero está regulado y adscrito a una unidad local o regional regulatoria del mismo PE. En los PE estudiados se observan combinaciones sólo de flujos de peatones, autobuses (que incluyen o no a los viajeros), vehículos ligeros (que incluye o no a los viajeros y/o carga) y vehículos comerciales (exclusivo para el transporte de carga).

En resumen, el sistema a estudiar es el de un puerto fronterizo en el que circulan principalmente los siguientes tipos de flujos: peatones, autobuses (incluyen viajeros), vehículos ligeros (incluye viajeros y carga) y vehículos comerciales (exclusivo para el transporte de carga), todos estos flujos operan bajo regulaciones de organismos mexicanos, tomando en cuenta tanto los flujos que van en el sentido de México hacia Estados Unidos (flujo norte) como el de Estados Unidos hacia México (flujo sur).

Cada flujo puede contar con una subclasificación o subdivisión que son las que definen el proceso a seguir en el paso por el cruce fronterizo (Regal Decision Systems, 2005). Una división en cada flujo es la mostrada a continuación con base en Regal Decision Systems (2005).

- A. Peatones:
 - a. Nacionales.
 - b. Extranjeros.
- B. Autobuses (los viajeros a bordo de las unidades se pueden diferencia por ser nacionales o extranjeros para cada caso):
 - a. Pequeños.
 - b. Medianos.
 - c. Grandes.
- C. Vehículos ligeros (los viajeros a bordo de las unidades se pueden diferencia por ser nacionales o extranjeros para cada caso):
 - a. Normales.
 - b. Grandes (vehículos con remolques o vehículos recreativos).
- D. Vehículos comerciales:
 - a. Vehículos con carga.
 - b. Vehículos vacíos.
 - c. Vehículos para importación.
 - d. Vehículos en tránsito.

4.3 Instalaciones de un puerto fronterizo

Las instalaciones en cada puerto fronterizo están en función del tipo de cruces que circulan por éstos.

Para identificar y definir las instalaciones requeridas por las cuales transita cada tipo de flujo, se revisaron las diversas configuraciones de los puertos de entrada estudiados en FHWA (1998), y se consideró además lo planteado en Regal Decision Systems (2005) y en el manual de diseño de infraestructura para los puertos fronterizos (SCT, 2000).

4.3.1 Instalaciones para el cruce de peatones

En general se consideran las siguientes instalaciones.

- A. Zonas de estacionamiento. Se debe destacar que los peatones pueden ingresar caminado al PE o por medio de un vehículo que se queda en un estacionamiento. También, existe el caso de peatones que viajan en vehículos ligeros o autobuses, bajo esta condición su proceso como peatón inicia cuando se bajan de los vehículos y se internan al PE.
- B. Andén para tránsito de peatones. Este lugar se destina para el tránsito seguro del peatón.
- C. Lugares de revisión. Existen diversos puntos de revisión en los cuales se realiza funciones como: entrevistas a peatones, ubicación de semáforos de selección automatizada para el peatón y estaciones de revisión manual. También, existen lugares de revisión especial, por ejemplo, para detectar armas de fuego y para la revisión de animales.
- D. Oficinas de migración. En estos lugares se realiza el proceso de migración para viajeros extranjeros, y también, se realizan revisiones y el otorgamiento de permisos especiales.
- E. Oficinas de aduana. En éstas se realizan las declaraciones aduanales en caso de ser necesario.
- F. Casetas de control de salida de peatones.
- G. Casetas de peaje para peatones.

4.3.2 Instalaciones para el cruce de autobuses

Los pasajeros que realizan el cruce en autobús son sujetos de revisión tanto de las unidades motoras, como de los mismos viajeros, sus pertenencias o alguna combinación de las anteriores. Se identifican las siguientes instalaciones.

- A. Vialidades de acceso. Es la vía de acceso controlado al PE, en donde circulan además los vehículos ligeros y los vehículos comerciales.
- B. Áreas de estacionamiento para ascenso y descenso de pasajeros. Son utilizadas cuando los viajeros deben salir del autobús y se dirigen a las instalaciones para hacer trámites migratorios, aduanales, revisiones especiales o algún otro.
- C. Áreas de revisión para los autobuses. Son los lugares destinados para la inspección de autobuses o la revisión de sellos aduanales.
- D. Casetas de control de entrada y salida.
- E. Oficinas de aduana. En éstas, se realizan las declaraciones aduanales en caso de ser necesario, así como las autodeclaraciones.
- F. Casetas de peaje de puentes

4.3.3 Instalaciones para el cruce de vehículos ligeros

Cuando los pasajeros realizan el cruce por medio de un vehículo ligero son sujetos de revisión tanto las unidades motoras, como los viajeros, sus pertenencias o alguna combinación de las anteriores. Se identifican las siguientes instalaciones.

- A. Vialidades de acceso. Es la vía de acceso controlado al PE, en ésta circulan además autobuses y vehículos comerciales. También considera a los carriles para llegar a la salida de la frontera.
- B. Áreas de estacionamiento para ascenso y descenso de pasajeros. Son utilizadas cuando los viajeros deben descender del vehículo para hacer trámites migratorios, aduanales, revisiones especiales o algún otro. Puede haber diferenciación con el estacionamiento destinado para los autobuses (Regal Decision Systems, 2005).
- C. Áreas de revisión de vehículos.
- D. Casetas de control de entrada y salida.
- E. Oficinas de aduana. En las cuales se realizan las declaraciones aduanales en caso de ser necesario, así como las autodeclaraciones.
- F. Casetas de peaje de puentes.

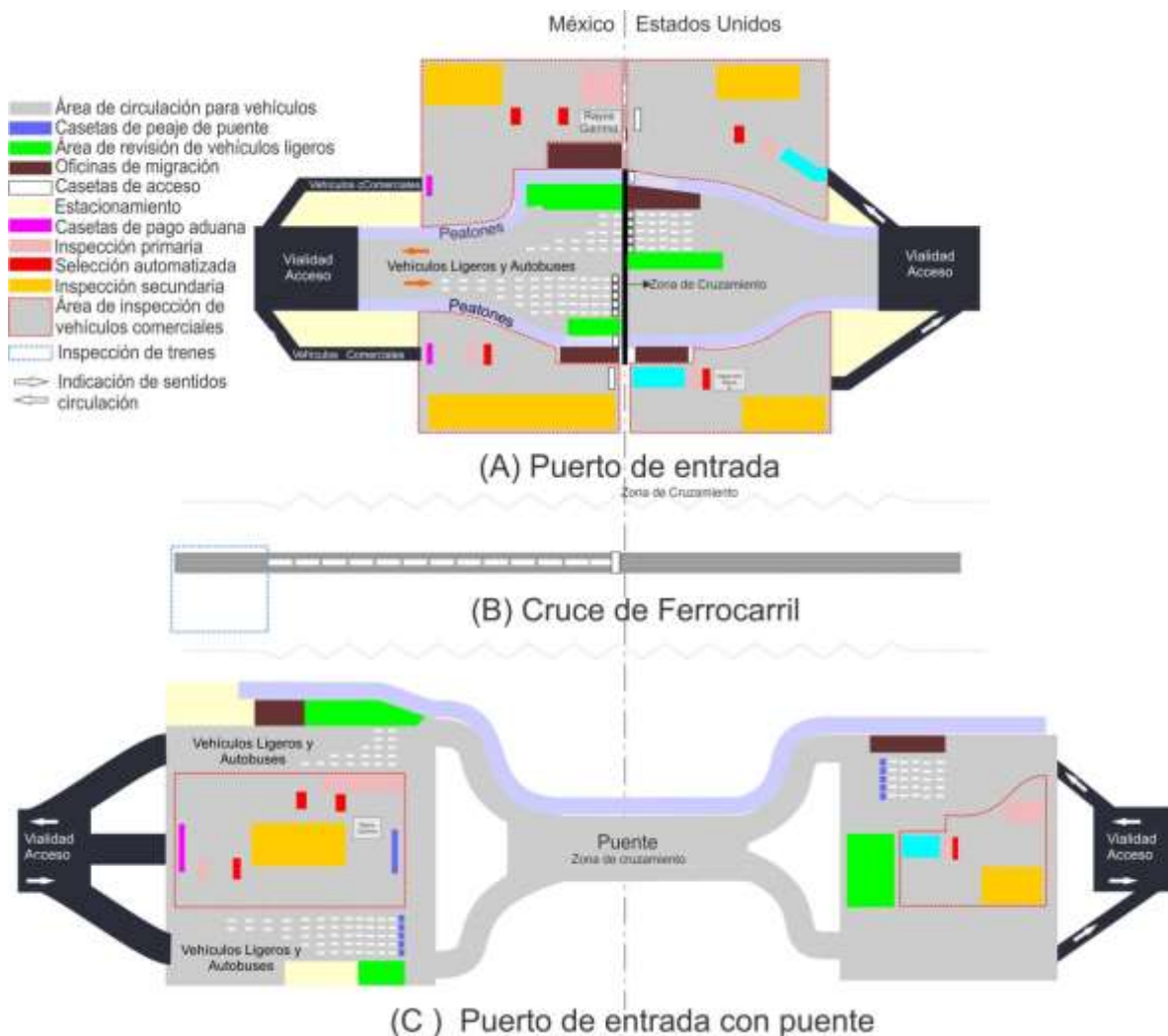
4.3.4 Instalaciones para el cruce de vehículos comerciales

En el caso de las instalaciones para el flujo de vehículos comerciales, la zona en donde se realizan todas las actividades para cruzar la frontera es exclusiva. Esta área se encuentra separada del área de los otros cruces, aunque adjunta a ésta. Las instalaciones para la operación de este flujo son las siguientes.

- A. Vialidades de acceso. Están constituidas por las vías de acceso controlado al PE. En éstas circulan además autobuses y vehículos ligeros.
- B. Carriles de acceso que se dirigen a la zona de cruce de vehículos comerciales.
- C. Área destinada al cruce de vehículos comerciales. En esta zona se realizan todas las actividades para cruzar la frontera. Comprende las siguientes áreas.
 - a. Casetas de acceso para ingresar a la zona de revisión y pasar por el sistema de selección aleatoria.
 - b. Áreas de revisiones. Consideran las zonas para la primera y segunda inspección; así como para inspecciones especiales, como las realizadas por la SAGARPA y PROFECO.
 - c. Recinto fiscalizado para el manejo de carga de importación que no cruza inmediatamente la zona de revisión para internarse en el país (SCT, 2000).
 - d. Casetas o módulos de revisión.
 - e. Módulos de selección automatizada.
 - f. Inspección mediante rayos gamma.
 - g. Casetas de control de salida.

- h. Zonas de retención de unidades para vehículos que presentan documentos con anomalías.
- i. Áreas para operaciones especiales. Por ejemplo, para fumigar o para la toma de muestras.
- j. Caseta de pago para vehículos comerciales.
- k. Casetas de peaje puente.
- l. Zonas de detención de la policía federal.
- m. Casetas de salida del puerto fronterizo.

En el caso de cruces de ferrocarril, éstos cuentan con áreas destinadas a la revisión de la carga, localizadas antes del cruce fronterizo. En la Figura 4.3 se ejemplifican dos tipos de puertos de entrada y un cruce de ferrocarril, identificando las principales instalaciones.



Fuente: Elaboración propia con base en información de FHWA, 1998; SE-CAAAREM, 2009; y SCT, 2000.

Figura 4.3 Instalaciones y configuraciones de puertos fronterizos terrestres en la zona Norte de México

El primer puerto de entrada ilustrado (A), no tiene puente. Observe que se han indicado los distintos flujos dentro del puerto (peatones, autobuses, vehículos ligeros y vehículos comerciales) y los diversos accesos, áreas e instalaciones. También se aprecia cómo los flujos de los vehículos comerciales, como se mencionó antes, se encuentran separados de los demás.

En el caso del cruce del ferrocarril ilustrado (B), se observa cómo operativamente se encuentra desvinculado de los otros flujos. Por lo que no se darán más detalles operativos al respecto de estos flujos.

Por último, se ilustra un puerto de entrada con puente (C). Observe cómo en este caso se tiene un puente vehicular y peatonal, en donde estos dos flujos se mueven paralelamente. También se señalan los distintos flujos dentro del puerto y los diversos accesos, áreas e instalaciones.

4.4 Descripción de los procesos de cruce

Cada PE sirve para el cruce de uno o más flujos, por lo que su diseño, configuración e instalaciones están en función de éstos. Por otra parte, su operación obedece a una normativa que establece un proceso general para cada flujo. Dicha normativa es establecida por los respectivos organismos federales y es uniforme para todos los puertos fronterizos.

4.4.1 Proceso del cruce de peatones

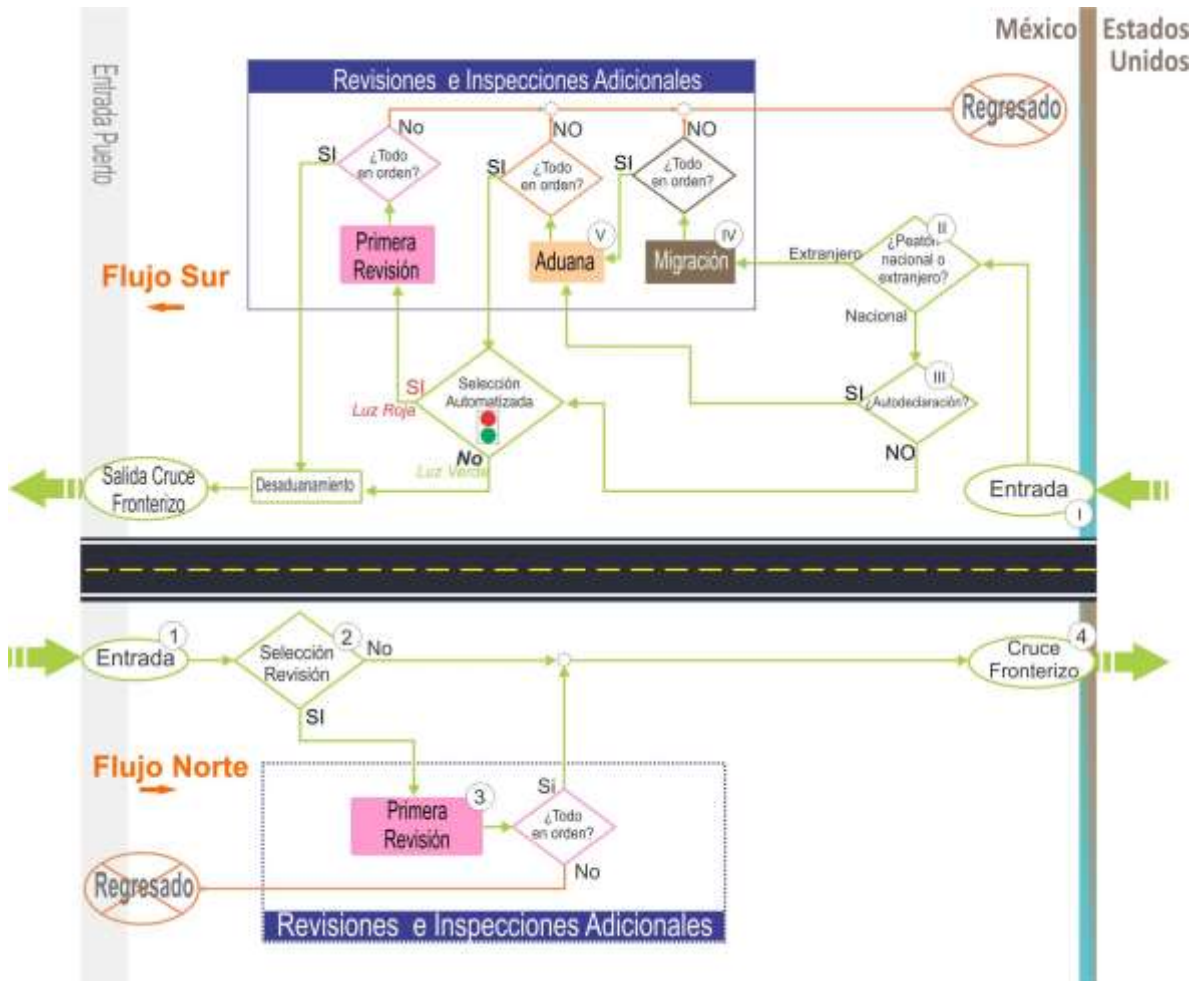
4.4.1.1 Cruce de peatones de México hacia Estados Unidos (flujo norte)

Los peatones que salen de México para internarse a los Estados Unidos, deben mostrar documentos necesarios para poder entrar a dicho país. Es importante señalar que existen ciertos requisitos para poder moverse dentro de la franja fronteriza (hasta 25 millas después de la línea fronteriza) y otros adicionales para incursionar más allá de las 25 millas ó 72 horas de estancia.

El flujo peatonal norte (México-EUA) se presenta en la parte inferior de la Figura 4.4. Inicia con el tránsito del peatón por las zonas respectivas de acceso (1) a las instalaciones del PE, posteriormente hay una selección para revisión opcional (2), la cual puede ser una entrevista, revisión de documentos o una inspección de equipaje según se requiera, por parte de alguna autoridad mexicana (3). En caso de haber alguna anomalía en la primera revisión (3), no se permite el tránsito hacia los Estados Unidos. En caso contrario el peatón prosigue su acceso al cruce fronterizo, donde iniciará el procedimiento de acceso a Estados Unidos.

El proceso del acceso de peatones en el flujo sur se muestra en la parte superior de la Figura 4.4. El peatón accede a las instalaciones del PE por los accesos peatonales correspondientes (I). Una vez en las instalaciones, en el caso de peatones de nacionalidad extranjera (II) estos se dirigen directamente a migración (IV), con la finalidad de verificar su situación migratoria y en caso de no presentar

algún problema, pasan a la aduana (V) para verificar los bienes y efectivo que trasladan. Para aquellos que se identificaron anomalías en estas revisiones, se niega el acceso a México, en algunos casos los bienes pueden ser confiscados.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Regal Decision Systems, Inc. 2005; DOF, 2013; DGA, 2013 y SAT, 2014.

Figura 4.4 Proceso del cruce de peatones en un puerto fronterizo terrestre de la zona Norte de México

4.4.1.2 Cruce de peatones de Estados Unidos hacia México (flujo sur)

Previo a la selección automática, los peatones nacionales pueden realizar la autodeclaración (III), que es el pago del excedente del monto permitido (franquicias) por las leyes aduaneras, ya que en caso de no hacerlo y esto se detecte, el peatón está sujeto al pago del excedente y además se le aplica una multa.

Una vez pasados los filtros anteriores, los peatones nacionales y extranjeros pasan a una selección automatizada mediante un semáforo. En el caso de que se presente una luz roja para el peatón, éste pasa a una primera revisión y, en caso necesario, a una segunda revisión. Por el contrario, cuando se presenta una luz verde para el peatón, éste ha concluido el desaduanamiento, por lo que puede ingresar al territorio mexicano.

4.4.2 Proceso del cruce de autobuses

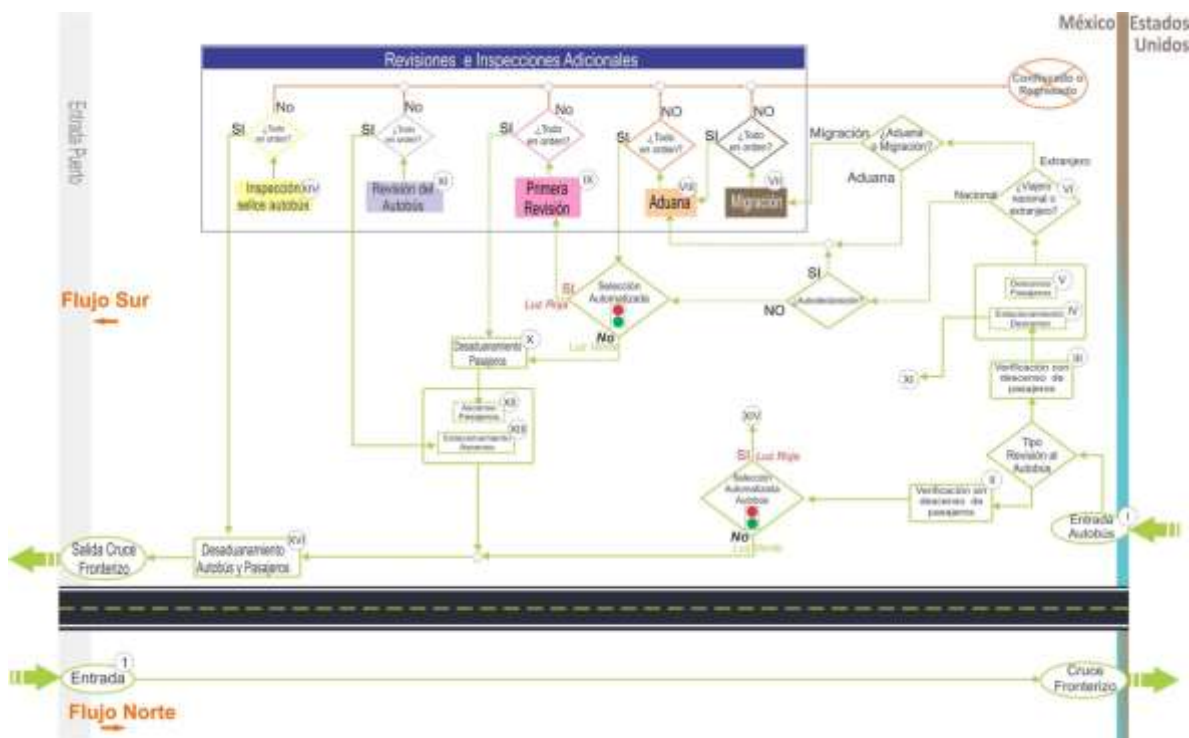
4.4.2.1 Cruce de autobuses de México hacia Estados Unidos (flujo norte)

El procedimiento de salida de los autobuses del país hacia los Estados Unidos, se presenta en la parte inferior de la Figura 4.5. En ésta se observa que no existe ninguna restricción por parte de las autoridades mexicanas en el trayecto hacia el acceso a los Estados Unidos. Sin embargo, este país realiza revisiones exhaustivas de dichos flujos.

4.4.2.2 Cruce de autobuses de Estados Unidos hacia México (flujo sur)

El procedimiento de acceso a México para los autobuses se presenta en la parte superior de la Figura 4.5. En este caso, una vez que llegan los autobuses al puerto de entrada (I), se clasifican de acuerdo con el tipo de verificación a realizar, ya sea sin descenso (II) o con descenso de pasajeros (III). El primer caso se refiere a autobuses que han sido registrados previamente en aduanas dentro de la franja fronteriza (DGA, 2013) y portan sellos en el portaequipajes del autobús. Cada unidad pasa por un sistema de selección automatizada, en el caso de ser seleccionada para revisión (luz roja), se dirige a una zona de inspección en la cual los agentes aduanales únicamente verifican los sellos (XIV). En el caso del semáforo con luz verde, los autobuses y pasajeros han liberado el proceso de la aduana (desaduanamiento) y salen del puerto.

El caso de revisión con descenso de pasajeros (III) se refiere a que el autobús y los pasajeros pasarán por revisiones. En este caso se guía al autobús a la zona de estacionamiento (IV) en donde descenden los pasajeros (V), con ello cambian su rol al de peatones y comienzan el proceso de revisión como tales. En el caso de viajeros de nacionalidad extranjera, éstos se dirigen directamente a migración (VII) y aduana (VIII). En el primero verifican su situación migratoria, en caso de no haber inconveniente pasan a las oficinas de aduana (VIII), para verificar los bienes y efectivo que trasladan. En el caso de anomalías en alguna de las revisiones, se les niega el acceso al país, y en el caso de sus bienes, éstos se les pueden confiscar. En el caso de viajeros nacionales, se tiene la opción de autodeclaración, como ya fue señalado en el proceso para peatones (flujo sur), por lo que dichos pasajeros pasan a la aduana (VIII).



Fuente: Elaboración propia con base en información de Regal Decision Systems, Inc. 2005; DOF, 2013; DGA, 2013 y SAT, 2014.

Figura 4.5 Proceso del cruce de autobuses en un puerto fronterizo terrestre de la zona Norte de México

Una vez pasados los filtros anteriores, los peatones nacionales y extranjeros son dirigidos a una selección automatizada (semáforo), en caso de no ser seleccionados para revisión (luz verde) han terminado su proceso (desaduanamiento, X) y ascienden a su autobús (XII). En caso de ser seleccionados para revisión (luz roja), los peatones pasan a una primera revisión, si todo está en orden pueden ascender a su autobús (XII). En relación con el autobús, una vez revisado (XI) y no habiendo problema, pasa al área de estacionamiento para el ascenso de los pasajeros (XIII), ya que ambos han liberado el proceso de la aduana (XVI) y pueden ingresar al país.

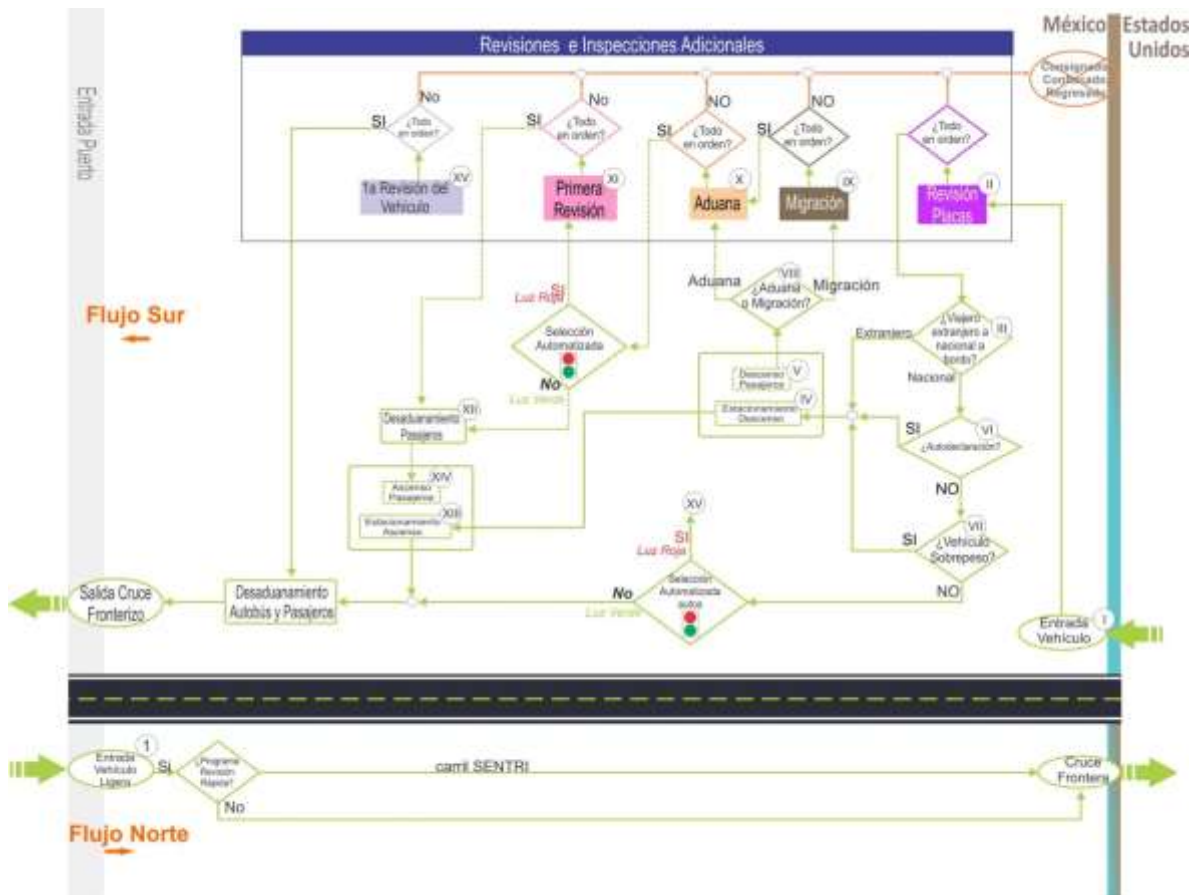
4.4.3 Proceso del cruce de vehículos ligeros

4.4.3.1 Cruce de vehículos ligeros de México hacia Estados Unidos (flujo norte)

El proceso del cruce de este flujo se presenta en la parte inferior de la Figura 4.6. Los vehículos que deseen ingresar a Estados Unidos deberán hacerlo por las vialidades de acceso a la zona destinada al cruce de este tipo de flujo. Como se observa en la figura, no existe ninguna revisión o requerimiento por parte de

autoridades mexicanas para la salida de vehículos ligeros hacia los Estados Unidos, las revisiones más exhaustivas se presentan por parte de este país.

Cabe destacar la selección de los carriles de acceso SENTRI (*Secure Electronic Network for Travelers Rapid Inspection*), los cuales son exclusivos para los vehículos registrados en este programa.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Regal Decision Systems, Inc. 2005; DOF, 2013; DGA, 2013 y SAT, 2014.

Figura 4.6 Proceso de cruce de vehículos ligeros en un puerto fronterizo terrestre de la zona Norte de México

4.4.3.2 Cruce de vehículos ligeros de Estados Unidos hacia México (flujo sur)

La parte superior de la Figura 4.6 muestra el caso general de los vehículos ligeros que provienen de Estados Unidos y que ingresan al México. Después de que entra cada vehículo a las instalaciones del PE (I), se procede a verificar sus placas utilizando una base de datos de Estados Unidos (II), en caso de estar todo en orden se prosigue con el proceso, en caso contrario el vehículo es consignado a las autoridades correspondientes. Cabe destacar que los carriles cuentan con

básculas y que aquellos vehículos que se identifican con sobrepeso (VII) pasan directamente a la aduana (X) para una inspección de documentos y de la unidad.

Posteriormente, el proceso depende de si los ocupantes a bordo del vehículo son nacionales o extranjeros (III). En el caso de los viajeros extranjeros, el vehículo se dirige a un estacionamiento (IV), en donde los ocupantes descienden de la unidad (V), comenzando el proceso de revisión como peatones. Inicialmente se debe comprobar su situación migratoria (IX) y posteriormente pasar a la aduana (X), con objeto de declarar los bienes que llevan consigo. Si todo está en orden se continúa con el proceso de selección automatizada (semáforo), cuando se presenta luz verde para el peatón, éste termina el proceso de la aduana (desaduanamiento) (XII). En caso de que se presente luz roja, se revisan nuevamente documentos y pertenencias, y termina su proceso (XII). Cuando se termina esta revisión y todo está en orden, el viajero pasa al área de estacionamiento (XIII) para el ascenso de los pasajeros (XIV), posteriormente puede ingresar al país. En el caso de que se encuentren anomalías o que no estén en orden las verificaciones, los viajeros pueden ser regresados y las unidades confiscadas.

En el caso de vehículos con viajeros nacionales que desean o deben hacer la autodeclaración (VI), éstos se dirigen a las oficinas de la aduana (X) (dirigiéndose previamente al estacionamiento), si todo está en orden se dirigen al proceso de selección automatizada, cuyo proceso es similar al mencionado en el párrafo anterior. En todas las inspecciones, si se encuentra alguna anomalía, se debe hacer una revisión más profunda tanto del vehículo como de sus ocupantes y si presentan problemas no se les permite el acceso al país.

Los vehículos pasan también por un semáforo de selección automatizada (XV), en caso de presentarse luz verde están desaduanados. En caso de que se presente luz roja, deben pasar a una revisión (XV) antes de terminar el proceso de la aduana (desaduanamiento), por lo que se permite el ingreso del vehículo y sus ocupantes a México.

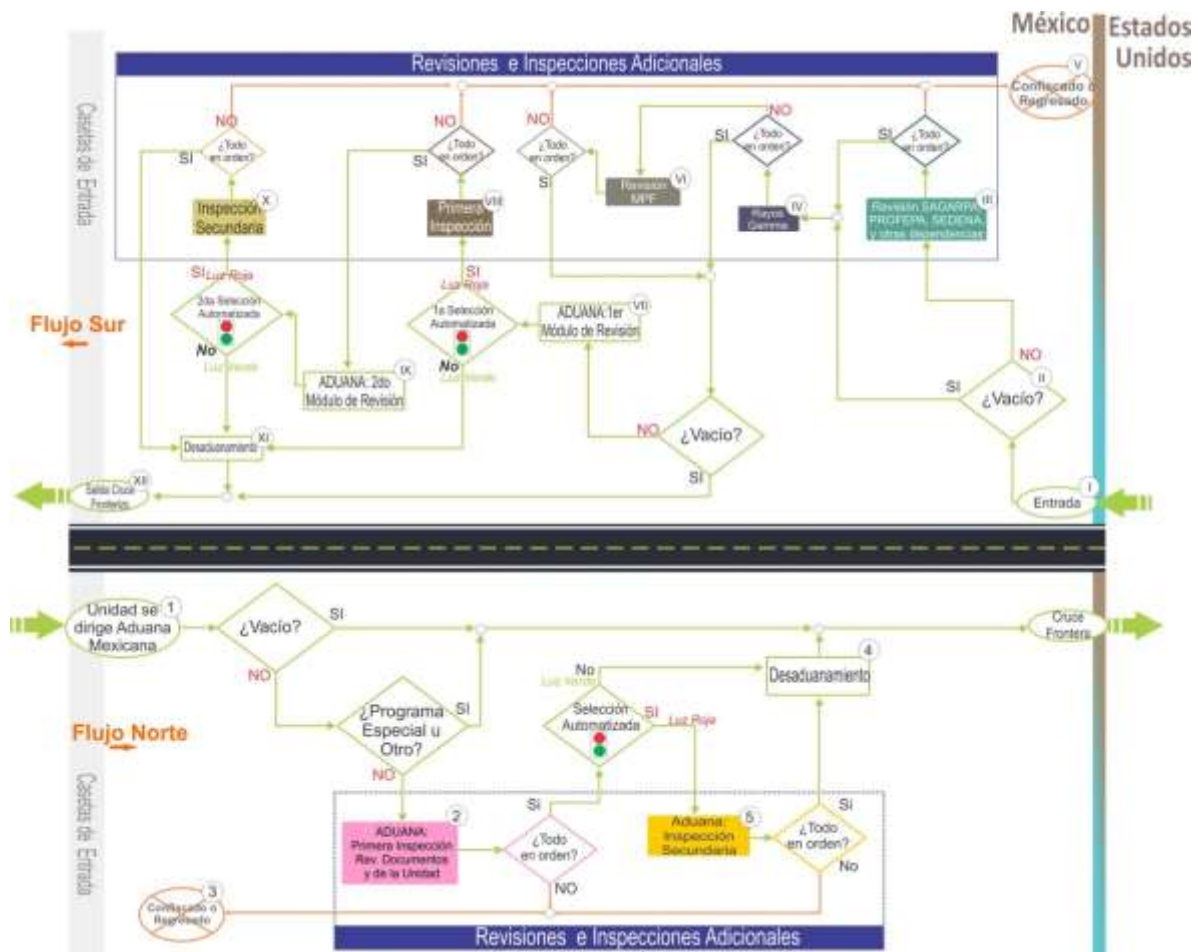
4.4.4 Proceso del cruce de vehículos comerciales

4.4.4.1 Cruce de vehículos comerciales de México hacia Estados Unidos (flujo norte)

El proceso de cruce de los vehículos comerciales para salir del territorio mexicano, se presenta en la parte inferior de la Figura 4.7. Una vez que llegan los vehículos comerciales al puerto fronterizo mexicano (1), las unidades vacías pasan de manera directa a los carriles de acceso hacia los Estados Unidos.

En el caso de los vehículos con carga, aquellos que son parte de programas de agilización y paso seguro en el cruce fronterizo se dirigen directamente a la puerta de entrada de Estados Unidos. Dentro de estos esquemas se tiene al programa NEEC (Nuevo Esquema de Empresas Certificadas), o el de las empresas

maquiladoras que son parte del *Border Release Advanced Screening and Selectivity* (BRASS). Las empresas que forman parte de estos programas evitan gran parte del proceso de salida (Espinosa, 2007).



Fuente: Elaboración propia con base en información de Regal Decision Systems, Inc. 2005; DOF, 2013; DGA, 2013; Espinosa, 2007; Ojah et al., 2002; y SE-CAAAREM, 2009.

Figura 4.7 Proceso del cruce de vehículos comerciales en un puerto fronterizo terrestre de la zona Norte de México

Por otro lado, para las unidades que no forman parte de estos programas el proceso es el siguiente. Los vehículos llegan a las casetas de entrada para revisión de documentos de exportación. Si los documentos están correctos continúa la unidad con una primera inspección (2), que consiste en la revisión de documentos y de la unidad, la cual puede o no ser descargada, si todo está en orden el camión es enviado a un proceso de selección automatizada. En caso de que la unidad no sea seleccionada para revisión (luz verde), el vehículo ha concluido su proceso (desaduanamiento, 4) y sale del PE. En caso de ser elegido para revisión (luz roja), éste es enviado a una segunda inspección (5) que consiste en revisar la carga y documentos, para ello la unidad debe ser descargada. Si existe alguna anomalía en alguna de las revisiones la unidad puede ser rechazada

o confiscada. En el caso del PE de Mesa de Otay, la segunda revisión la realizan empresas privadas y los inspectores son denominados como dictaminadores aduaneros (Espinosa, 2007).

4.4.4.2 Cruce de vehículos comerciales de Estados Unidos hacia México (flujo sur)

Para los vehículos comerciales, el flujo sur es más complejo que el flujo norte, ya que las revisiones son más minuciosas por parte de las autoridades mexicanas (parte superior de la Figura 4.7). A continuación se describen los pasos de manera general.

Al ingresar cada vehículo comercial a la zona de verificación se revisa sus documentos (I) y si todo está correcto continúa con el proceso. Después se separa el proceso para vehículos cargados o vacíos (II). Los vehículos vacíos sólo pasan por la inspección de rayos gamma (IV), en caso de estar todo en orden salen del PE, y en caso de alguna anomalía son enviados al ministerio público federal (MPF) (VI) (Espinosa, 2007).

En el caso de ser un vehículo comercial cargado y dependiendo del tipo de producto que transporta tendrá que pasar por una serie de revisiones por parte de distintas entidades gubernamentales, tales como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) entre otras (III). Una vez verificado, debe pasar por la inspección de rayos gama (IV) y en caso de presentarse dudas en relación con la carga o la documentación, debe realizarse una revisión por parte del MPF (VI) (Espinosa, 2007). En particular, en el caso del puerto de Mesa de Otay, las inspecciones de agricultura son realizadas en Estados Unidos, con la aprobación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Espinosa, 2007).

Una vez que la unidad sale de rayos gamma (IV), se sujeta a un sistema de selección automatizada para decidir si pasa a una primera inspección (VIII), la cual consiste en una revisión de documentos y del camión, el cual no es descargado. En caso de presentarse un semáforo con luz verde, ha concluido su proceso (desaduanamiento, XI) y sale de puerto. En caso de un semáforo con luz roja, debe pasar a una primera inspección (VIII), si todo está en orden se dirige al módulo de inspección secundaria (IX), en la cual se sujeta nuevamente a una selección automatizada para llevar a cabo una inspección secundaria (X).

La inspección secundaria (X) consiste en la revisión física de la carga, en este caso la unidad puede ser descargada. En caso de obtener luz verde concluye su proceso (desaduanamiento, XI) y sale del PE. En caso de color rojo, deben pasar a la inspección secundaria (X), si todo está en orden ha concluido su proceso y sale del PE (XII). En el caso del puerto de Mesa de Otay, se realizan inspecciones adicionales por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) después de la inspección secundaria (X) (Espinosa, 2007).

En caso de haber alguna anomalía en cualquiera revisión se niega la entrada al vehículo y se confiscan los bienes.

Es importante remarcar que en las figuras 4.4 a 4.7 los recuadros señalados como “Desaduanamiento” no representan un proceso, etapa o actividad adicional, sino más bien indican que se ha terminado todo el proceso requerido por las autoridades.

También, se debe señalar que en el caso del flujo norte (de México hacia Estados Unidos) al final del proceso realizado en el puerto fronterizo mexicano, los peatones, pasajeros, vehículos, bienes y carga son sujetos a otras verificaciones e inspecciones en el puerto del país vecino, antes de ingresar a los Estados Unidos. En cambio, en el caso del flujo sur (de Estados Unidos hacia México), los flujos primero transitan por el puerto fronterizo de Estados Unidos y, después, si pasan favorablemente sus controles, entran al puerto fronterizo mexicano. En este lugar, una vez que cumplen con la normativa de las autoridades mexicanas, ingresan a nuestro país directamente.

5 Conclusiones y recomendaciones

Hasta mediados del siglo pasado, la función básica de las fronteras era la de resguardo militar; sin embargo, posterior a esa fecha como resultado de la evolución de la tecnología bélica y de la organización de la producción, estas regiones comenzaron a albergar grandes poblaciones e instalaciones económicas vitales. En la actualidad los puertos fronterizos están asociados con ciudades en ambos lados de la frontera y puede existir más de uno asociado con cada par de ciudades. Aunque todos los puertos fronterizos controlan los flujos de entrada y salida de un país, no todos los puertos manejan los mismos tipos de flujos y además sus magnitudes son muy variables. En función de sus necesidades, puede presentarse una concentración o ausencia de ciertos flujos.

Un factor importante que se debe considerar en la selección de plataformas para simular la operación de un puerto fronterizo, tiene que ver con las características del usuario dado que en función del proveedor puede haber descuentos significativos para los clientes académicos, como es el caso de universidades y centros de investigación públicos. De acuerdo con los criterios considerados se observó que once programas presentaron el mejor desempeño. Destacan en primer término tres programas Simio Design/Team, Simio Enterprise y Simio Express. Después le sigue otro grupo muy homogéneo de cinco programas (Enterprise Dynamics 9, Arena, ExtendSim Suite, FlexSim y SIMSCRIPT III); y al final, se ubica un tercer grupo (SIMUL8 Professional, ProModel Optimization Suite y PTV VISSIM).

El modelo establecido es una primera aproximación que se fundamentó en una revisión de la literatura; sin embargo, es susceptible de mejora mediante trabajos futuros e investigación empírica. Para el desarrollo del modelo conceptual se consideraron los distintos tipos de flujos, las instalaciones, los procesos y la normativa.

Un elemento funcional importante de los puertos fronterizos está constituido por los diversos actores que actúan e interactúan en su operación. Si bien fueron presentados los procesos principales, junto con sus actores relacionados, no se presentó el detalle de todo el sistema debido a su extensión y complejidad.

Se detectaron cinco flujos fundamentales en la operación de los puertos fronterizos: peatones, autobuses, vehículos ligeros, vehículos comerciales y trenes. De éstos sólo el ferrocarril se maneja como un cruce independiente de los otros cuatro. En todos los casos dentro del puerto fronterizo se realiza un proceso para el cruce, el cual está establecido en forma estándar de acuerdo con la normativa de cada país. El proceso en forma general aplica un conjunto de revisiones y verificaciones que realizan distintas autoridades, para lo cual han diseñado específicamente sus instalaciones. Para realizar las verificaciones y revisiones, además de la infraestructura requerida, también se utilizan equipos especializados con objeto de agilizar el movimiento de los flujos, por ejemplo,

equipos de selección automatizada y de inspección por rayos gamma. El resultado final ideal de los procesos debe concluir con el paso expedito de estos flujos de un país a otro. Sin embargo, en algunos casos sucede que el flujo no es permitido, por ejemplo, en el caso del rechazo (regreso) de los peatones, autobuses, vehículos y bienes o, incluso, debido a su consignación o confiscación, por ejemplo, cuando no se cumple con la normativa.

Es importante mencionar que uno de los flujos más estudiados, en los puertos fronterizos, es el de los vehículos comerciales junto con sus casos particulares. En cambio, en el caso de los flujos de peatones, autobuses y vehículos ligeros, los estudios realizados son escasos y muy generales. Por lo anterior, es recomendable y necesario realizar más estudios relacionados con estos flujos.

6 Bibliografía

Acha Daza Jorge A. 2009. Informe de Investigación del Proyecto No. TE-09/09: Determinación de la capacidad de los puertos fronterizos del Norte de México (2a. Fase). Coordinación de Integración del Transporte. Instituto Mexicano del Transporte. México.

Banks Jerry, Carson John S, and Nelson Barry L. 1996. Discrete-Event System Simulation, 2nd ed., Prentice-Hall. USA.

Diario Oficial Federación (DOF). 2011. Ley de Migración. México. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5190774&fecha=25/05/2011

Diario Oficial Federación (DOF). 2013. Ley Aduanera. México. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/12.pdf>

Dirección General de Aduanas (DGA). 2013. Manual de operación aduanera. Disponible en: <http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/leyes/moa.html>

Espinosa León Nancy Noemi. 2007. Retos y oportunidades de la aplicación de sistemas de transporte inteligente en el puerto Mesa de Otay. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México

Federal Highway Administration (FHWA) of Department of Transportation. 1998. Binational Planning and Programming Study. Estados Unidos.

Gobierno de la República (GR). 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Estados Unidos Mexicanos. México. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>

Gobierno Federal de Estados Unidos (GFEU). 2014. Código de Regulaciones Federales. Estados Unidos. Disponible en: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2014-title19-vol1/pdf/CFR-2014-title19-vol1-sec101-3.pdf>

González Gómez Ovidio. 2008. Territorio de la producción mundial: La frontera norte mexicana. Universidad Autónoma de Querétaro. ISBN 13: 978-968-845-353-7. México.

Hardy Matthew and Wunderlich Karl. 2007. Evacuation management operations (EMO). Modeling assessment: Transportation modeling Inventory. USA. Disponible en: http://www.its.dot.gov/its_publicsafety/emo/emo.pdf

Herrera García Alfonso. 2012. Modelo de simulación de operaciones aéreas en aeropuertos saturados. El caso del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Publicación Técnica No. 365. Instituto Mexicano del Transporte. México.

Herzog Lawrence A. 1992. Changing Boundaries in the Americas: An Overview. Editor Lawrenec A. Herzog. University of California at San Diego. USA.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2013. México.

Moreno Martínez María Aurora, Martínez Antonio Jorge Jerónimo, Acha Daza Jorge y Zamora Domínguez Alma. 2013. Desarrollo de una base de datos de puertos fronterizos de México. Informe de investigación del proyecto No. TI-13/13. Coordinación de Integración del Transporte. Instituto Mexicano del Transporte. México.

Ojah Mark, Villa Juan, Stockton William, Luskin David y Harrison Robert. 2002. Truck transportation through border ports of entry: analysis of coordination systems. Texas Department of Transportation. Estados Unidos.

Regal Decision Systems, Inc. 2005. Sim Fronteras. Guía del usuario de la versión 1.0.1. USA.

Secretaría de Economía y Confederación de Asociaciones de Agentes Aduanales de la República Mexicana (SE-CAAAREM). 2009. Optimización de los procesos logísticos de importación y exportación. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2000. Manual de diseño de la infraestructura de transporte para los puertos fronterizos. México.

Servicio de Administración Tributaria (SAT). 2014. Folleto de residentes fronterizos. México. Disponible en: ftp://ftp2.sat.gob.mx/asistencia_ftp/publicaciones/folletos09/f_%20residentes.pdf

Anexo 1

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 1.A)

Programa		Características Generales										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Proveedor	Aplicaciones típicas	Mercados primarios	Sistemas operativos	¿Puede el programa utilizar un CPU multiprocesador?	¿Se pueden realizar funciones especializadas con otro programa?	Si es así, el nombre del programa:	¿Se puede controlar mediante un programa externo?	Si es así, el nombre del programa:	¿Puede el programa ser personalizado por el usuario?	¿Puede el programa supervisar el rendimiento del CPU durante la ejecución del modelo?
1	aGPSS	aGPSS Simulation System Education	Simulación de eventos discretos en general.	Educación, estudiantes de negocios, logística, sistemas de cadenas de suministro.	Microsoft Windows.		Si	Animaciones con Proof Animation de Wolverine Software.				
2	Analytica	Lumina Decision Sytems, Inc	Análisis de estadísticas, exploración de datos, sistemas dinámicos, optimización.	Energía, medio ambiente, economía, salud, manufactura, alta tecnología, educación, gobierno, defensa, entre otros.	Windows todas las versiones desde NT.		Si	Microsoft Excel.	Si	Cualquier programa que utilice Analytica Decisión mediante API.	Si	Si
3	Arena	Rockwell Automation	Se utilizar para modelar sistemas existentes y probar cambios propuestos a los entornos del sistema.	Defensa, fabricación, cadenas de suministro, cuidado de la salud, petróleo y gas, y el sector académico.	Microsoft Windows.	Si	Si	Aplicaciones de Visual Basic, Visual Studio.	Si	Microsoft Office, Visual Studio.	Si	Si
4	Bluess Simulation System	Stanislaw Raczynski	Uso general, simulación discreta / continua.	Académico, negocios, ingeniería.	Microsoft Windows.							
5	Clinical Trials Simulator	ProModel Corporation	Apoyo para la decisión del orden de atención de los pacientes.	Farmacéutica, ciencias de la vida.	Windows 8, 7, Vista, XP.	Si	Si	Excel	Si	Excel	Si	
6	CSIM20	Mesquite Software, Inc.	Modelos de simulación orientados a procesos.	Ingeniería, análisis y programación.	Windows, Mac OS / X, Linux, Solaris 86.	Si	Si	Cualquier rutina que se puede llamar desde un programa C/ ++ C.	Si	C / C ++.	Si	
7	DPL	Syncopation Software	Análisis para la decisión de inversión de capital, de prioridades, análisis de riesgo, simulación de monte carlo y evaluaciones.	Farmacéutica, petróleo y gas, energía, desarrollo de nuevos productos, ambiente, servicios públicos.	Microsoft Windows.	Si	Si	Excel	Si	Punto NET o métodos de automatización.	Si	
8	Enterprise Dynamics 9	INCONTROL Simulation Solutions	Simulación de sistemas industriales de gran escala y de logística y transporte.	Fabricación, almacenamiento, cadenas de suministro, manipulación automatizada de materiales, ferrocarriles, puertos y aeropuertos.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Microsoft Office, OptQuest, ISSOP.	Si	Enterprise Dynamics 9 soportado por ActiveX.	Si	Si
9	Enterprise Portfolio Simulator (EPS)	ProModel Corporation	Análisis de simulaciones con base en redes.	Proyecto y cartera de planeación, estrategia de recursos, capacidad de planeación. Producto y desarrollo de acuerdo con la selección de proyectos y asignación de prioridades.	Windows 2003, 2008. Microsoft Silverlight.	Si	Si	Microsoft Project Server.				
10	ExtendSim AT	Imagine That Inc.	Simplifica el modelado y el análisis de sistemas complejos; además simula flujos, procesos por lotes y sistemas masivos.	Entornos de modo mixto de alta velocidad/volumen o, líneas de embalaje, procesos químicos, distribución, diseño y confiabilidad de sistema.	Windows XP, Vista, 7, 8, 2000. Macintosh OS X 10.4 hasta 10.6.		Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL, Stat :: Fit, JMP, Proof Animation.	Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL o cualquier otro programa que soporte al Componente Object Model (COM) de Microsoft.	Si	Si
11	ExtendSim OR	Imagine That Inc.	Simulaciones para el seguimiento y análisis de comportamientos.	Modelos de producción y negocios, sector salud, cadenas de suministro, transporte, comunicación, logística, eficiencia productiva, seis sigma y análisis de costos.	Windows XP, Vista, 7, 8, 2000. Macintosh OS X 10.4 hasta 10.6.		Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL, Stat :: Fit, Proof Animation.	Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL o cualquier otro programa que soporte al Component Object Model (COM) de Microsoft.	Si	Si

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://visiontraffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 1.B)

Programa		Características Generales										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Proveedor	Aplicaciones típicas	Mercados primarios	Sistemas operativos	¿Puede el programa utilizar un CPU multiprocesador?	¿Se pueden realizar funciones especializadas con otro programa?	Si es así, el nombre del programa:	¿Se puede controlar mediante un programa externo?	Si es así, el nombre del programa:	¿Puede el programa ser personalizado por el usuario?	¿Puede el programa supervisar el rendimiento del CPU durante la ejecución del modelo?
12	ExtendSim Suite	Imagine That Inc.	Modelado profesional en 3D de procesos continuos y discretos. Crear presentaciones impactantes para la alta dirección.	Sistemas de tráfico y transporte, salas de emergencia, líneas de producción, flujo de clientes, milicia, puertos, entre otros.	Windows XP, Vista, 7, 8, 2000. Macintosh OS X 10.4 hasta 10.6.		Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL, Stat :: Fit, JMP, Proof Animation.	Si	Excel, Access, SQL Server, MySQL o cualquier otro programa que soporte al Componente Object Model (COM) de Microsoft.	Si	Si
13	FlexSim	FlexSim Software Products, Inc.	Simulación y modelado de procesos, con el fin de analizarlo, comprenderlo y optimizarlo.	Fabricación, envasado, almacenamiento, manejo de materiales, cadenas de suministro, logística, salud, industria aeroespacial y minería.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Excel, aplicaciones de C++.	Si	OLE, ActiveX.	Si	
14	FlexSim Healthcare	FlexSim Software Products, Inc.	Simulación y modelación de procesos relacionados con el cuidado de la salud, con el propósito de analizarlos, comprenderlos y optimizarlos.	Cuidado de la salud y sus sistemas, arquitectura.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Excel, aplicaciones de C++.	Si	OLE	Si	
15	Fluid Flow Simulator Fluids6	Stanislaw Raczynski	Dinámica de fluidos	Ingeniería, investigación, académico, científico.	Windows	Si						Si
16	ForeTell-DSS	DecisionPath, Inc.	Simulaciones de escenarios del tipo "que pasa si", para decisiones gubernamentales y de negocios	Gobierno, ciencias de la vida, servicios financieros.	Windows, MacOS, Linux.							
17	GoldSim	GoldSim Technology Group	Análisis de riesgos de ingeniería, planeación estratégica, el diseño del sistema y la confiabilidad, gestión de recursos hídricos y gestión de residuos.	Ingeniería ambiental, minería, recursos hídricos, energía y gestión de residuos.	Windows Vista, Windows 7, 8.	Si	Si	Cualquier programa que pueda ser compilado, por ejemplo, DLL.			Si	Si
18	GPSS/H	Wolverine Software	Simulación de eventos discretos de propósito general.	Modelos de líneas de espera, de tamaño modesto a mediano.	Microsoft Windows.		Si	Cualquier programa que pueda ser compilado, por ejemplo, DLL.	Si	Comandos en línea de otros programas.		
19	Integrated Performance Modelling Environment (IPME)	Alion Science	Modelado del desempeño humano, modelado de carga de trabajo y análisis de compensaciones.	Fabricación, milicia, energía nuclear, control de tránsito aéreo, otras aplicaciones comerciales.	Windows 7 o Linux.	Si						
20	MedModel Optimization Suite	ProModel Corporation	Diseñar, planificar, evaluar y mejorar los procesos de hospitales, clínicas y otros sistemas de salud para optimizar su rendimiento.	Hospitales, clínicas, sistemas de salud, manufactura de dispositivos médicos, y ventas.	Windows 8, 7, Vista, XP.	Si	Si	Excel, Access, C++.	Si	Excel, Access, C++, C#, VB, Net, VBA.	Si	
21	Micro Saint Sharp	Alion Science and Technology	Modelado de procesos de propósito general, mejora / optimización, justificación de costos, implementación de reducción de equipos, rendimiento sistema / humano.	Cuidado de la salud, rendimiento humano, cadenas de suministro, fabricación, milicia, mercadotecnia, finanzas, energía, educación y transporte.	Windows Server 2008, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, 8.	Si	Si	Excel, Visio, Visual Studio.	Si	SharpTalk360, línea de comandos.	Si	
22	Oracle Crystal Ball Suite	Oracle Corporation	Hoja de cálculo con base en la simulación de monte carlo, optimización y pronósticos de series de tiempo.	Negocios, finanzas, energía, farmacéutica, ambiental, salud, milicia, manufactura, educación, telecomunicaciones.	Microsoft Windows.	Si			Si	Excel, o cualquier programa que soporte COM / OLE.	Si	

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 1.C)

Programa		Características Generales										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Proveedor	Aplicaciones típicas	Mercados primarios	Sistemas operativos	¿Puede el programa utilizar un CPU multiprocesador?	¿Se pueden realizar funciones especializadas con otro programa?	Si es así, el nombre del programa:	¿Se puede controlar mediante un programa externo?	Si es así, el nombre del programa:	¿Puede el programa ser personalizado por el usuario?	¿Puede el program supervisar el rendimiento del CP durante la ejecución del modelo?
23	Patient Flow Simulator	ProModel Corporation	Administración estratégica de las camas y de los flujos de pacientes.	Salud	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Excel	Si	Excel		
24	Pedestrian Dynamics	INCONTROL Simulation Solutions	Simulación de los peatones en las grandes infraestructuras.	Estadios, estaciones de tren, aeropuertos, buques, infraestructuras comerciales, urbanismo.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Microsoft office, ECM, arcGIS.	Si	Dinámica soportado por ActiveX	Si	Si
25	Portfolio Simulator	ProModel Corporation	Simulación y análisis de optimización de planes múltiples y simultáneos de proyecto / producto a través de una o más carteras de proyectos.	Proyecto y planificación de cartera, planificación de capacidad estratégica de recursos. Desarrollo del producto, selección de proyectos y asignación de prioridades.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Si	Si	Microsoft Project Server y Microsoft Proyecto.	Si			
26	Process Simulator	ProModel Corporation	Reducción de equipo, seis sigma, mapeo de la cadena de valor, mapeo de procesos, diagrama de flujo de la simulación, mejora continua de procesos.	Todo	Windows 7,8, Vista, XP.	Si	Si	Visio, Excel.	Si	Visio		
27	Project Simulator	ProModel Corporation	Permite a los administradores de proyectos mayor precisión en las predicciones.		Windows 7,8, Vista, XP.	Si	Si	Microsoft Project.	Si	Microsoft Project.		
28	ProModel Optimization Suite	ProModel Corporation	Reducción de equipos, seis sigma, planificación de capacidad, análisis de costos, modelado de procesos, reducción del tiempo del ciclo, optimización de rendimiento y más.	Fabricación y logística, farmacéutica, milicia.	Windows 7,8, Vista, XP.	Si	Si	Excel, Access, C + +.	Si	Excel, Access, C + +, C #, VB, Net, VBA.	Si	Si
29	Proof Animation - P3D (3D) & P5 (2D)	Wolverine Software	Gran nivel de detalle en 2D y 3D de simulaciones de eventos discretos.	Logística, transporte, flujo de materiales, fabricación.	Microsoft Windows.				Si	Comandos en línea de otros programas.		Si
30	SAS Simulation Studio	SAS	Simulación de eventos discretos: cadenas de suministro, gestión de recursos, planificación de capacidad, análisis de flujo y análisis de costos.	Fabricación, banca, farmacéutica, cuidado de la salud, energía, agencias del gobierno, ventas al menudeo, seguros, transporte.	Windows 7,8, Vista, XP.		Si	Programas JMP, otros productos de SAS.	Si	SAS, Java.		
31	Service Model Optimization Suite	ProModel Corporation	Diseño, planeación, evaluación y mejora de los sistemas de la industria de servicios, tales como servicios financieros, de logística, reingeniería de negocios.	Servicios financieros, logística, transporte, servicios de hospedaje y alimentación, entretenimiento y otras industrias de servicio.	Windows 7,8, Vista, XP.	Si	Si	Excel, Access, C + +.	0	Excel, Access, C + +, C #, VB, Net, VBA.	Si	
32	Simio DesignTeam	Simio LLC	Producto ideal para los modeladores profesionales e investigadores. Modelado potente y rápido en 3D.	Aeroespacial, salud, logística, milicia, minería, farmacéutica, alimentos, aeropuertos, transporte, automatriz, electrónica.	Windows XP, Vista, Win7, Win8.	Si	Si	OptQuest, ExpertFit Stat ::Fit.	Si	Utilización de cualquiera de los lenguaje .NET.	Si	Si
33	Simio Enterprise	Simio LLC	Incrementa el ciclo de vida del modelo. Herramienta única para construir modelos de diseño y también para la planificación con base en el riesgo, y programación.	Aeroespacial, salud, logística, milicia, minería, farmacéutica, alimentos, aeropuertos, transporte, automatriz, electrónica.	Windows XP, Vista, Win7, Win8.	Si	Si	OptQuest, ExpertFit Stat ::Fit.	Si	Utilización de cualquiera de los lenguaje .NET.	Si	Si

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 1.D)

Características Generales												
Programa		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Proveedor	Aplicaciones típicas	Mercados primarios	Sistemas operativos	¿Puede el programa utilizar un CPU multiprocesador?	¿Se pueden realizar funciones especializadas con otro programa?	Si es así, el nombre del programa:	¿Se puede controlar mediante un programa externo?	Si es así, el nombre del programa:	¿Puede el programa ser personalizado por el usuario?	¿Puede el programa supervisar el rendimiento del CP durante la ejecución del modelo?
34	Simio Express	Simio LLC	Potente modelado, con base en objetos, con animación 3D integrado que proporciona un modelado rápido.	Aeroespacial, salud, logística, milicia, minería, farmacéutica, alimentos, aeropuertos, transporte, automatriz, electrónica.	Windows XP, Vista, Win7, Win8.	Sí	Sí	OptQuest, ExpertFit Stat :.Fit.	Sí	Utilización de cualquiera de los lenguaje .NET.	Sí	Sí
35	SIMPROCESS	CACI	Mejora de procesos de negocio, gestión de procesos, análisis predictivo.	Gobierno, comercio, educación.	Windows XP, Vista, 7 o Server 2003, Linux LSB 3.0 o superior.		Sí		Sí		Sí	
36	SIMSCRIPT III	CACI	Aplicación de simulaciones de eventos discretos de alta fidelidad.	Milicia, control de tránsito aéreo, juegos de guerra, transporte, análisis de redes, logística.	32-bit y 64-bit de Windows 7, Linux, Solaris.	Sí	Sí	Open GL,Java, C++.	Sí	Cualquier programa escrito en C++.	Sí	Sí
37	SIMUL8 Professional	SIMUL8 Corporation	Reducción de equipos, líneas de ensamble, planeación estratégica, operaciones, BPMN, equilibrio de líneas de trabajo, sistemas del cuidado de la salud, servicios compartidos y planeación de la capacidad.	Fabricación, cuidado de la salud, educación, cadenas de suministro, logística, negocios, BPMN, gobierno, departamentos administrativos, centros de contacto.	Microsoft Windows.	Sí	Sí	Microsoft Excel, Stat :. Fit, Opt Quest, bases de datos SQL.	Sí	Microsoft Excel.	Sí	
38	SLIM	MJC2	Simulación y modelado de redes de logística y cadenas de suministro.	Logística, fabricación, transporte.		Sí						Sí
39	SLX	Wolverine Software	Aplicaciones para las que no existen programas comerciales.	Logística, transporte, manejo de materiales, telecomunicaciones .	Microsoft Windows.	Sí	Sí	Cualquier software en forma de DLL, por ejemplo, Código++.	Sí	Comandos en línea de otros programas.	Sí	Sí
40	Stat::Fit	Geer Mountain Software Corp.	Ajustes estadísticos de las bases de datos con la distribución mas adecuada y su exportación para la simulaciones.	Simulación y modelado, evaluación de riesgos, confiabilidad, calidad, ingeniería y gestión financiera.	Microsoft Windows.		Sí	ExtendSim, ProModel, SIMUL8, ProcessModel				
41	TARGIT Decision Suite 2013	TARGIT	Análisis y reportes de bases de datos con el menor número de pasos. Se integra con SQL server, hadoop y google bigquery.	Inteligencia empresarial, análisis y presentación de informes de todas las industrias.	Microsoft Windows.	Sí	Sí	R., .NET	Sí	Plataformas .NET.	Sí	Sí
42	Vanguard Business Analytics Suite	Vanguard Software	Pronósticos estratégicos, análisis financieros, modelos de costos, análisis de portafolio y análisis de riesgos.	Todo	Microsoft Windows.	Sí	Sí	Cualquier, enlace directo a las hojas de cálculo por medio de internet.	Sí	Cualquier (a través de servicios web).	Sí	
43	Vanguard System	Vanguard Software	Pronósticos estratégicos, análisis financieros, modelos de costos, análisis de portafolio y de riesgos.	Todo	Windows para servidor Vanguardia.	Sí	Sí	Excel, extend, Analytica, R Proeyect, y otros simuladores de eventos discretos.	Sí	Cualquier (a través de servicios web).	Sí	Sí
44	PTV VISSIM	PTV GROUPS	Para simular tráfico, comparación de la operación de intersecciones, análisis de la implementación de medidas de prioridad de transporte publico, impacto de distintos planes de semaforización.	Simulación microscópica del tráfico, permite representar las vialidades y estudiar las interacciones entre autos, transporte de carga y cualquier tipo de transporte público, ya sea ferroviario o convencional.	Windows XP, Vista, 7, 8.	Sí	Sí	Animación con el programa Wolverine.	Sí	Cualquier (a través de servicios web).	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 2.A)

Programa		Construcción del modelo						
		L	M	N	O	P	Q	R
		Construcción gráfica del modelo (arrastrar y soltar íconos)	¿Construcción de modelos mediante programación?	Depuración durante la ejecución	Establecimiento de la distribución de entrada	Comentarios	Soporte para el análisis de los resultados	Comentarios
1	aGPSS	Sí	Sí	Sí	Sí	Intervalo de confianza de acuerdo con la distribución t de Student.	Sí	Intervalo de confianza de acuerdo con la distribución t de Student.
2	Analytica	Sí	Sí	Sí	Sí	Bibliotecas que se ajustan a diversas distribuciones o al muestreo de datos.	Sí	Existen muchos tipos de sensibilidad, incertidumbre, escenario, y análisis estadístico.
3	Arena	Sí	Sí	Sí	Sí	Analizador de entrada.	Sí	Analizador de salida, el usuario también puede exportar a Excel o a otras aplicaciones.
4	Bluesss Simulation System	Sí	Sí				Sí	
5	Clinical Trials Simulator			Sí	Sí	15 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Reporte de análisis de resultados y gráficos incluidos. Salida a Excel.
6	CSIM20	No	Sí	Sí				
7	DPL	Sí	Sí				Sí	Análisis de sensibilidad, numerosas salidas gráficas.
8	Enterprise Dynamics 9	Sí	Sí	Sí	Sí	AutoFit.	Sí	Gestor de resultados, exportación a archivos, hojas de cálculo o bases de datos.
9	Enterprise Portfolio Simulator (EPS)				Sí	15 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Reporte de análisis de resultados y gráficos incluidos. Salida a Excel.
10	ExtendSim AT	Sí	Sí	Sí	Sí	35 distribuciones predefinidas y además, el conjunto de distribuciones del programa ExtendSim que incluye Stat :: Fit de Geer Mountain.		Personalización de acuerdo con las necesidades del usuario en cuanto a registros, máximos y mínimos, gráficos, tablas, o su exportación a otras aplicaciones externas como Excel y Access. Además, estima los intervalos de confianza rápidamente.
11	ExtendSim OR	Sí	Sí	Sí	Sí	35 distribuciones incorporadas.	Sí	Personalización de acuerdo con las necesidades del usuario en cuanto a registros, máximos y mínimos, gráficos, tablas, o su exportación a otras aplicaciones externas como Excel y Access. Además, estima los intervalos de confianza rápidamente.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 2.B)

Programa		Construcción del modelo						Comentarios
		L	M	N	O	P	Q	
		Construcción gráfica del modelo (arrastrar y soltar íconos)	¿Construcción de modelos mediante programación?	Depuración durante la ejecución	Establecimiento de la distribución de entrada	Comentarios	Soporte para el análisis de los resultados	Comentarios
12	ExtendSim Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	Incluye 35 distribuciones predefinidas y además, el conjunto de distribuciones del programa ExtendSim que incluye Stat :: Fit de Geer Mountain.	Sí	Personalización de acuerdo con las necesidades del usuario en cuanto a registros, máximos y mínimos, gráficos, tablas, o su exportación a otras aplicaciones externas como Excel y Access. Además, estima los intervalos de confianza rápidamente.
13	FlexSim	Sí	Sí	Sí	Sí	Incluye 35 distribuciones predefinidas y además, el conjunto de distribuciones del programa ExtendSim que incluye Stat :: Fit de Geer Mountain.	Sí	Las gráficas de Flexsim ofrecen algunos análisis de los resultados. Además, se pueden utilizar los paneles de control para realizar análisis instantáneos.
14	FlexSim Healthcare	Sí	Sí	Sí	Sí	Incluye 35 distribuciones predefinidas y además, el conjunto de distribuciones del programa ExtendSim que incluye Stat :: Fit de Geer Mountain.	Sí	Los paneles de control pueden ser utilizados para análisis relacionados con el área de cuidados para la salud.
15	Fluid Flow Simulator Fluids6	Sí	No					
16	ForeTell-DSS			Sí	Sí	Ajuste con base en la curva graficada de los datos.	Sí	Formatos de salida XML, CSV, construido en generadores de reportes para gráficos.
17	GoldSim	Sí	Sí				Sí	Análisis de sensibilidad e incertidumbre.
18	GPSS/H							
19	Integrated Performance Modelling Environment (IPME)			Sí			Sí	Visor de informes de ejecución incorporado.
20	MedModel Optimization Suite			Sí	Sí	Incluye 15 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos incluidos. También, salidas para el análisis mediante los programas Excel, Access y Minitab.
21	Micro Saint Sharp			Sí			Sí	Establecimiento en forma automática de rutas, tareas, recursos y recopilación de información en líneas de espera. Estimación de estadísticas. Capacidad incluida de gráficas e histogramas. Visualización de tareas en la línea de tiempo.
22	Oracle Crystal Ball Suite	No	No	Sí	Sí	Para el ajuste estadístico tiene predefinidas 15 distribuciones continuas y 7 discretas.	Sí	El análisis de resultados incluye cuadros, tablas, informes y salida a Excel.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 2.C)

Programa		Construcción del modelo						
		L	M	N	O	P	Q	R
		Construcción gráfica del modelo (arrastrar y soltar íconos)	¿Construcción de modelos mediante programación?	Depuración durante la ejecución	Establecimiento de la distribución de entrada	Comentarios	Soporte para el análisis de los resultados	Comentarios
23	Patient Flow Simulator			Sí	Sí	Incluye 15 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salidas a Excel.
24	Pedestrian Dynamics	Sí	Sí	Sí	Sí	Autofit.	Sí	Gestión de resultados..
25	Portfolio Simulator				Sí	Incluye 15 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salidas a Excel.
26	Process Simulator			Sí	Sí	Incluye 16 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salidas a Excel y Minitab para el análisis.
27	Project Simulator				Sí	Incluye 16 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salida a MS Project para su análisis.
28	ProModel Optimization Suite			Sí	Sí	Incluye 16 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salidas a Excel y Minitab para el análisis.
29	Proof Animation - P3D (3D) & P5 (2D)			Sí				
30	SAS Simulation Studio	Sí	Sí	Sí	Sí	Disponible a través de la integración con el programa JMP.	Sí	Análisis de estado estacionario. Otros análisis de resultados mediante SAS, JMP.
31	Service Model Optimization Suite			Sí	Sí	Incluye 16 distribuciones predefinidas, además de ajuste de distribución utilizando el programa Stat :: Fit.	Sí	Informes de análisis de resultados y gráficos. También, salidas a Excel y Minitab para el análisis.
32	Simio Design/Team	Sí	Sí	Sí	Sí	Tanto ExpertFit y Stat :: Fit tienen soporte técnico para Simio.	Sí	Más gráficos para el análisis de riesgos, tablas dinámicas completas, exportación masiva o detallada hacia paquetes externos.
33	Simio Enterprise	Sí	Sí	Sí	Sí	Tanto ExpertFit y Stat :: Fit tienen soporte técnico para Simio.	Sí	Más gráficos para el análisis de riesgos, tablas dinámicas completas, exportación masiva o detallada hacia paquetes externos.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 2.D)

Programa		Construcción del modelo						
		L	M	N	O	P	Q	R
		Construcción gráfica del modelo (arrastrar y soltar íconos)	¿Construcción de modelos mediante programación?	Depuración durante la ejecución	Establecimiento de la distribución de entrada	Comentarios	Soporte para el análisis de los resultados	Comentarios
34	Simio Express	Sí	Sí	Sí	Sí	Tanto ExpertFit y Stat :: Fit tienen soporte técnico para Simio.	Sí	Más gráficos para el análisis de riesgos, tablas dinámicas completas, exportación masiva o detallada hacia paquetes externos.
35	SIMPROCESS	Sí	No		Sí	Model Fit	Sí	Se pueden dirigir los archivos a las bases de datos y hojas de cálculo.
36	SIMSCRIPT III	Sí	Sí	Sí	Sí	SIMSCRIPT	Sí	Generación de informes SIMSCRIPT.
37	SIMUL8 Professional	Sí	Sí	Sí	Sí	Opciones personalizadas mediante el programa y Stat :: Fit.	Sí	Opciones personalizadas dentro del programa y la capacidad de exportar automáticamente a numerosos paquetes como Excel, Minitab, etc.
38	SLIM	Sí	No	Sí	Sí		Sí	
39	SLX			Sí				
40	Stat::Fit	No	No		Sí	32 distribuciones del programa. Auto :: Fit.		
41	TARGIT Decision Suite 2013	Sí	No					
42	Vanguard Business Analytics Suite			Sí		Fit Distribución Wizard	Sí	PDF / CDF, resumen estadístico, análisis de sensibilidad en función del tiempo.
43	Vanguard System			Sí	Sí	Fit Distribución Wizard	Sí	PDF / CDF, resumen estadístico, análisis de sensibilidad en función del tiempo.
44	PTV VISSIM	Sí	Sí	Sí	Sí	Gráficos	Sí	PDF / CDF, resumen estadístico, análisis de sensibilidad en función del tiempo.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 3.A)

Programa		Construcción del modelo							
		S	T	U	V	W	X	Y	Z
		Optimización	Comentarios	Reutilización del código (por ejemplo, copia de un submodelo)	¿Se puede compartir con otros como recurso para modificar o crear un nuevo modelo?	Herramientas de apoyo para compartir el modelo	¿Tiene costo extra esta función?	¿Se puede realizar estimación de costos?	¿Se pueden construir modelos mixtos con variables discretas y continuas?
1	aGPSS	Sí	Búsqueda de cuadrícula.						
2	Analytica	Sí	Lineal, cuadrática, entera mixta, y la programación no lineal.	Sí	Sí	Free Analytica Player en el escritorio y Analytica Cloud Player en la red.	No	Sí	Sí
3	Arena	Sí	OptQuest de Arena.	Sí				Sí	Sí
4	Bluesss Simulation System			Sí	Sí				Sí
5	Clinical Trials Simulator	Sí	Optimización disponible utilizando SimRunner el cual está incluido.	Sí	Sí	ProModel Silver Run Time.	No	Sí	Sí
6	CSIM20			Sí	Sí	No	No		
7	DPL	Sí	Árbol de decisión para reducir precios.	Sí	Sí	No se necesitan herramientas.	No	Sí	Sí
8	Enterprise Dynamics 9	Sí	OptQuest, ISSOP.	Sí	Sí	Licencia de visor gratuita.		Sí	Sí
9	Enterprise Portfolio Simulator (EPS)	Sí	A través de experimentos y escenarios de simulación.	Sí	Sí	No se requiere.	No Aplica	Sí	
10	ExtendSim AT	Sí	Está incluido en todas las versiones de ExtendSim un optimizador evolutivo de código abierto.	Sí	Sí	Utilizar el demo de ExtendSim para abrir, visualizar y ejecutar los modelos construidos por otros. Además, el demo permite construir modelos pequeños.	No. El demo de ExtendSim es una descarga gratuita desde www.SimulationDemos.com .	Sí	Sí
11	ExtendSim OR	Sí	Esta incluido en todas las versiones de ExtendSim un optimizador evolutivo de código abierto.	Sí	Sí	Utilizar el demo de ExtendSim para abrir, visualizar y ejecutar los modelos construidos por otros. Además, el demo permite construir modelos pequeños.	No. El demo de ExtendSim es una descarga gratuita desde www.SimulationDemos.com .	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 3.B)

Programa		Construcción del modelo							
		S	T	U	V	W	X	Y	Z
		Optimización	Comentarios	Reutilización del código (por ejemplo, copia de un submodelo)	¿Se puede compartir con otros como recurso para modificar o crear un nuevo modelo?	Herramientas de apoyo para compartir el modelo	¿Tiene costo extra esta función?	¿Se puede realizar estimación de costos?	¿Se pueden construir modelos mixtos con variables discretas y continuas?
12	ExtendSim Suite	Sí	Está incluido en todas las versiones de ExtendSim un optimizador evolutivo de código abierto.	Sí	Sí	Utilizar el demo de ExtendSim para abrir, visualizar y ejecutar los modelos construidos por otros. Además, el demo permite construir modelos pequeños.	No. El demo de ExtendSim es una descarga gratuita desde www.SimulationDemo.com .	Sí	Sí
13	FlexSim	Sí	Un motor de optimización de OptQuest está disponible.	Sí	Sí	La versión de prueba de Flexsim es capaz de ejecutar cualquier modelo de simulación construido con Flexsim.	No	Sí	Sí
14	FlexSim Healthcare	Sí	Un motor de optimización de OptQuest está disponible.	Sí	Sí	La versión de prueba de Flexsim Healthcare es capaz de ejecutar cualquier modelo de simulación construido con Flexsim Healthcare.	No	Sí	
15	Fluid Flow Simulator Fluids6								
16	ForeTell-DSS	Sí	Solución específica.	Sí	Sí	Las soluciones pueden ser desplegadas a través de los modos de escritorio o basadas en la red.	Sí. Mediante un acuerdo de licencia de suscripción.		
17	GoldSim	Sí	Optimización global de los sistemas dinámicos complejos.	Sí	Sí	Incorporadas en el Programa.	No	Sí	Sí
18	GPSS/H								
19	Integrated Performance Modelling Environment (IPME)			Sí	Sí	IPME genera un archivo ejecutable independiente para distribuir.	No	Sí	
20	MedModel Optimization Suite	Sí	Optimización disponible usando SimRunner el cual está incluido.	Sí	Sí	ProModel Silver Runtime.	No	Sí	Sí
21	Micro Saint Sharp	Sí	OptQuest	Sí	Sí	Sí, hay una capacidad de exportación de la versión Runtime integrada.	No	Sí	Sí
22	Oracle Crystal Ball Suite	Sí	Opt Quest		Sí	Versión Runtime de Crystal Ball.	No		

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 3.C)

Programa		Construcción del modelo							
		S	T	U	V	W	X	Y	Z
		Optimización	Comentarios	Reutilización del código (por ejemplo, copia de un submodelo)	¿Se puede compartir con otros como recurso para modificar o crear un nuevo modelo?	Herramientas de apoyo para compartir el modelo	¿Tiene costo extra esta función?	¿Se puede realizar estimación de costos?	¿Se pueden construir modelos mixtos con variables discretas y continuas?
23	Patient Flow Simulator	Sí	A través de experimentos y escenarios de simulación.	Sí	Sí	ProModel Silver Runtime.	No	Sí	
24	Pedestrian Dynamics			Sí	Sí	Licencia gratuita del visor.	Solicitud de cotización.		
25	Portfolio Simulator	Sí	Capacidad de optimización matemática integrada en la herramienta.	Sí	Sí	Versión gratuita de Portafolio Simulator.	No	Sí	
26	Process Simulator	Sí	A través de experimentos y escenarios de simulación.	Sí	Sí	Proceso Simulator Lite.	No	Sí	
27	Project Simulator	Sí	A través de experimentos y escenarios de simulación.	Sí	Sí	Versión de prueba del Project Simulator.	No	Sí	
28	ProModel Optimization Suite	Sí	Optimización disponible usando SimRunner el cual está incluido.	Sí	Sí	ProModel Silver Runtime.	No	Sí	Sí
29	Proof Animation - P3D (3D) & P5 (2D)								
30	SAS Simulation Studio	Sí	Disponible a través de la transferencia de datos de SAS / OR.	Sí				Sí	
31	Service Model Optimization Suite	Sí	Optimización disponible usando SimRunner el cual está incluido.	Sí	Sí	ProModel Silver Runtime.	No	Sí	Sí
32	Simio Design/Team		OptQuest (opcional) para tomar ventaja de todos los procesadores. Con características de multi-objetivo y optimización de frontera.	Sí	Sí	Requiere Team Edition o una versión superior para empaquetar el modelo.	Distribución gratuita.	Sí	Sí
33	Simio Enterprise		OptQuest (opcional) para tomar ventaja de todos los procesadores. Con características de multi-objetivo y optimización de frontera.	Sí	Sí	Incluido.	Distribución gratuita ilimitada. La programación de los modelos puede ser desplegada con la opción de edición.	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://visiontraffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 3.D)

Programa		Construcción del modelo							
		S	T	U	V	W	X	Y	Z
		Optimización	Comentarios	Reutilización del código (por ejemplo, copia de un submodelo)	¿Se puede compartir con otros como recurso para modificar o crear un nuevo modelo?	Herramientas de apoyo para compartir el modelo	¿Tiene costo extra esta función?	¿Se puede realizar estimación de costos?	¿Se pueden construir modelos mixtos con variables discretas y continuas?
34	Simio Express		OptQuest (opcional) para tomar ventaja de todos los procesadores. Con características de multi-objetivo y optimización de frontera.	Sí	Sí	Requiere Team Edition o una versión superior para empaquetar el modelo.	Distribución gratuita ilimitada.	Sí	Sí
35	SIMPROCESS	Sí	OptQuest	Sí	Sí	Se pueden crear y exportar submodelos.	No	Sí	
36	SIMSCRIPT III	Sí	Hay varios niveles de optimización.	Sí	Sí	Los módulos SIMSCRIPT III son compatibles.	No		Sí
37	SIMUL8 Professional	Sí	OptQuest	Sí	Sí	SIMUL8 Viewer y SIMUL8 Web.	No	Sí	Sí
38	SLIM	Sí						Sí	Sí
39	SLX			Sí	Sí	Genera archivos RTS (Run-Time SLX).	Los usuarios requieren licencias de tiempo de ejecución (con descuento).		
40	Stat::Fit								
41	TARGET Decision Suite 2013				Sí				
42	Vanguard Business Analytics Suite	Sí	Optimización mediante programación lineal, optimización mediante programación entera, optimización no lineal y de valor único.	Sí	Sí	Sí. El modelo de publicación está basado en la red.	Sí	Sí	
43	Vanguard System	Sí	Optimización mediante programación lineal, entera, no lineal, de valor único estocástica.	Sí	Sí	Publicación con base en la red de los modelos disponibles.	Sí		
44	PTV VISSIM	Sí	Optimización mediante programación lineal, entera, no lineal, de valor único estocástica.		Sí		Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 4.A)

Programa		Animación					
		AA	AB	AC	AD	AE	AF
		Animación	Visualización en tiempo real	¿Se puede exportar la animación a otros programas?	Programas de animación compatible	Animación en 3D	Importación de dibujos en CAD
1	aGPSS	Sí			Sí		
2	Analytica						
3	Arena	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
4	Bluesss Simulation System	Sí	Sí				
5	Clinical Trials Simulator						
6	CSIM20						
7	DPL						
8	Enterprise Dynamics 9	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí
9	Enterprise Portfolio Simulator (EPS)						
10	ExtendSim AT	Sí	Sí		Sí		Sí
11	ExtendSim OR	Sí	Sí		Sí		Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 4.B)

Programa		Animación					
		AA	AB	AC	AD	AE	AF
		Animación	Visualización en tiempo real	¿Se puede exportar la animación a otros programas?	Programas de animación compatible	Animación en 3D	Importación de dibujos en CAD
12	ExtendSim Suite	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí
13	FlexSim	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí
14	FlexSim Healthcare	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí
15	Fluid Flow Simulator Fluids6	Sí	Sí				Sí
16	ForeTell-DSS						
17	GoldSim	Sí					
18	GPSS/H						
19	Integrated Performance Modelling Environment (IPME)	Sí	Sí				
20	MedModel Optimization Suite	Sí	Sí			Sí	Sí
21	Micro Saint Sharp	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí
22	Oracle Crystal Ball Suite						

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 4.C)

Programa		Animación					
		AA	AB	AC	AD	AE	AF
		Animación	Visualización en tiempo real	¿Se puede exportar la animación a otros programas?	Programas de animación compatible	Animación en 3D	Importación de dibujos en CAD
23	Patient Flow Simulator	Sí	Sí				
24	Pedestrian Dynamics	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí
25	Portfolio Simulator						
26	Process Simulator	Sí	Sí				Sí
27	Project Simulator						
28	ProModel Optimization Suite	Sí	Sí			Sí	Sí
29	Proof Animation - P3D (3D) & P5 (2D)	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí
30	SAS Simulation Studio	Sí	Sí				
31	Service Model Optimization Suite	Sí	Sí			Sí	Sí
32	Simio Design/Team	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
33	Simio Enterprise	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 4.D)

Programa		Animación					
		AA	AB	AC	AD	AE	AF
		Animación	Visualización en tiempo real	¿Se puede exportar la animación a otros programas?	Programas de animación compatible	Animación en 3D	Importación de dibujos en CAD
34	Simio Express	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
35	SIMPROCESS	Sí	Sí				
36	SIMSCRIPT III	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
37	SIMUL8 Professional	Sí	Sí			Sí	Sí
38	SLIM	Sí	Sí	Sí		Sí	
39	SLX						
40	Stat::Fit						
41	TARGET Decision Suite 2013		Sí	Sí			
42	Vanguard Business Analytics Suite	Sí					
43	Vanguard System	Sí	Sí		Sí		
44	PTV VISSIM	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 5.A)

Programa		Soporte y capacitación					Información de precios		Innovaciones y comentarios	
		AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
		Atención al usuario	Grupos de discusión	Cursos de capacitación	Capacitación en sitio	Disponibilidad de consultoría	Estándar (dólares)	Versión para estudiantes (dólares)	Nuevas características principales, desde 2011	Comentarios del proveedor
1	aGPSS	Sí	Sí	Sí		Sí	\$700	Ordinaria (150 bloques) \$40; extendida (400 bloques) \$90.	Animación automática simplificada. Exportación de archivos de matriz CSV a Excel.	Mejor programa de simulación para cursos de iniciación en la simulación, lo que permite a los estudiantes hacer proyectos reales de negocios.
2	Analytica	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Analytica \$101, Professional \$995, Enterprise \$2,795, y Optimizer \$4,995.	Gratis para fines académicos. 50% de descuento para otro uso educativo.	Optimización estructurada, nuevos gráficos, soporte multi-idioma, números complejos y FFT.	Este programa es fácil de usar y flexible, se fundamenta en arreglos y diagramas intuitivos.
3	Arena	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Precio disponible bajo solicitud.	Versión para estudiantes gratis, incluye el libro de texto Arena. La versión para investigación requiere licencia, el precio está disponible bajo solicitud.	Animaciones 3D en proceso y cuadros de mando de gráficos de negocios, estadísticas cíclicas, y elementos directos de lectura / escritura para Arena.	
4	Bluesss Simulation System	Sí				Sí	\$90			
5	Clinical Trials Simulator	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Precios disponibles bajo consulta.	No Aplica.		Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
6	CSIM20	Sí					\$1,195 para la versión profesional; (un usuario). Hay descuentos para usuarios del sector educación.	\$65		Este programa ha sido ampliamente utilizado para modelar sistemas grandes y complejos; el lenguaje de programación estándar mejora el desarrollo de los modelos.
7	DPL	Sí	Sí	Sí		Sí	DPL 8 Professional, \$1,495.	DPL 8 Academic (Professional) \$149.	Casos base probabilísticos, gráficos de resultados completamente regrabados, interfaz con Excel.	
8	Enterprise Dynamics 9	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Se requiere llamar para obtener cotización.	Menú principal, gráficos de salida, modelado en 3D, fácil personalización de la biblioteca, nuevos paquetes de objetos, soporte para CityGML y ArcGIS.	Este programa viene con un paquete de bibliotecas gratis para su aplicación en una amplia gama de mercados.
9	Enterprise Portfolio Simulator (EPS)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$49,000, (desde 1 a 5 usuarios).		Interfaz total con Silverlight. Administrador de escenarios más potente y fácil de usar. Informes adicionales. Asignación de recursos con base en plantillas.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de decisiones más rápidas y mejores.
10	ExtendSim AT	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$2,495. Hay disponibilidad de licencias en red y descuentos para usos educativos. Hay licencias en red sin costo y otros descuentos adicionales para la versión estudiantil.	\$100, se puede descargar desde la tienda ExtendSim. Están disponibles descuentos para estudiantes, libro de texto incluido. Becas de investigación disponibles para utilizar la versión completa de ExtendSim en proyectos de investigación para estudios avanzados.	Seguimiento de las propiedades de los atributos de flujos continuos en modelos. Enlace directo interactivo para intercambiar información entre Excel y DB.	Esta tecnología avanzada domina en forma concisa el modelado y el análisis de sistemas complejos de eventos discretos.
11	ExtendSim OR	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$1,795. Hay disponibilidad de licencias en red y descuentos para usos educativos. Hay licencias en red sin costo y otros descuentos adicionales para la versión estudiantil.	\$100, se puede descargar desde la tienda ExtendSim. Descuentos disponibles para estudiantes, libro de texto incluido. Están disponibles becas de investigación para utilizar la versión completa de ExtendSim en proyectos de investigación para estudios avanzados.	Seguimiento de los objetos y de sus propiedades en el modelo. Plantillas para modelar rápidamente situaciones comunes.	Paquete de simulación gráfico, interactivo y robusto para el análisis y la optimización de eventos discretos, procesos continuos y sistemas.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 5.B)

Programa	Soporte y capacitación					Información de precios		Innovaciones y comentarios	
	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
	Atención al usuario	Grupos de discusión	Cursos de capacitación	Capacitación en sitio	Disponibilidad de consultoría	Estándar (dólares)	Versión para estudiantes (dólares)	Nuevas características principales, desde 2011.	Comentarios del proveedor
12	ExtendSim Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	\$4,995. Hay disponibilidad de licencias en red y descuentos para usos educativos. Hay licencias en red sin costo y otros descuentos adicionales para la versión estudiantil.	\$100, se puede descargar desde la tienda ExtendSim. Descuentos disponibles para estudiantes, libro de texto incluido. Están disponibles becas de investigación para utilizar la versión completa de ExtendSim en proyectos de investigación para estudios avanzados.	Incorporación de importación / exportación de bases de datos externas, con el apoyo de ADO. El reporte de las estadísticas DB consolida los valores de resultados finales.	Incorpora la tecnología de animación 3D, proporcionando una representación tridimensional realista de los modelos.
13	FlexSim	Sí	Sí	Sí	Sí	\$20,000	\$100	Procesamiento múltiple, introducción de paneles de control para los análisis, visualización e interfaz mejorada y un libro de texto.	Este programa tiene el compromiso de ayudar a responder a las preguntas relacionadas con cualquier proceso de la manera más intuitiva. Interfaz fácil de utilizar.
14	FlexSim Healthcare	Sí	Sí	Sí	Sí	\$16,000 a \$20,000	\$100	Procesamiento múltiple, panel de control reacondicionado para mejorar los análisis, visualización e interfaz mejorada.	Este programa tiene el compromiso de ayudar a la industria del cuidado de la salud de la manera más intuitiva. Interfaz fácil de utilizar.
15	Fluid Flow Simulator Fluids6	Sí			Sí	\$80		Multiprocesamiento, hasta 8 procesadores de CPU, editor 3D mejorado.	
16	ForeTell-DSS	Sí		Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Se requiere llamar para obtener cotizaciones.	Despliegue del modelo con base en la red.	Este programa desarrolla generalmente modelos de decisión personalizados y los implementa para los clientes.
17	GoldSim	Sí	Sí	Sí	Sí	\$3,950	Gratis.	Análisis de escenarios, nuevo procesamiento de los resultados.	Utilizado para proyectos prominentes, tales como la planificación de los recursos hídricos a gran escala y la evaluación de la seguridad de las instalaciones nucleares.
18	GPSS/H					\$4,000 la versión comercial.	Gratis	Legacy Software	
19	Integrated Performance Modelling Environment (IPME)	Sí		Sí	Sí	\$9,500 para aplicaciones gubernamentales. Hay descuentos disponibles para universidades y licencias múltiples.	\$100.	Selección de las metas de los escenarios: minimización de costos, minimización de los tamaños de los equipos o equilibrio de su utilización.	
20	MedModel Optimization Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	\$21,500	\$30	Visor de resultados .Net, gráficas de series de tiempo para la utilización de recursos; y análisis 6 sigma en Minitab.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y más rápidas decisiones.
21	Micro Saint Sharp	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere cotizar con el proveedor.	\$50	Distribución de tiempo de ejecución libre, integración con sistemas de control, editor de rejilla mejorado, liberación de almacenaje, soporte para Windows 8.	Este programa tiene la capacidad, flexibilidad, velocidad, facilidad de uso y la interoperabilidad para satisfacer cualquier necesidad de simulación.
22	Oracle Crystal Ball Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	Professional: \$995. Optimizer \$1,995	Se requiere cotizar con el proveedor.	Diversas actualizaciones de GUI, nuevas correlaciones y herramientas de análisis tomado, versiones 64 bits y Excel 2013. ARIMA, más idiomas.	Ajustes estándar, análisis de riesgo mediante hoja de cálculo y un paquete de pronósticos con una interfaz actualizada para usuarios de Excel.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 5.C)

Programa	Soporte y capacitación					Información de precios		Innovaciones y comentarios	
	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
	Atención al usuario	Grupos de discusión	Cursos de capacitación	Capacitación en sitio	Disponibilidad de consultoría	Estándar (dólares)	Versión para estudiantes (dólares)	Nuevas características principales, desde 2011.	Comentarios del proveedor
23	Patient Flow Simulator	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere cotizar con el proveedor.	No Aplica.	Nuevas soluciones.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
24	Pedestrian Dynamics	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Se requiere llamar para obtener cotizaciones.	Creación de redes ECM automáticas, capacidad de ArcGIS, importaciones de CityGML y modelado en 3D.	Este programa es un nuevo producto. Permite el modelado rápido y fácil de los flujos de multitudes considerables dentro de infraestructuras espaciales.
25	Portfolio Simulator	Sí	Sí	Sí	Sí	\$29,000	No Aplica.	Optimización, mejor integración con Microsoft Project Server; Capacidad adicional del modelado.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
26	Process Simulator	Sí	Sí	Sí	Sí	\$4,200	Process Simulator Lite descargar gratis.	Integración con Visio 2013, nuevo visor de salida .Net; Rutas porcentuales en los escenarios.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
27	Project Simulator	Sí	Sí	Sí	Sí	\$975	No Aplica	Mejor integración con MS Project.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
28	ProModel Optimization Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	\$21,500	\$30	Visor de resultados .Net; gráficas de series de tiempo para la utilización de recursos; y análisis 6 sigma en Minitab.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
29	Proof Animation - P3D (3D) & P5 (2D)					Versión comercial completa P3D: \$2,500.	Gratis		Se puede ejecutar en modo de post-procesado o simultáneamente (a través de la biblioteca DLL) desde casi cualquier programa de simulación.
30	SAS Simulation Studio	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Se requiere llamar para obtener cotizaciones.	Soporte para modelos y experimentos grandes, capacidad de búsqueda, modelado multinivel con submodelos, animación selectiva.	Incluido con SAS/OR. Integración estrecha con las capacidades analíticas de SAS y JMP.
31	Service Model Optimization Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	\$21,500	\$30	Visor de resultados .Net; gráficas de series de tiempo para la utilización de recursos; y análisis 6 sigma en Minitab.	Soluciones resueltas por la tecnología de VAO de ProModel (visualiza, analiza, optimiza), lo que conduce a la toma de mejores y mas rápidas decisiones.
32	Simio Design/Team	Sí	Sí	Sí	Sí	\$11,900 incluyendo la animación 3D.	Sin costo para universidades, \$25 estudiantes. Versión limitada gratuita de evaluación y entrenamiento.	Para una lista detallada consultar: http://www.simio.com/resources/release-notes/	Lo último en arquitectura, diseñada por el equipo del Dr. C. Dennis Pegden, lleva la Flexibilidad y modelado rápido a nuevos niveles.
33	Simio Enterprise	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Sin costo para universidades, \$25 estudiantes. Versión limitada gratuita de evaluación y entrenamiento.	Para una lista detallada consultar: http://www.simio.com/resources/release-notes/	Este programa brinda el liderazgo en el modelado rápido y flexible de la planeación con base en riesgos y la planificación.

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html>

Tabla A1.1 Programas para modelos de simulación (Parte 5.D)

Programa		Soporte y capacitación					Información de precios		Innovaciones y comentarios	
		AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
		Atención al usuario	Grupos de discusión	Cursos de capacitación	Capacitación en sitio	Disponibilidad de consultoría	Estándar (dólares)	Versión para estudiantes (dólares)	Nuevas características principales, desde 2011.	Comentarios del proveedor
34	Simio Express	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$4,850 incluyendo la animación 3D.	Se requiere llamar para obtener cotización.	Para una lista detallada consultar: http://www.simio.com/resources/release-notes/	Este programa presenta lo último en arquitectura, está diseñado por el equipo del Dr. C. Dennis Pegden quien creó a muchos de los líderes del mercado.
35	SIMPROCESS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			simprocess.com/products/features.html	Este programa está especializado en conectividad de datos, soporte de decisiones en tiempo real y análisis predictivo.
36	SIMSCRIPT III	Sí		Sí	Sí	Sí	Licencia comercial \$30,000 y licencia académica \$3,000.	Gratis	Interprete de las reglas de negocios para simulaciones en logística, puntos de verificación y / reinicio para Windows de 64 bits.	Este paquete tiene IDE SimStudio para la construcción automática y ejecución de modelos, y un paquete estadístico incorporado.
37	SIMUL8 Professional	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$4,995	Gratis	Gráficos de estado, visualización extendida de datos, exportación e importación automatizada a Excel; BPMN, herramientas de verificación visual.	
38	SLIM	Sí		Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	No disponible.	Logística multimodal, simulación de patios integrada.	Solución configurable de simulación y optimización para redes grandes y complejas.
39	SLX		Sí			Sí	Versión comercial completa: \$6,000.		Apoyo adicional de C++ y otros similares, interfaz ODBC.	Ofrece soporte integrado estrechamente con los productos de Wolverine's Proof Animation.
40	Stat:Fit	Sí				Sí	\$289	Gratis		
41	TARGIT Decision Suite 2013	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Varía según el número de usuarios y la funcionalidad. Costo del paquete básico aproximadamente \$25,000.	Sí, bajo solicitud.	Definición de objetos de entrada/salida, soporte total de 64 bits, TARGIT Xbone en memoria analítica, TARGIT Temolines.	
42	Vanguard Business Analytics Suite	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	\$3,395	Versión de prueba gratuita de 15 días.		También, es compatible con los pronósticos de series de tiempo, análisis de árbol de decisión, optimización determinista y más.
43	Vanguard System	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere llamar para obtener cotización.	Llamar para obtener la versión de prueba gratuita de 15 días.		Utilizado como una solución de modelado colaborativo y / o una solución de desarrollo para crear aplicaciones analíticas basadas en la red.
44	PTV VISSIM	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Se requiere solicitar cotización.	Descarga de prueba gratuita por 30 días.		Teléfono +52 (55) 6385 0900 E-mail: info.al@ptvgroup.com

Fuente: Elaboración propia con base en: <http://www.ormstoday.org/surveys/Simulation/Simulation1.html> y <http://vision.traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim>



Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>