



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA

**EVALUACION OPERATIVA
DE UNA TERMINAL PORTUARIA:
EL CASO DE LA TERMINAL MARITIMA DE VERACRUZ**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA

SISTEMAS - TRANSPORTE

P R E S E N T A :

CARRILLO MURILLO GALO ISRAEL

TUTOR:

DR. ACOSTA FLORES JOSE DE JESUS

2006



JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Aceves García Ricardo

Secretario: M.C. Murillo Bagundo Gustavo Alejandro

Vocal: Dr. Acosta Flores José de Jesús

1er. Suplente: M.I. Hernández Aguirre Juan Carlos

2do. Suplente: M.C. Del Moral Dávila Manuel

Lugar donde se realizó la tesis:

México, Distrito Federal

TUTOR DE TESIS:

DR. ACOSTA FLORES JOSE DE JESUS

FIRMA

A Dios, por todas las bendiciones y triunfos que me ha regalado en el transcurso de mi vida

A mi adorable y hermosa esposa Larissa, compañera eterna, por su comprensión, consejos, apoyo y amor incondicional y por toda la felicidad que me ha brindado

A mis padres José León y Rebeca, por su amor, comprensión, dedicación, apoyo incondicional, por sus consejos, la educación religiosa que me han dado y por sus enseñanzas sobre la vida

A mis hermanos David y Pablo, por todo lo que me han dado y apoyado durante toda mi vida

A mi hermano León Gerardo, por su ayuda y apoyo incondicional en la realización de esta tesis y durante mi vida, y a mi cuñada Patricia y sus hermosos hijos Diego, Regina, Rodrigo y Fátima, por su amor y ejemplo como familia.

A la memoria de mi hermano Andrés Esteban[†], que vive en mi corazón y que me recordará siempre que “los últimos serán los primeros”.

A mi maestro y tío Alejandro Murillo, por su ejemplo, enseñanzas, su ayuda, comprensión, apoyo y dedicación en esta tesis y a lo largo de mi vida

Al Dr. José de Jesús Acosta Flores, por su tutoría en este trabajo

Al Dr. Ricardo Aceves, por su apoyo durante mis estudios de maestría

A la Familia Murillo

A la Familia Carrillo

A la Familia Reyes Giordani

A mis amigos y amigas, que me han acompañado a lo largo de mi vida

A mis compañeros de generación en la maestría, por los grandes momentos que pasamos juntos y sobre todo por su gran amistad

A todos mis profesores, por su dedicación y grandes enseñanzas que me han dado

A la UNAM, por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente

A mi país, México, en especial al CONACYT por haberme apoyado con una beca durante mis estudios de maestría

**A todos ellos, les dedico este trabajo, porque gracias a su compañía,
apoyo y aprecio fue posible la culminación de esta tesis**

Contenido

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

Capítulo 1	ANTECEDENTES	1
1.1	<i>CONSIDERACIONES GENERALES</i> » 1	
1.2	<i>ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA</i> » 3	
	▪ Situación Problemática » 3	
	▪ Formulación de la Problemática » 6	
	▪ Contingencias de la Operación Portuaria » 7	
1.3	<i>JUSTIFICACIÓN</i> » 15	
1.4	<i>ALCANCES Y LIMITACIONES</i> » 19	
Capítulo 2	MARCO TEÓRICO PARA LA EVALUACIÓN OPERATIVA	21
2.1	<i>CONCEPCIÓN SISTÉMICA PARA LA EVALUACIÓN OPERATIVA</i> » 21	
	▪ Concepto General de la Evaluación » 21	
	▪ Sujetos y Actitudes de la Evaluación » 22	
	▪ Ubicación de la Función de Evaluación » 23	
	▪ Instancias de la Evaluación » 26	
2.2	<i>LA EVALUACIÓN OPERATIVA DE UN PROYECTO (EX-OPP)</i> » 29	
	▪ Definición de la Ex-Opp » 29	
	▪ Diferencias entre Viabilidad y Factibilidad (Enfoque Operativo) » 31	
	▪ El Problema Fundamental de la Ex-Opp » 36	
	▪ El Proceso de la Ex-Opp » 39	

- 3.1 *CONCEPCIÓN SISTÉMICA DE LAS TERMINALES MARITIMO-PORTUARIAS DE CARGA* » 88
- Generalidades » 88
 - Ambiente de la Cadena de Suministro » 91
 - Suprasistema Logístico » 93
 - La Cadena Logística » 94
 - Suprasistema de Transporte » 96
 - La Cadena de Transporte » 98
 - Acondicionamiento Físico » 100
 - Desplazamiento Físico de la Carga » 107
 - Un Puerto de Carga » 112
 - Sistema de Puestos de Atraque Portuario » 114
 - Clasificación de los Puertos y Terminales Portuarias » 121
- 3.2 *CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PLANEACIÓN PORTUARIA* » 123

- 4.1 *DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO* » 125
- Entorno del Proyecto » 125
 - Infraestructura del Puerto de Veracruz » 127
 - Instalaciones del Puerto de Veracruz » 131
 - Vías de Comunicación del Puerto de Veracruz » 132
 - Hinterland del Puerto de Veracruz » 135
 - Movimiento de Carga en el Puerto de Veracruz » 136
 - Oferta y Demanda de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz » 137
 - Capacidad y Rendimientos Operativos de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz » 141
 - Antecedentes y Propósitos del Proyecto de la Terminal Marítima de Veracruz (TMV) » 142
 - Ubicación del Proyecto » 143
 - Situación Operativa » 144

4.2 *ETAPA DE CONCEPTUALIZACIÓN* » 147

- Comprensión y Conocimiento del Sistema de Operaciones de TMV » 147
- Elaboración del Modelo Conceptual del Sistema de Operaciones de TMV » 147
- Revisión de los Conceptos de Operación » 152
- Especificación de Objetivos Rectores del Proyecto de TMV » 155
- Premisas Rectoras para el Sistema de Operaciones de TMV » 156

CONCLUSIONES _____ **158**

ANEXOS _____ **162**

ANEXO 1 *Terminal Marítima de Veracruz S.A. de C.V. Proyecto Operativo* » 162

ANEXO 2 *Guía metodológica para la construcción de indicadores de desempeño* » 170

ANEXO 3 *Análisis de complejidad* » 173

ANEXO 4 *Planos* » 174

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BIBLIOGRAFÍA

Introducción

Los prestadores de servicios actuales y las entidades gubernamentales involucradas en el manejo y transporte de carga vía puerto han desarrollando estrategias conjuntas que les permiten posicionarse como la mejor opción logística en zonas definidas donde la infraestructura, la eficiencia y el costo del servicio son el condicionante que incide directamente en la decisión del usuario.

De esta forma las Aduanas Terrestres en los pasos fronterizos del norte de México compiten de forma directa contra los Puertos Marítimos de altura, donde las opciones de desarrollo de infraestructura especializada, hoy en día ya están definidas.

Las nuevas condiciones y demandas del mercado nacional, particularmente de importación, han revolucionado la industria del servicio obligando a sus principales actores a *operar con mayor eficiencia y accesibilidad en sus procesos*, a la reducción de costos y sobre todo a la capacidad de ampliar las alternativas logísticas actuales que permitan al usuario, colocar productos o bien adquirir insumos para productos derivados a precios competitivos y de acuerdo con sus necesidades.

Con base en este escenario general que hoy en día enfrentan las terminales portuarias en el país, *la justificación de esta propuesta de tesis parte de la necesidad de evaluar los proyectos de nuevas terminales como un factor determinante en su competitividad y funcionamiento antes de ponerlas en operación*, puesto que las terminales venden tiempo y este dependerá de la eficiencia y accesibilidad de sus operaciones.

En décadas pasadas se tuvieron modos de resolver los problemas y modos de evaluar. Actualmente, el desarrollo tecnológico y el mercado en el movimiento de carga han producido nuevas situaciones en las que los esquemas tradicionales de evaluación en muchas ocasiones resultan insuficientes, siendo ahora necesario revisar desde sus propósitos hasta sus procedimientos, para establecer sus alcances y limitaciones.

El interés de poseer una fórmula para evaluar sistemas, ha conducido a indagar y a practicar los métodos y hasta ritos de la evaluación, sin embargo, los actuales logros en evaluación de sistemas aún presentan graves distorsiones y omisiones, contribuyendo a una toma de decisiones poco efectiva (Gabriel S. Guerrero).

De lo anterior se extiende la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué esquema de evaluación será adecuado, para visualizar integralmente las condiciones operativas a las que se enfrentará la Terminal Portuaria en proyecto y que permita tomar decisiones efectivas que anticipen contingencias en la operación?

A partir de este cuestionamiento, el propósito de esta tesis sugiere una forma de *evaluar las operaciones de una Terminal Portuaria en proyecto desde un enfoque de sistemas y utilizando herramientas de esta teoría principalmente.*

Específicamente se creará la Evaluación Ex-Opp (Evaluación Operativa de un proyecto), como una semi-instancia¹ de la función de evaluación dentro del subsistema de decisiones planeadas y como un proceso para determinar el grado de viabilidad operativa de la Terminal en proyecto, que es el objetivo primordial de esta tesis.

Así mismo, se conceptualizarán y analizarán las terminales como sistemas que forman parte del suprasistema llamado “Puerto” que interactúan y se relacionan entre si.

¹ Así considerada por el autor de esta tesis.

Debido a la gran cantidad de operaciones que se desarrollan en un puerto, la dependencia operativa de las Terminales como sistemas no es total, por esta razón y como se explicará en su momento, el análisis y la evaluación se tendrán que extender a otros subsistemas del puerto, aunque no forman parte del objetivo de esta tesis profundizar en ellos.

Resumen

El contenido de este trabajo se describe a continuación:

El primer capítulo inicia con las consideraciones generales de la tesis y posteriormente desarrolla el análisis y la formulación de la problemática que tienen las diferentes formas de evaluar los sistemas, identificando el problema de una incorrecta evaluación; se define el propósito y los objetivos específicos de la tesis y se identifican las principales contingencias a las que se podrá enfrentar la operación de una Terminal Portuaria. En general este capítulo analiza y describe el marco preferencial y de referencia en el que se va a realizar la evaluación, enfocándose esencialmente a cuestiones operativas.

Dentro de este capítulo se hacen las debidas justificaciones de evaluar las operaciones de una Terminal Portuaria en proyecto, con un enfoque de sistemas y con el objetivo de darle valor y sentido a la propuesta de evaluación que se sugiere. Las Terminales Portuarias forman parte de un suprasistema llamado “Puerto” en donde la diversidad de operaciones obliga a las terminales a operar conjuntamente, puesto que comparten muelles, instalaciones, vialidades, servicios (seguridad, aduana, inspecciones, pilotaje, etc.) y del ferrocarril para mover su carga; de esta manera, la eficiencia de las operaciones en la Terminal depende en gran parte de numerosos factores externos y variables, por lo que al finalizar este capítulo se definen los alcances y las limitaciones que tiene este trabajo de tesis, así como los resultados que se esperan de dicho estudio.

En el segundo capítulo, se define el marco teórico en el que se basará la evaluación operativa de un proyecto (Ex-Opp), haciendo una revisión de la literatura y describiendo conceptos y herramientas de evaluación de la teoría de sistemas, con la finalidad de fundamentar la necesidad de crear un proceso específico y diferente para analizar y

evaluar las operaciones de una Terminal Portuaria. Este capítulo desarrolla en su contenido el proceso de evaluación Ex-Opp que se sugiere para determinar la viabilidad de las operaciones de una Terminal Portuaria.

En el tercer capítulo, también se hace una revisión de la literatura en base a conceptos relevantes de la planeación y operación portuaria con la finalidad de describir la posición y funcionamiento de las terminales dentro del sistema portuario y este a su vez en su contexto, mencionando aspectos básicos que se deben tomar en cuenta para su operación y con el objetivo de conceptualizar a las terminales portuaria como un sistema.

El cuarto capítulo, se centra exclusivamente a elaborar la primera etapa de conceptualización al caso de la Terminal Marítima de Veracruz (TMV), con la intención de ejemplificar el desarrollo de tan importante etapa dentro del proceso de la Ex-Opp. Consecuentemente, se describe el proyecto de una Terminal Portuaria que servirá como caso de estudio para la aplicación de la evaluación operativa; se mencionan los antecedentes del proyecto, en donde se describe el contexto de la Terminal de estudio, la situación del entorno portuario y de la carga para la que fue diseñada, la situación operativa actual del puerto donde estará insertada dicha Terminal, haciendo una revisión detallada del proyecto ejecutivo y operativo, con el objetivo de describir de forma general las intenciones y características del proyecto, sus objetivos y premisas para su operación y así definir las partes, las situaciones y los elementos operativos con los que cuenta dicho proyecto.

Al finalizar este capítulo se tendrán las bases suficientes para comprobar que el proceso de evaluación Ex-Opp puede determinar con cierta seguridad el grado de viabilidad de las operaciones diseñadas para poner en acción a una Terminal Portuaria, logrando así, satisfacer el propósito primordial y los objetivos de esta tesis, dando una solución al problema de investigación planteado.

Capítulo 1

ANTECEDENTES

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El trabajo de investigación que a continuación se presenta tiene como propósito principal elaborar una forma de evaluar las operaciones de una Terminal portuaria en proyecto como un proceso, desde un enfoque sistémico y se le nombrará *Ex-Opp*. Por tal motivo el objeto de estudio se enfoca directamente a la *Evaluación Operativa* de una Terminal portuaria considerando que los estudios previos realizados para la conformación de la ingeniería del proyecto en estudio son suficientes, confiables y factibles por lo que no se cuestionarán ninguno de los criterios y razonamientos con los que se conformó el proyecto técnico.

Puesto que la evaluación de proyectos se basa en estimaciones de lo que se espera en el futuro, “difícilmente dos especialistas coincidirán en esta apreciación del futuro. [...] Las premisas y supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en el que deberá rendir beneficios. La correcta valoración de los beneficios esperados permitirá definir en forma satisfactoria el criterio de evaluación que sea más adecuado” (*Sapag Chain*) y mientras mejor sea el conocimiento del sistema se tendrán mejores posibilidades de tomar decisiones, que en este caso, anticipen contingencias y deficiencias en la operación. De acuerdo a lo anterior en este trabajo de investigación no se pretende descalificar la capacidad y experiencia de los responsables de la preparación del proyecto en estudio, sino en forma constructiva

pretende dar una mayor posibilidad de tener información real y confiable a quien debe decidir en el futuro del proyecto, por lo que esta propuesta de evaluación operativa no debe ser tomada como decisional y puede ser usada también como instrumento de control una vez que se encuentre operando la Terminal Portuaria para cumplir con los fines operativos propuestos.

Una de las motivaciones que se tuvieron para realizar este trabajo de investigación fue que se tuvo la oportunidad de acceder al proyecto de una Terminal Portuaria Granelera que tenía elaborado un análisis previo de sus operaciones y que sirvió de base para afirmar que el proyecto era viable operativamente; Sin embargo, para el autor de esta tesis, el análisis no era suficientemente confiable por lo que se propone en esta tesis una forma distinta de evaluar y analizar las operaciones.

Las conclusiones operativas a las que se llegue en este trabajo pueden, o no, coincidir con las del proyecto en estudio. El objetivo no es descalificar las diferentes formas de evaluar, sino más bien, proponer una nueva forma de evaluar que en cierta manera proporcione mayor información suficiente al responsable del proyecto para que pueda tener mejores oportunidades de tomar decisiones efectivas y planeadas en el futuro del proyecto.

1.2 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

Como se ha mencionado anteriormente, una de las pretensiones de esta tesis es demostrar que los esquemas tradicionales de evaluación en muchas ocasiones resultan insuficientes para determinar la situación operativa a la que se enfrentará el proyecto en estudio y en donde se propone una manera de evaluar integralmente las operaciones de una Terminal Portuaria en proyecto, propósito de esta tesis.

El siguiente análisis parte de que se encontraron incongruencias y apreciaciones insuficientes en el Proyecto Operativo¹ de la Terminal portuaria en estudio:

Situación Problemática

Es así que el Proyecto Operativo de la Terminal en estudio tiene la siguiente conclusión operativa:

Conclusiones Operativas de la Evaluación realizada en el Proyecto de Estudio.

- 1. A partir del modelo analizado como un proceso continuo y perfectamente ligado entre los tres procesos básicos, podemos aseverar por una parte que no existirá saturación en el muelle en espigón por razones propias de la operación de la Terminal, aún considerando el crecimiento en los volúmenes operados por los Cesionarios involucrados.*
- 2. Es importante señalar que el efecto de los fondeos (espera del buque para entrar al puerto) radica principalmente en el carácter aleatorio de los arribos, condición que no puede ser controlable por el Puerto y que sin embargo debe ser tomada en cuenta como una característica del mercado; para ello el incorporar una séptima posición de atraque y sobre todo mecanizada, resulta por sí sola eficaz para responder a este comportamiento.*
- 3. De este análisis se concluye inicialmente que las proyecciones operativas anuales expuestas por TMV son reales y perfectamente alcanzables aún con volúmenes de carga superiores a los dos millones de toneladas año.*

¹ Ver Anexo 1

De la conclusión anterior y de la revisión del análisis operativo del proyecto se identifica la siguiente problemática:

1. El análisis del proceso no es continuo y no liga los procesos básicos en la operación de la Terminal (Descarga, Almacenamiento y Carga) puesto que analiza en forma separada cada proceso sin ligar los eventos y actividades que ocurren en cada proceso.
2. El análisis de la operación se limita a las operaciones en las que interviene la Terminal en proyecto y no contempla aquellas operaciones que no puede controlar y que afectan a su operación; especialmente en el arribo de los buques al puerto y en el desalojo de la carga de los silos que depende del ferrocarril y del auto transporte que tienen situaciones diferentes de operación y pueden no cumplir las expectativas de eficiencia que requiere la Terminal.
3. No tiene bases suficientes para afirmar que no existirá saturación en el muelle, puesto que en el análisis, sólo se limita a determinar los días necesarios de ocupación de atraque para cada posición del muelle. Esta afirmación esta fuera de la realidad puesto que no contempla las contingencias que puedan presentarse en el puerto y no prevé la saturación de operaciones en el muelle cuando coincidan los buques de la Terminal en proyecto con los de las tres empresas que operan en dicho muelle (este muelle solo tiene dos posiciones de atraque disponibles para las tres empresas que actualmente operan el muelle y donde se agregará la nueva Terminal Portuaria).
4. No se establecen completamente los fines de la operación en la Terminal por lo que no se puede determinar si la operación podrá cumplir con los objetivos rectores del proyecto.
5. No se establecen los criterios con que se evaluó así como los atributos, variables y restricciones de la Terminal en su operación, por lo que no se

pueden identificar las actividades y procesos críticos de la operación y no permite un análisis profundo de la situación operativa a la que se enfrentará dicha Terminal.

6. No se identifican los impactos que se presentarían en caso de tener contingencias en la operación de la Terminal. Por consecuencia, no se puede conocer la vulnerabilidad del sistema y no se pueden planear las situaciones contingentes ni su forma de controlarlas.
7. No determina el grado de viabilidad operativa de la Terminal puesto que hace conclusiones superficiales que no visualizan una realidad operativa que permita anticipar los eventos que afecten la operación de la Terminal cuando se encuentre operando.

Por lo anterior, no se puede tener un grado de certeza confiable de si la Terminal podrá cumplir con los objetivos rectores para la cual fue diseñada. Por consecuencia no se tiene una certeza en la *eficiencia, eficacia y efectividad* de la operación en la Terminal en proyecto.

Del anterior análisis se define el problema que tiene la evaluación realizada al proyecto:

“No permite visualizar un panorama operativo apegado a la realidad, lo que puede llevar a tomar decisiones operativas poco efectivas que anticipen contingencias y deficiencias en la operación de la Terminal cuando se encuentre funcionando”.

Por lo anterior, se pretende realizar un proceso de evaluación para las operaciones de la Terminal en proyecto, que en primera instancia permita visualizar la situación operativa a la que se enfrentará la Terminal una vez operando y en segundo término, que permita tomar decisiones planeadas y anticipadas que permitan que el proyecto cumpla con las intenciones para la cual fue diseñada o en su caso permita revalorar el proyecto operativamente.

Formulación de la Problemática

El propósito de esta tesis se dirige a resolver el siguiente problema:

“La falta de una evaluación integral Ex–Opp de las operaciones de una Terminal Portuaria en proyecto, impide visualizar un panorama operativo apegado a la realidad y lleva a tomar decisiones operativas poco efectivas que anticipen contingencias y deficiencias en la operación de la Terminal cuando se encuentre funcionando”.

Donde “evaluación” es el resultado de evaluar; es el acto o resultado de examinar o juzgar la importancia, cualidad, significado, cantidad, grado o condición de algo, específicamente de la operación en la Terminal.

Se le denomina “evaluación integral” a la función de evaluar los *procesos operativos*² de una Terminal portuaria en proyecto de forma integral y continua que brinde bases reales y completas para una acertada toma de decisiones.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto que se presenta como caso de estudio en esta tesis, tiene realizado previamente un estudio de “*factibilidad operativa*”³, el cual y a consideración del autor de esta tesis, esta evaluación es insuficiente.

De esta manera se identifica como objeto de estudio de este trabajo de investigación a la *Evaluación Operativa de una Terminal portuaria (Ex-Opp)*.

En general el reto de este trabajo se enfoca a dos aspectos:

² Vid. Infra, Cap. 1, Contingencias en la Operación Portuaria.

³ Mal llamada Factibilidad Operativa para el autor de esta tesis. Es Viabilidad Operativa y se explicará en el capítulo siguiente.

1. **Forma de Abordar el Problema:** Conceptuar la Terminal como un sistema y entender su existencia con un enfoque sistémico: *holístico*⁴, transdisciplinario y dinámico (características básicas del enfoque de sistemas).
2. **Modo de Evaluar las Operaciones:** Específicamente se desarrollará la metodología de la Evaluación Ex-Opp como un proceso de evaluación enfocado a las operaciones.

El resultado que se espera, objetivo de esta tesis es:

“Determinar el Grado de Viabilidad Operativa de una Terminal Portuaria en proyecto.”

Se entiende como “*Viabilidad Operativa*” al hecho de tener la posibilidad de realizar las actividades y procesos operativos de la Terminal para cumplir con los objetivos rectores del proyecto en estudio.

Para completar el análisis se describen los siguientes aspectos relacionados con la problemática a la que se podrá enfrentar una Terminal Portuaria en proyecto:

Contingencias en la Operación Portuaria.

En una Terminal Portuaria en proyecto, se identifica la problemática posible o contingencias a las que se enfrentará la Terminal cuando se encuentre operando con la finalidad de considerarlas en la evaluación.

Para poder analizar a las terminales como sistemas, el análisis de la problemática se extenderá al suprasistema al que pertenecen las terminales que es el “Puerto”; de tal manera que en el funcionamiento de un Puerto se identifican 5 procesos esenciales

⁴ De aquí en adelante las palabras escritas con letra itálica se encuentran definidas en el glosario de términos al final de esta tesis.

que engloban la operación portuaria, los cuales corresponden al movimiento de la carga dentro del puerto y que presentan la siguiente situaciones:

1. Del Arribo del Buque al muelle:

Llegada del buque al Puerto y posteriormente el atraque en el muelle donde será atendido.

✚ Tipo de Barco: el tipo de Barco que podrá recibir la Terminal Portuaria dependerá de las características físicas del muelle; dependiendo específicamente de la longitud del muelle, será el tamaño máximo longitudinal o “eslora” del barco, de esta característica, así como del tipo de equipamiento terrestre que sea necesario para la descarga, dependerá el ancho o “manga” de la embarcación que podrá recibir la Terminal; de la profundidad en el muelle se derivará el “calado máximo” del buque; y como consecuencia de estas tres dimensiones, se tendrá la capacidad de carga del buque. De aquí se derivan otros factores importantes, como son la capacidad estructural del muelle para poder recibir buques mayores, así como las limitaciones físicas y operativas que tiene el puerto. La problemática es determinar el tipo de barco promedio que atenderá la Terminal, el de mayores dimensiones y la distribución de tamaños, con la finalidad de adoptarlos para los análisis y ensayos correspondientes que servirán para la evaluación.

✚ Saturación del Puerto: ocasionando esperas de los buques para ingresar al puerto (fondeos); principalmente por falta de posiciones de atraque para el tipo de carga y embarcaciones que se requieran, o por saturación de operaciones dentro del puerto.

✚ Insuficiencia de servicios a las embarcaciones: de remolcador, pilotaje y de amarre, ocasionando retardos, esperas o tiempos muertos al ingresar al puerto y atracar en el muelle asignado. Normalmente estos servicios son prestados por empresas privadas sin mayor problema; incluso en varios puertos hay

competencia por estos servicios. Quizá lo más complicado de solucionar en los servicios a las embarcaciones, se encuentra en las maniobras que realicen los remolcadores para atracar un buque dentro del puerto y que dependerá principalmente del tipo de buque, de la configuración de las áreas de agua que se dispongan en el puerto y de las condiciones ambientales que se presenten en el momento, entre otros aspectos.

✚ Disponibilidad de posición de atraque en el muelle: ocasionando esperas para ingresar al puerto (fondeos). En el caso del proyecto en estudio de esta tesis, en un inicio el muelle en espigón en el que se planea operar, tiene dos posiciones de atraque disponibles, las cuales están asignadas a tres terminales que actualmente operan en ese muelle (Grupo Industrial Astro y VOPAK que operan líquidos peligrosos en la posición Oeste y CARGILL que opera granel agrícola en la posición Este) y donde la nueva Terminal compartirá con ellas en cualquiera de las dos posiciones o bandas que se encuentren disponibles; esta situación ocasionaría grandes esperas de los buques para atracar en el muelle si consideramos que la banda Este, asignada para manejo de granos, se encuentra en el límite de su ocupación (ver gráfica 4.4). Por fortuna se logró la exclusividad de la posición de atraque Oeste para la Terminal en estudio.

✚ Condiciones ambientales: que no permitan, dificulten o favorezcan la entrada segura al puerto. Cada Puerto y cada Terminal tienen restricciones para operar en ciertas condiciones (sobre todo climatológicas y oceanográficas), con la finalidad de reducir los riesgos en la operación. Es lógico que estas variables están totalmente fuera de las manos de cualquiera, pero tendrán que ser consideradas dentro de la evaluación operativa.

✚ Demoras: en el arribo de los buques al Puerto. Aunque no es problema de la Terminal, las demoras de los buques ocasionan modificaciones en el programa de operaciones que realiza la Terminal, traducándose en demoras para la operación que retrasan los planes operativos.

✚ Retrasos por la inspección: realizadas por las autoridades portuarias y dependencias gubernamentales. Cuando el buque ya está atracado en el muelle, antes de poder descargar y de iniciar operaciones en la Terminal, se realizan una serie de inspecciones al buque y a la carga que contiene. En caso de haber problemas con la embarcación pueden demorarse las operaciones de la Terminal modificando su programa de operaciones.

2. Del Proceso de Descarga:

Movimiento de la carga del Buque al Muelle.

✚ Equipo de descarga insuficiente y/o ineficiente: tanto del buque como de la propia Terminal. En las terminales graneleras la mayoría de los buques pueden descargar por sí solos, puesto que las embarcaciones cuentan con grúas para descargar el grano desde la cubierta. En muchas ocasiones estos equipos se encuentran deteriorados, ocasionando problemas y dificultades al operador de las grúas y de estos a la Terminal, los cuales se reflejan en operaciones ineficientes. Esta variable depende totalmente de las terminales cuando la descarga es mecanizada⁵ y en caso de no estar mecanizada, dependerá tanto de la Terminal, como de las condiciones en las que se encuentre el equipo de descarga del buque.

✚ Recursos operativos insuficientes y/o ineficientes: que afecten el desempeño de la descarga. Pueden presentarse por varios factores: limitaciones físicas de la zona de descarga (muelle), falta de personal operativo, falta de capacitación operativa, falta de experiencia, falta de supervisión, falta de planeación operativa eficiente, etc.

⁵ Que los equipos de carga y descarga son manipulables desde tierra pudiendo ser o no ser propiedad de la Terminal y son totalmente mecanizados.

- ✚ Condiciones ambientales: que no permitan o favorezcan la operación de descarga y que afecten la estabilidad de la embarcación o pongan en riesgo el equipo de descarga.
- ✚ Deficiencias en las instalaciones y equipos: que provoquen accidentes y/o paros en la operación.

3. Del Almacenamiento:

Movimiento de la carga del muelle al lugar de almacenamiento.

- ✚ Saturación del almacén: puesto que la concepción de una Terminal Portuaria dentro de la cadena de transporte es un nodo de transferencia de carga en el transcurso de la carga hacia su destino⁶, la idea de tener un gran almacén en la Terminal no tiene cabida, por lo que se tendrá que tener demasiado cuidado en el nivel de inventario, evitando la saturación en las áreas o lugares asignados al almacenamiento, que no permita atender a otras embarcaciones o que genere demoras en el proceso operativo.
- ✚ Disposición de la carga en el almacén: En el caso de las terminales graneleras, se tienen determinado número de silos donde no se pueden mezclar los diferentes tipos de grano agrícola que se reciben, por lo que es fundamental la planeación del almacén para maximizar el espacio disponible.
- ✚ Riesgos de Almacenamiento: El tener inventario en custodia, siempre representa un riesgo que incluye a la carga y seguridad de la Terminal. En el caso de las terminales graneleras el polvo del grano o *Tamo* es explosivo por lo que se tiene mucho riesgo al tenerlo almacenado, además de ser un producto perecedero y de consumo humano, el cual puede contaminarse fácilmente.

⁶ Este punto se tratará a detalle en el Capítulo 3.1

4. Del Proceso de Carga:

Movimiento de desalojo de la carga del almacén al transporte terrestre.

- ✚ Saturación de Operaciones: del ferrocarril (FFCC) en el Puerto. En ocasiones la diversidad de maniobras que requiere un ferrocarril para atender a cada una de las terminales o maniobristas dentro del puerto, origina demoras en el desalojo de la carga del almacén, por lo que se deberá tener plena conciencia de la situación operativa del FFCC en el puerto con la finalidad de planear la circulación del inventario del almacén y evitar la saturación del mismo.
- ✚ Ventanas de Operación: del FFCC en el Puerto. En el caso del Puerto de Veracruz, se tienen horarios establecidos para la salida de los trenes del puerto, puesto que afectan las actividades de la ciudad circundante.
- ✚ Planeación Operativa: del FFCC. Por cuestiones de logística ferroviaria y de movimientos de trenes en el puerto, el ferrocarril ocasiona demoras en el desalojo de los almacenes.
- ✚ Autotransporte: No se tienen mayores problemas con el autotransportista, puesto que lo único que le interesa es que le carguen su camión lo más rápido posible para irse del puerto, aunque pueden ocurrir imprevistos que detengan la operación de la Terminal en el desalojo de su almacén para este tipo de vehículo.
- ✚ Equipo de carga insuficiente y/o ineficiente: de la propia Terminal así como de los vehículos terrestres que puedan ser no aptos para ser cargados o que por algún motivo no se presenten para cargar. En el caso de las terminales graneleras, las tolvas y camiones son inspeccionados previamente antes de ser

cargados para evitar que se contamine el grano o que esté en peligro antes de sellar las escotillas en el caso del FFCC; si alguno de ellos presenta algún impedimento no puede ser cargado, ocasionando demoras en esta operación.

✚ Recursos operativos insuficientes y/o ineficientes: que afecten el desempeño de la carga y puedan presentarse por varios factores: limitaciones de la vía y/o patio de desalojo, falta de personal operativo, falta de capacitación operativa, falta de experiencia, falta de supervisión, falta de planeación operativa eficiente, etc.

✚ Deficiencias en las instalaciones y/o equipos: tanto de la Terminal como del vehículo terrestre, que provoquen accidentes y/o paros o retrasos en la operación.

5. De la Salida del Puerto:

Proceso de salida de la carga del Puerto por medio terrestre

✚ Revisión Aduanal: en el caso del autotransporte, la revisión se realiza por la garita de inspección aduanal; el conductor tiene que accionar un sistema que opera un semáforo que permite la salida del puerto; si el semáforo se ilumina en rojo, el vehículo tiene que pasar a un patio de inspección aduanal y esperar a que revisen su carga las autoridades correspondientes. En el caso del ferrocarril, puede también seguir el anterior proceso de revisión con ciertas particularidades, sin embargo en algunas ocasiones, esta revisión se realiza en el patio de almacenaje para terminales de contenedores y en el sitio de carga para las terminales graneleras en donde es liberada la carga para poder salir del puerto. En cualquiera de los casos, la carga que es retenida para inspección aduanal, normalmente puede durar hasta un par de días más en el puerto y en ciertas situaciones es detenida por periodos mayores e incluso puede ser confiscada por ciertas faltas aduanales, generando demoras en la entrega de la carga a su destino final.

🚧 Accidentes: que ocurran en el transcurso de salida del puerto.

Las anteriores contingencias son las más representativas, pudiendo existir otras dependiendo de la situación del puerto en general.

Se hace la distinción de “*Carga como proceso*” que es la acción de subir el producto a un medio de transporte y de la “*Carga como mercancía*” al producto que se traslada en el medio de transporte según sea el caso.

Estos procesos pueden ser bidireccionales, dependiendo del destino de la carga (Importación o Exportación). Para efecto del caso de estudio, estos procesos se tomarán en el orden en que fueron enunciados, puesto que la Terminal en estudio importa granos agrícolas.

Las terminales portuarias participan directamente en los procesos 4 y 5 e inciden de manera importante en los procesos 1 y 2. Así mismo el proceso 3 depende totalmente de la Terminal.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los nuevos desarrollos en la Cadena de Suministro del comercio internacional han incrementado la importancia del transporte en la reducción de costos logísticos totales; ahora se ha reconocido que el transporte es una componente clave de la total cadena de suministro, por lo que no puede ser manejado aisladamente. El transporte tiene por objetivo principal la entrega de productos en forma confiable y oportuna ofreciendo utilidad en tiempo, lugar y calidad.

Anteriormente, las empresas buscaban concentrar su cadena de suministro en regiones donde la distancia de transportación permitiera reducir costos y tiempos en sus procesos de procuración de materiales y de servicio al cliente. Esto se debía a que el transporte era ineficiente y por lo tanto, era un factor importante de competencia. Hoy en día, la creciente evolución tecnológica y la gran rivalidad entre los diferentes modos, ha permitido que el transporte sea eficiente a costos muy rentables. Lo anterior ha generado que la competencia entre las empresas globales dependa en gran parte de la mano de obra, buscando reducir costos en este rubro, por lo que se han enfocado a encontrar mano de obra calificada, con bajo costo final y en regiones con ambientes políticos favorables, enfatizando la necesidad de la búsqueda de proveedores, materiales y clientes a nivel global.

Esta tendencia, aunada a la creciente expansión de los mercados, ha incrementado de manera sustancial la transportación masiva de mercancías entre países (importación y exportación), de tal manera que la tendencia en los procesos de suministro de las compañías globales, demanda agilidad y flexibilidad en transportación y consolidación de envíos.

Con la apertura comercial en América Latina, los puertos han adquirido una gran importancia en el desarrollo y aprovisionamiento de los países latinoamericanos, marcados por el acelerado crecimiento de flujos comerciales de mercancías propias de la apertura comercial y la globalización económica.

El transporte Marítimo Internacional y los sistemas portuarios, son elementos clave para la globalización económica y la apertura comercial, puesto que la mayor parte del comercio internacional se realiza por vía marítima. El obtener economías de escala y crear un mercado con una amplia gama de servicios logísticos especializados, sólo es posible mediante la acumulación de carga en puertos concentradores o pivotes. Además, el transporte marítimo ha permitido que las mercancías con baja densidad económica (relación alto peso/bajo precio/distancias largas), sean desplazadas con costos relativamente bajos desde lugares lejanos, cada vez con mayor rapidez en volúmenes mayores por viaje. Este es el caso del granel agrícola.

Es difícil predecir ¿que tamaño alcanzarán los barcos?; sin embargo, la tendencia al crecimiento no se detendrá en corto plazo como lo indican los pedidos a las principales navieras, así como las adaptaciones tecnológicas llevadas a cabo en puertos y terminales multimodales, además de la creación de nuevas rutas para la captación de mayores segmentos del mercado internacional. El desarrollo tecnológico principalmente desarrollado por países europeos y los Estados Unidos, el gigantismo de los buques y de las terminales, así como el desarrollo del "Intermodalismo" y las cadenas de transporte llamadas de "puerta a puerta", han hecho necesario diseñar y controlar esta cadena del transporte con un enfoque cada vez más tecnológico.

En esta nueva dinámica del transporte marítimo y multimodal, sólo los puertos mayores podrán captar el volumen de carga suficiente para que la operación de tales navíos sea rentable y competitiva. En respuesta a esta demanda creciente, los puertos han construido megaterminales, dotadas con equipo especializado de alto rendimiento e instalaciones adecuadas para movimientos masivos.

En México, el proceso de reestructuración y privatización portuaria de la década de los 90's propició mejoras notables en la infraestructura, el equipo y la operación de carga y descarga de mercancías. Nuevas inversiones estuvieron aparejadas con la aparición de operadores portuarios privados y con el reacomodo de las líneas regulares. Esta reestructuración definió una nueva geografía portuaria y en algunos casos, propició formas de integración regional y global desconocidas en períodos anteriores.⁷

Las nuevas condiciones y demandas del mercado nacional, particularmente de importación, han revolucionado la industria del servicio, obligando a sus principales actores a *operar con mayor eficiencia y accesibilidad en sus procesos*, a la reducción de costos y sobre todo a la capacidad de ampliar las alternativas logísticas actuales que permitan al usuario, colocar productos o bien adquirir insumos para productos derivados a precios competitivos y de acuerdo con sus necesidades.

Con base a este escenario general que hoy en día enfrentan las terminales portuarias en el país, la justificación de esta propuesta de tesis parte de *la necesidad de evaluar los proyectos de nuevas terminales como un factor determinante en su competitividad y funcionamiento antes de ponerla en operación*, puesto que las terminales venden tiempo y este dependerá de la eficiencia y accesibilidad de sus operaciones.

Por otra parte, en décadas pasadas se tuvieron modos de resolver los problemas y modos de evaluar. Actualmente, el desarrollo tecnológico y el mercado en el movimiento de carga han producido nuevas situaciones en las que los esquemas tradicionales de evaluación en muchas ocasiones resultan insuficientes, siendo ahora necesario revisar desde los propósitos, hasta los procedimientos, a fin de establecer sus alcances y limitaciones.

El interés de poseer una metodología para evaluar sistemas, ha conducido a indagar y a practicar los métodos y hasta ritos de la evaluación, sin embargo, los actuales logros en evaluación de sistemas aún presentan distorsiones y omisiones, contribuyendo a

⁷ Transporte e Industria <http://www.antp.org.mx/rev/octnov02/ppp.html>

una toma de decisiones que en algunos casos resulta poco efectiva. Por tal motivo surge la siguiente pregunta:

¿Qué esquema de evaluación será el adecuado para visualizar integralmente, las condiciones operativas a las que se enfrentará la Terminal portuaria en proyecto, a efecto de que permita tomar decisiones efectivas que anticipen posibles contingencias en la operación?

A partir de este cuestionamiento, se justifica el propósito de esta tesis que sugiere una forma de evaluar las operaciones de una Terminal portuaria en proyecto (Evaluación Ex-Opp), desde un enfoque de sistemas, utilizando herramientas de diferentes teorías (principalmente de la teoría de sistemas e investigación de operaciones).

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

El resultado que se espera, objetivo principal de esta tesis es:

“Determinar el Grado de Viabilidad Operativa de una Terminal Portuaria en Proyecto”

La siguiente investigación se centra en alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- ✚ Conceptuar a la función de Evaluación como un proceso.
- ✚ Adaptar diferentes formas de Evaluación a un esquema operativo para terminales portuarias.
- ✚ Conceptuar la Terminal como un sistema y analizarlo con un enfoque sistémico: *holístico*, transdisciplinario y dinámico (características básicas del enfoque de Sistemas).
- ✚ Analizar los procesos operativos integralmente y de forma continua.
- ✚ Aplicar la primera etapa de la Evaluación Ex-Opp a una Terminal Portuaria en fase de proyecto (con ciertas limitaciones por acuerdo de confidencialidad del proyecto), como caso de estudio, para ejemplificar la aplicación práctica de la etapa inicial del proceso de la Ex-Opp.

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes limitaciones y consideraciones:

- ✚ Se centra exclusivamente al transporte marítimo de carga participante en la cadena multimodal y en las actividades comerciales de bienes y servicios, sin incluir el transporte de pasajeros o de otra índole.
- ✚ Se analizarán los procesos operativos que afecten directamente a la operación de la Terminal Portuaria, sin tomar en cuenta aquellos procesos que se realicen fuera del recinto portuario.

- ✚ El análisis de datos se hará con la información histórica con que se cuenta hasta el año 2003, por ser la más completa actualmente.
- ✚ En algunos casos se considerará la información del año 2004, particularmente en el análisis de la situación operativa del puerto.
- ✚ Se da por hecho que el estudio técnico de la Terminal en proyecto que se presenta como caso de estudio es confiable y no se refutará ninguna consideración técnica del proyecto.
- ✚ Se tiene plena confianza en la información, en la experiencia y en las consideraciones operativas que tenga la Gerencia responsable del proyecto de la Terminal portuaria.
- ✚ Las suposiciones que se necesiten, se formularán en coordinación con la Gerencia responsable del proyecto.
- ✚ Puesto que es casi seguro que en la posición de atraque “Oeste” del muelle multipropósitos del Puerto de Veracruz, sea asignada exclusivamente su operación a TMV (Terminal elegida para caso de estudio), se tomará como un hecho para propósitos de esta tesis.

Puesto que la evaluación de proyectos puede elaborarse con distintos enfoques, para distintos intereses y hacia diferentes entidades, en el presente trabajo, la evaluación estará enfocada a los intereses de la Gerencia de Operaciones de la Terminal Portuaria, en donde se desea conocer la realidad operativa a la que se enfrentará la Terminal, una vez que entre en funcionamiento.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO PARA LA EVALUACIÓN OPERATIVA

2.1 CONCEPCIÓN SISTÉMICA PARA LA EVALUACIÓN

Concepto General de la Evaluación

La Evaluación en su concepción general, es el proceso por el cual se compara y califica para obtener un juicio acerca de una situación encaminada al cumplimiento de ciertos fines.

Un juicio es asignar una cualidad a un ente, o el ordenar mediante un proceso preferencial una serie de cosas, o simplemente una opinión o un criterio. Los elementos necesarios para producir un juicio se centran esencialmente en detectar disfunciones y discrepancias y ventajas y desventajas de un sistema. Sin embargo, se debe aclarar la naturaleza del juicio, sus motivaciones y sus propósitos. Al emitir un juicio se brinda la posibilidad de actuar y de cambiar una situación concreta, por lo que evaluar representa una gran responsabilidad.

Al evaluar se busca cambiar la incertidumbre del proyecto a una probabilidad:

La función de evaluación tiene como papel principal brindar las bases para una acertada toma de decisiones.

Sujetos y Actitudes de la Evaluación

La teoría de sistemas define tres niveles y sujetos de evaluación¹ en los que participan diferentes jerarquías con el poder de tomar decisiones que influyan en el sistema y que responden en el tiempo en que cada uno disponga para tomar la decisión:

- N1. **Nivel Normativo:** El político (decide), sistema de gestión, donde se generan las evaluaciones de gran trascendencia. En este nivel se diseñan los grandes lineamientos políticos, normas, etc. y se trabaja con agregados de planes y programas. Se apoya en el nivel siguiente para tomar sus decisiones.
- N2. **Nivel Estratégico:** El Planeador (propone), donde las evaluaciones que se realizan en su mayoría ya se encuentran orientadas y limitadas por las finalidades globales o de política. Aquí se definen objetivos y se diseñan las estrategias. Se producen planes y programas con los que trabaja el nivel anterior.
- N3. **Nivel Táctico-Operativo:** El analista (manipula datos), vinculado al proceso de planeación-acción y donde el planeador se convierte en el traductor de los grandes propósitos en acciones planeadas y realizables. Este nivel operativo puede en ocasiones estar estrechamente ligado al nivel de planeación, lo que aumenta las posibilidades de éxito en la evaluación. Se trabaja con metas y objetivos definidos, se manejan en ocasiones algunas tácticas y se convive con proyectos.

En cualquiera de los tres niveles jerárquicos en que se encuentre, el evaluador deberá analizar el sistema desde tres perspectivas diferentes y con sus respectivas actitudes para que la evaluación sea suficiente y permita que las decisiones tomadas sean efectivas:

1. Como parte integrante del sistema
2. Como observador del sistema
3. Como alguien ajeno al sistema

¹ Un Marco Teórico para la Evaluación; Cuadernos de Planeación y Sistemas no. 8, Gabriel Sánchez Guerrero; Facultad de Ingeniería, UNAM.

Ubicación de la Función de Evaluación

Se utilizó el enfoque de sistemas para conceptualizar a la función de evaluación como un sistema, ubicándola e identificando su papel y algunas de sus dificultades dentro del proceso de toma de decisiones. Para ello se utilizó el principio de desagregación funcional mediante dos movimientos cognoscitivos:

1. *Hacia Afuera*: donde se ubica a la evaluación como parte del sistema de toma de decisiones y donde se gana comprensión del sistema.
2. *Hacia Adentro*: desagregando la función de evaluación en tres instancias y penetrando en cada una de ellas para visualizar las actividades que les asegure su desempeño, donde se gana el conocimiento de su funcionamiento.

La evaluación entonces pertenece a un sistema mayor (suprasistema) que es la Toma de Decisiones. Este que a su vez se encuentra interactuando con el suprasistema de estimulación y el de acción y que en conjunto pertenecen al ambiente o entorno del Proceso de Solución de Problemas o “Gestión” de sistemas productivos (ver fig. 2.1).

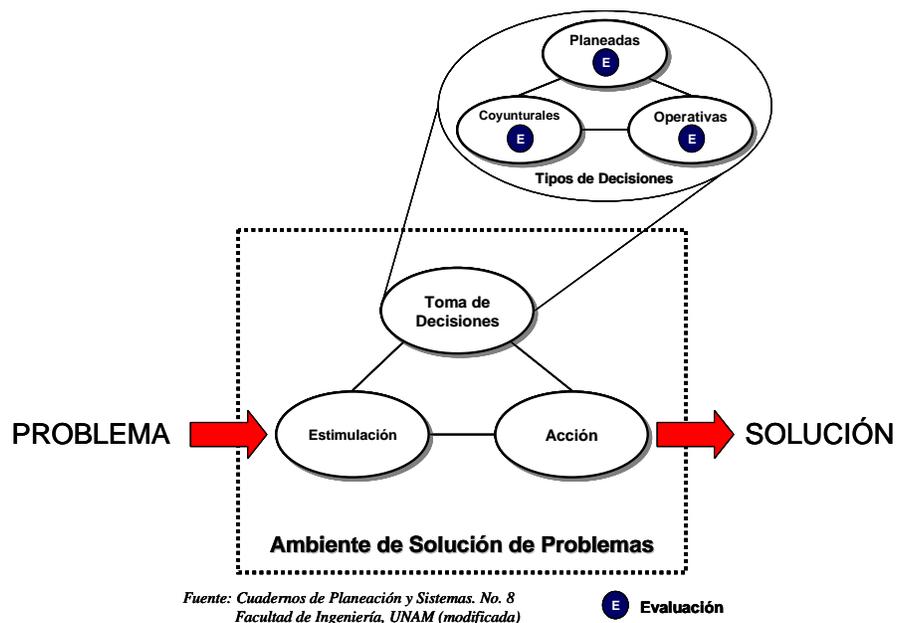


Figura 2.1
Ubicación de la función de evaluación en el proceso de solución de problemas

Dentro del sistema de Toma de Decisiones se encuentran tres subsistemas de decisión: las Planeadas, las Operativas y las Coyunturales, en donde se realizan las diferentes evaluaciones, con diferentes enfoques y que se diferencian una de otra en relación con el tiempo que se tiene para tomarlas:

- ✚ Las **decisiones planeadas** se llevan a cabo dentro del *Método de Planeación*² (ver fig. 2.2), contemplan un gran horizonte y son las que tienen mayor trascendencia; éstas, traen consigo un proceso de incubación y en donde la planeación representa una oportunidad para racionalizarlas y lograrlas.
- ✚ Las **decisiones operativas** contemplan un horizonte cercano, se desarrollan dentro del *Método Operacional* (ver fig. 2.2) en un sistema ya operando y se enfocan a corregirlo y a mejorarlo.
- ✚ Las **decisiones coyunturales** en realidad se ubican dentro de las operativas pero se han separado para enfatizar su relación con el tiempo disponible para la toma de decisiones; éstas son empleadas para salvar cierta situación, por lo que requieren tomarse en el momento de presentarse el problema (inmediatamente) y recurren casi siempre a la experiencia.

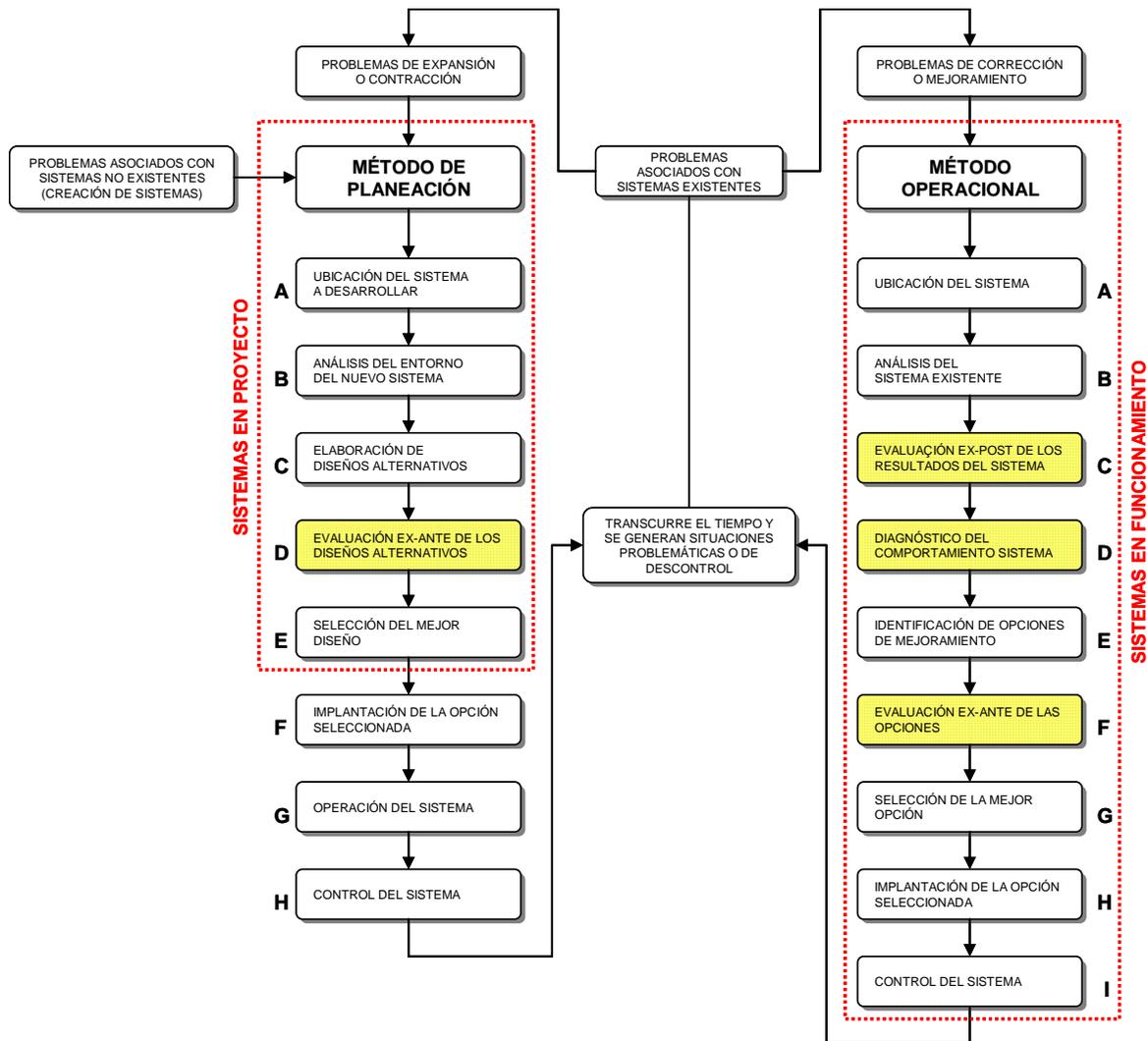
Es así que la Evaluación Operativa (punto central de ésta tesis) se desarrolla dentro del subsistema de *decisiones operativas* y por lo tanto, ésta se aplica dentro del *método operacional* planteado en la literatura de Sistemas¹.

El **método operacional** es un proceso estructurado para enfrentar problemas de corrección o mejoramiento en los sistemas en funcionamiento. En cambio, el **método de planeación** se ha estructurado para la solución de problemas de creación de sistemas y expansión del mismo. Este último, convive principalmente con proyectos de sistemas idealizados a comparación del operacional que se relaciona exclusivamente con sistemas implantados y en operación (ya existentes).

El objetivo principal del método de planeación es el de crear o rediseñar un nuevo sistema, así como el del método operacional es el de llegar a controlar el sistema.

² Consultar Cuaderno: Método de los Sistemas; Cuadernos de Planeación y Sistemas no. 10, Felipe Ochoa Rosso; Facultad de Ingeniería, UNAM.

En un esfuerzo por ligar ambos métodos se construyó un “ciclo de solución de problemas de sistemas productivos” en el cual se observa la concatenación a través del tiempo de ambos métodos y con esto se creó el *Proceso de Solución de Problemas de Sistemas Productivos* (fig. 2.2), el cual contempla las diferentes instancias de evaluación que nos interesan.



Fuente: Cuadernos de Planeación y Sistemas. No. 10
Facultad de Ingeniería, UNAM.

Figura 2.2
Proceso de Solución de Problemas de Sistemas Productivos

Como se puede apreciar en el esquema anterior, dentro del *Proceso de Solución de Problemas de Sistemas Productivos* (fig. 2.2), se desarrollan las diferentes instancias de evaluación (Diagnóstico, Ex-ante y Ex-post), las cuales son aplicadas en diferentes situaciones, para diferentes tipos de problemas y en momentos diferentes dependiendo del tipo de decisión que se requiera tomar (planeadas, operativas o coyunturales) y dentro del método (Planeación u Operacional) en que se apliquen.

Podemos entonces concluir que “*la Evaluación no debe ser vista, estudiada o practicada como un sistema aislado... será un insumo para la toma de decisiones y esta última, a su vez, un insumo para la solución de problemas*” (Gabriel S. Guerrero).

Instancias de la Evaluación

La Evaluación es requerida para tomar decisiones concebidas en cierto proceso de transformación y son aplicadas en los siguientes casos:

- ✚ **En la Formulación del Problema:** en donde se hace el planteamiento de la problemática (síntomas) para identificar el problema principal que no permite lograr los objetivos creados, así como las causas que los hacen presentes. Es aquí donde se utiliza la *Evaluación Diagnóstica*.
- ✚ **En el Diseño de Soluciones:** donde se producen las posibles formas de intervención y se realizan los desarrollos requeridos para su implantación. Aquí se utiliza la *Evaluación Ex-Ante* como una función para elegir la mejor solución al problema.
- ✚ **En el Control de Resultados:** donde se hacen los ajustes requeridos para asegurar que se cumplan con los propósitos planeados. La *Evaluación Ex-Post* es utilizada como una actividad para el control.

Con lo anterior, se pueden reconocer en la función de evaluación tres instancias principalmente³:

1. **Evaluación Diagnóstica:** De la necesidad de cambio en la situación que se tiene, a la valoración del estado en que se encuentra el sistema analizado. Se realiza para valorar la naturaleza de los problemas actuales o posibles de presentarse. En pocas palabras, esta instancia se enfoca a detectar la problemática de los desajustes actuales y posibles de un sistema implementado así como las causas que las originan y en la que se desea conocer el objeto.
2. **Evaluación Ex-Ante:** De la valoración del Sistema a determinar el grado de factibilidad. Se realiza antes de llevar a la ejecución los diferentes diseños de solución, para determinar el grado de factibilidad en el que podrán acercarse a los resultados preferidos y con esto poder seleccionar la mejor solución. Esta instancia se enfoca a determinar los impactos y reacciones que los diferentes diseños provocan en los diferentes involucrados del sistema.
3. **Evaluación Ex-Post:** De la Implantación y Operación del Sistema, al conocimiento del proceso de operación del sistema y la detección de los desajustes. Esta se realiza durante o al término de la operación, para vigilar el rumbo del sistema hacia los resultados preferidos y detectar los problemas derivados desde la puesta en marcha debido al diseño o a nuevas situaciones.

En la figura 2.3 se muestra en síntesis el concepto de evaluación y se definen los pasos para realizar cada una de las instancias.

³ Consultar Cuaderno: Un Marco Teórico para la Evaluación; Cuadernos de Planeación y Sistemas no. 8, Gabriel Sánchez Guerrero; Facultad de Ingeniería, UNAM.

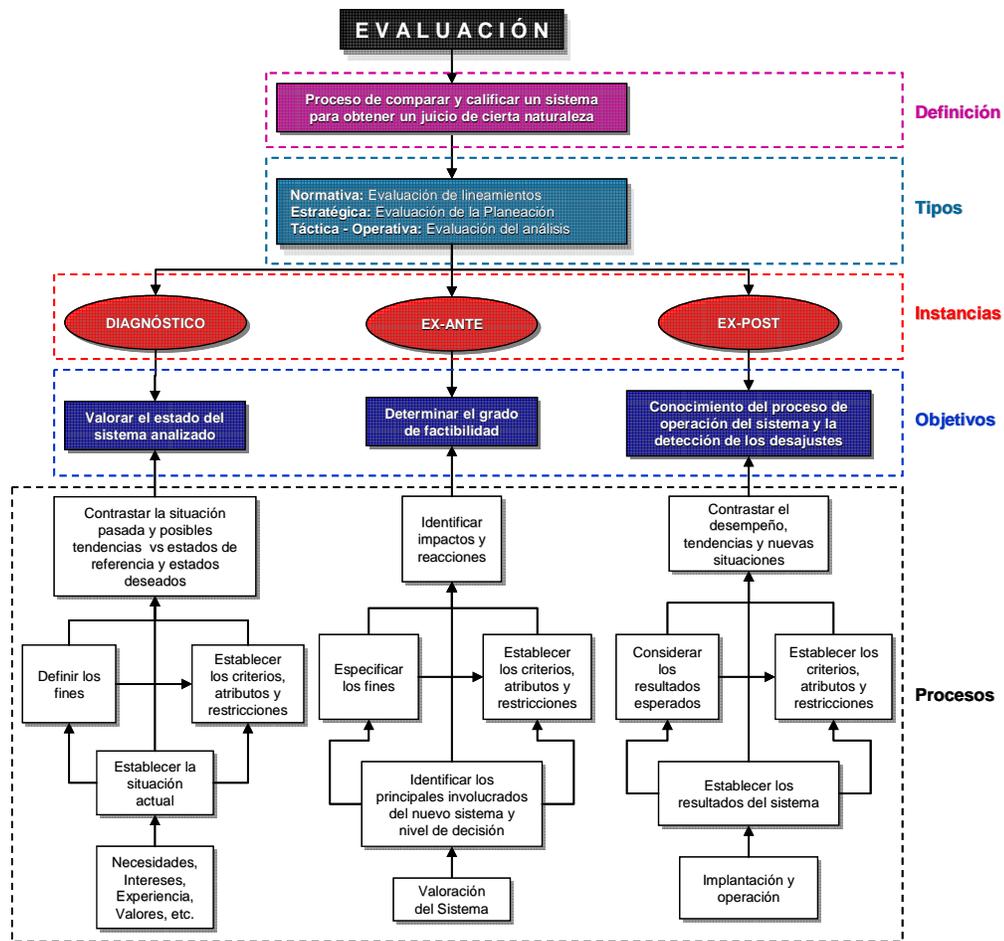


Figura 2.3
Síntesis del Concepto de Evaluación

No es posible aislar del todo a una de las instancias y mucho menos, explicarla de manera estática. De hecho, en cada instancia funcionan las tres instancias como un proceso continuo en la solución de problemas. Un ejemplo claro de lo anterior es que si se quiere realizar una evaluación ex-ante, por consecuencia se tendrá que hacer un diagnóstico previo del sistema para encontrar las deficiencias (Evaluación Diagnóstica) y entonces poder generar diferentes soluciones que tendrán que compararse para elegir la mejor de ellas (Evaluación Ex-Ante). Sin embargo, no podemos quedarnos simplemente en encontrar la mejor solución; se tiene que verificar que ésta sea la adecuada, una vez implantada (Evaluación Ex-Post).

2.2 LA EVALUACIÓN OPERATIVA DE UN PROYECTO (Ex-Opp)

Definición de la Evaluación Operativa de un Proyecto (Ex-Opp)

Se entiende como **“Proyecto”** a la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana. Este proyecto puede manifestarse como un *diseño o rediseño idealizado* (Russell L. Ackoff) y surge como respuesta a una idea que busca ya sea la solución de un problema⁴ o a la forma para aprovechar una oportunidad de negocio⁵, que por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros⁶.

Por otra parte, se define como **“Operación”** al conjunto de acciones destinadas a la ejecución de cierto fin y que producen un efecto en el sistema (activan o hacen funcionar al sistema).

Es así que La **“Evaluación Operativa de un Proyecto”**, se define como el proceso por el cual se compara y califica un proyecto operativo para obtener un juicio acerca de una situación encaminada al cumplimiento de ciertos fines establecidos, que contribuya en el aseguramiento de una acertada toma de decisiones operativas en el sistema y que permita definir políticas de operación para minimizar el riesgo de errar al poner en práctica un determinado proyecto.

En base a la definición anterior, se puede concluir que los objetivos primordiales que persigue la Ex-Opp son:

- 🚦 **Determinar la Viabilidad Operativa⁷ de un Proyecto:** Determinar el grado en el que el sistema de operaciones proyectado podrá cumplir con los objetivos de

⁴ Como ejemplo: el reemplazo de tecnología obsoleta en el sistema de descarga de barco en donde se elabora un rediseño del sistema.

⁵ Como ejemplo: el diseño de una Terminal Granelera.

⁶ Como ejemplo: la demanda insatisfecha de cierto sector del mercado.

⁷ Cuando se habla de “viabilidad operativa” se refiere al grado en que las acciones tiene la posibilidad de llevarse a cabo y pueden conducir al sistema en su ambiente una vez que esté en funcionamiento. No confundir con “factibilidad técnica” que se refiere al grado en que el diseño tecnológico condiciona al funcionamiento del sistema.

operación planeados, sin estar implantado el sistema. Para ello, es necesario juzgar el proyecto como un sistema dependiente de su entorno y de subsistemas funcionales, actuando conjuntamente de una manera integrada, dinámica y considerando sus estados de variabilidad; este punto se centra esencialmente en detectar disfunciones y discrepancias, ventajas y desventajas así como los posibles desajustes del proyecto operativo seleccionado y compararlo contra los objetivos que se desean alcanzar, para luego emitir un juicio (calificarlo), con base en el grado en que puede cumplir con el propósito para el cual fue diseñado.

🚦 **Definir las Políticas de Operación:** Definir los parámetros y lineamientos que consideren aquellas variables y situaciones que puedan alterar significativamente el desempeño de la operación, sin estar implementado el sistema, de manera que sean previstas en su inicio y para su control, cuando se encuentre en funcionamiento el sistema.

🚦 **Que sirva como Instrumento para la Toma de Decisiones Operativas:** En la Planeación y Control de las Operaciones, una vez estando en operación el sistema.

Es así que la Ex-Opp tiene un enfoque de planeación táctico-operativo⁸, puesto que interviene en el desarrollo de la logística operacional con el propósito de alcanzar los resultados esperados y resolver los problemas operativos de manera efectiva, y por otra parte adquiere un carácter prospectivo puesto que toma los fines para determinar los medios con los que se debe operar, requiriendo de un gran ingrediente creativo, analítico e innovador para alcanzar sus objetivos y una actitud proactiva (anticiparse al futuro).

⁸ Ver Capítulo 2.1 – Sujetos y Actitudes de la Evaluación.

Diferencias entre Viabilidad y Factibilidad (Enfoque Operativo)

En el tema de evaluación, es normal que se hable de estos dos términos, sin embargo es común que haya confusión para emplearlas. Con base en esta situación, es necesario diferenciar estos dos términos y adoptarlos en la operación, para comprender mejor la intención de la Ex-Opp.

Para darle validez a esta diferenciación, se buscaron en fuentes confiables, las siguientes definiciones de estos dos términos:

- 🚩 **Factible:** (del Latín *factibilis*) adj. que se puede hacer⁹. Significa «que se puede hacer». No confundir con posible, que quiere decir «que puede ser o suceder»¹⁰.
- 🚩 **Viable:** (del Latín *Viabilis*) adj. Dicho de un asunto que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo.

Con base en estas dos definiciones, puede concluirse que cuando se habla de “*Factibilidad*” en teoría la incertidumbre no existe (o es muy baja y poco considerable), puesto que el diseño físico del sistema es totalmente controlable por su planeador y donde se responden dos cuestiones determinantes: ¿Funciona? o ¿No Funciona?, si funciona, entonces es apto para hacerse y por lo tanto es factible su diseño.

En cambio cuando se habla de “*Viabilidad*” la incertidumbre existe (es considerable) y es dependiente de los agentes influyentes en el sistema, que en cierto grado son incontrolables porque no dependen de su planeador. Por lo tanto, hay cierto grado de probabilidad de que pueda ser realizable el sistema. Se trata entonces de responder la siguiente pregunta: ¿Qué probabilidad existe de que se pueda llevar a cabo?. Si tiene posibilidad de llevarse a cabo el sistema, entonces son realizables sus acciones y por lo tanto es viable su operación.

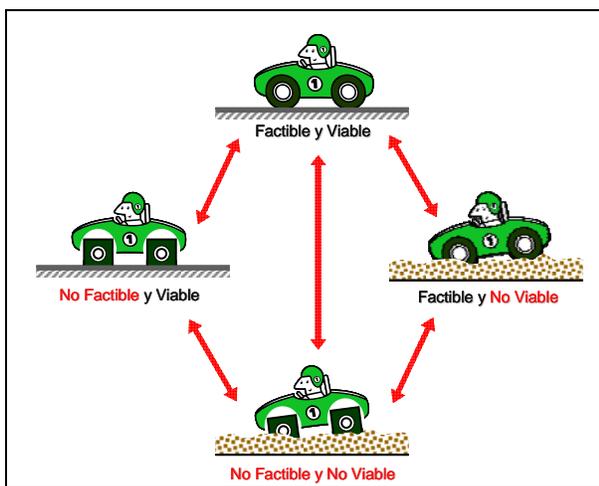
Para esclarecer mejor lo anterior, tomemos el caso de un automóvil (el sistema):

⁹ Diccionario de la Lengua Española, vigésima segunda edición - <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>

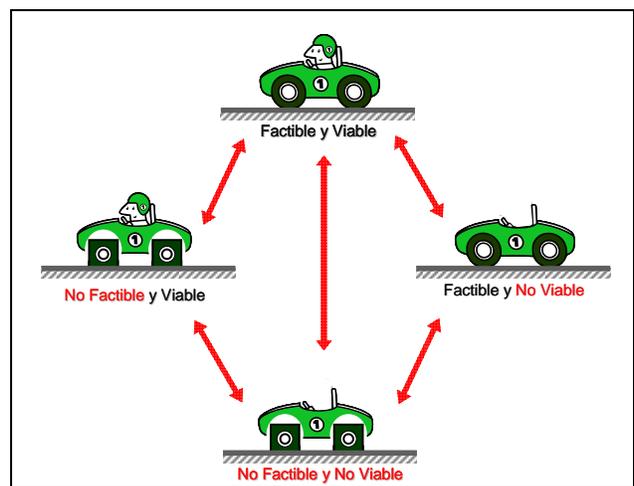
¹⁰ Diccionario Vademécum - <http://www.efe.es/esurgente/lenguas/>

1. Supongamos el caso de un automóvil con llantas cuadradas en una pista: No es *factible* su diseño, pues aunque el motor del auto funcione perfectamente, no podría desplazarse o lo haría con muchísima dificultad. En cambio, tiene gran viabilidad, porque tiene todas las condiciones externas para poder desplazarse y además, se tienen grandes posibilidades de moverse si se cambiaran las llantas cuadradas por unas redondas.
2. Imaginemos un auto en un campo de arenas movedizas: El auto en sí es factible en su diseño porque en condiciones normales podría desplazarse sin ninguna dificultad. Sin embargo, no es viable porque tiene pocas posibilidades de desplazarse en un terreno con esas características.
3. Imaginemos un auto en una buena pista, pero sin conductor: El diseño del auto es factible porque puede desplazarse perfectamente en la pista. Sin embargo no es viable por la falta de un piloto que lo ponga en acción y lo conduzca. Este caso es igual cuando el automóvil no tiene gasolina.

El siguiente gráfico explica mejor las ideas de los casos anteriores:



Caso 1 y 2
Variación en la Tecnología y en
las Condiciones del Ambiente



Caso 1 y 3
Variación en la Tecnología y en
las Condiciones de Operación

Por lo tanto, se puede concluir que la *Factibilidad* tiene que ver con la tecnología del sistema y es directamente proporcional a su funcionamiento y lo correcto es hablar de “Factibilidad Técnica” cuando se refiere al diseño físico (instalaciones) y tecnológico (equipos, procesos y técnicas) de un determinado sistema; en esta situación el evaluador requiere de conocimientos científicos y técnicos muy especializados en el tema para poder realizar la evaluación. Es así que, cuando se dice que determinado sistema es factible, es porque funciona. Sin embargo, se puede hablar de cierto grado de factibilidad cuando el funcionamiento del sistema se encuentra entre un rango de servicio tal que produzca beneficios. Por ello, el término de “Factibilidad” se aplica cuando se evalúa un proyecto técnico.

En cuanto a la *Viabilidad*, ésta tiene que ver con la forma y las condiciones en las que se conduce (operación) y se desarrolla el sistema (contexto). Puesto que estas condiciones son ajenas a la tecnología del sistema, existe cierta incertidumbre de que pueda funcionar. Es por lo anterior que la viabilidad considera la probabilidad en su análisis para determinar su grado y son directamente proporcionales. En esta situación, el evaluador requiere de gran capacidad de entendimiento (análisis y síntesis), creatividad, observación, habilidad para diseñar tácticas y de ciertos conocimientos operativos y organizacionales para realizar la evaluación. Cuando se habla de que cierto sistema es viable es porque su operación es capaz de conducir al sistema en su contexto. Lo correcto entonces, es hablar de “Viabilidad Operativa”. Por este motivo, el término “Viabilidad” se aplica cuando se evalúa un proyecto operativo.

Para reafirmar lo escrito anteriormente, es necesario adentrarse en el problema que enfrenta la planeación táctica-operativa de una Terminal de carga marítimo-portuaria (fig. 2.4).

La situación es diseñar un sistema que transfiera la carga de un medio de transporte marítimo, al medio de transporte terrestre o viceversa, dentro de un contexto portuario (suprasistema). Para poder realizar esta transferencia, es necesario tener un medio operativo (Terminal) que tenga cierto tipo de tecnología y que disponga de

determinados recursos que pongan en acción al sistema. Es necesario entonces, definir los siguientes términos:

- ✚ *Medio*: Cosa que puede servir para un determinado fin. En este caso, el medio operativo es la Terminal en su totalidad, semejante al automóvil con gasolina, su piloto y la pista.

- ✚ *Recurso*: Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa. En este caso los recursos operativos son aquellos medios necesarios para poder activar el funcionamiento de la Terminal (la organización, la operación, la gestión operativa, los consumibles de la operación, herramientas de operación, dinero, el puerto, etc.), semejante al piloto y la pista, en el caso del automóvil con gasolina.

- ✚ *Tecnología*: 1) Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto. 2) Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Para este caso, la tecnología es el medio operativo que materializa el funcionamiento de la Terminal (bandas transportadoras, grúas, silos de almacenamiento, patios de maniobras, muelles, procesos, equipos, etc.), semejante al automóvil en sí.

Desde el punto de vista operacional, se concluye lo siguiente:

- ✚ El medio de transferencia de carga entre un vehículo marítimo y uno terrestre es la Terminal de Carga Marítimo-Portuaria.
- ✚ El término “Factibilidad” es aplicado para la cuestión técnica (tecnología del sistema).
- ✚ El término “Viabilidad” es aplicado para la cuestión operativa (recursos del sistema).
- ✚ Tanto la “Factibilidad Técnica” como la “Viabilidad Operativa” son propósitos de evaluación, ya sea para la evaluación técnica o la evaluación operativa respectivamente.

Existen escalas para determinar estos dos términos:

Grado de Factibilidad Técnica = Nivel de funcionamiento del sistema.

Grado de Viabilidad Operativa = Probabilidad de que la operación propuesta o disponible, satisfaga los respectivos objetivos del sistema en su ambiente.

Para la *viabilidad operativa* se deben de tomar en cuenta las condiciones contextuales en las que se desarrollan las operaciones del sistema.

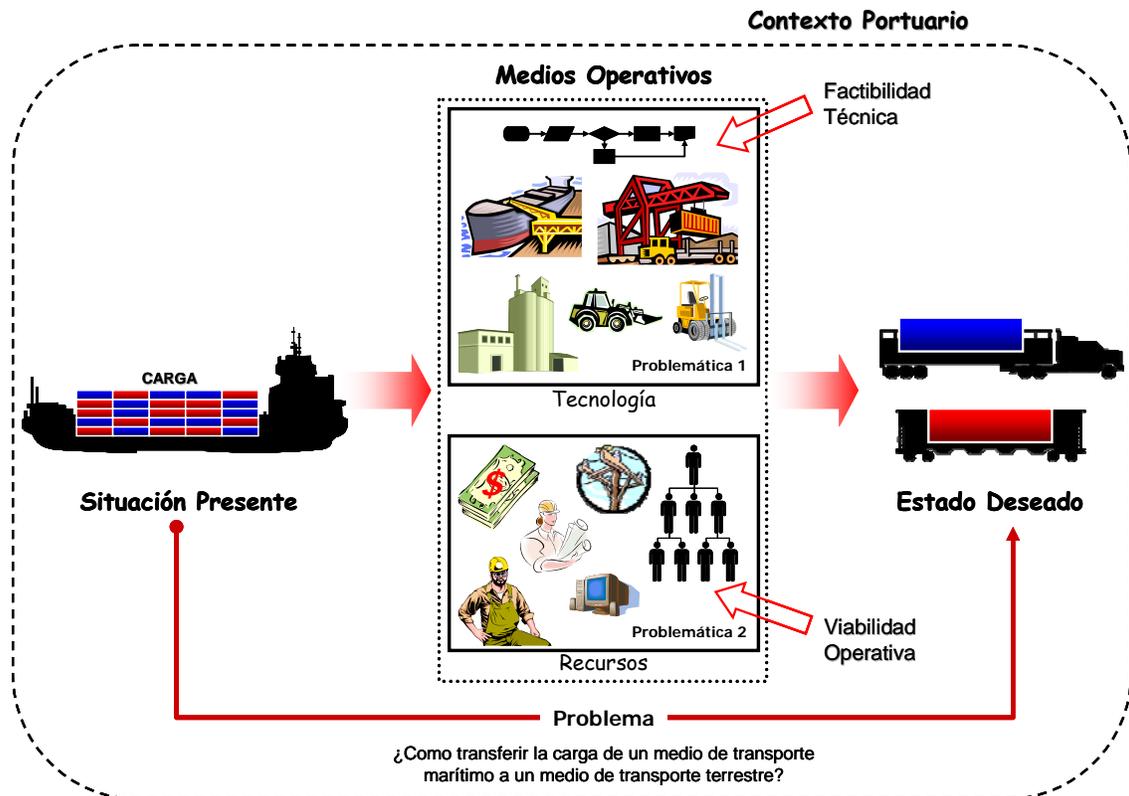


Figura 2.4
Planeación Táctica-Operativa de una Terminal de Carga Marítimo-Portuaria
(Caso de Importación de Carga)

El Problema Fundamental de la Ex-Opp

El problema al que se enfrenta la “Evaluación Operativa de un Proyecto” esta implícito desde su nombre y se detecta desde su planteamiento con la siguiente pregunta:

¿Cómo evaluar las operaciones de un sistema que no esta implantado y que por lo tanto no se encuentra en funcionamiento?

O desde otra perspectiva:

¿Cómo confirmar que el proyecto operativo seleccionado cumpla con los objetivos deseados, sin tener que implantarlo?

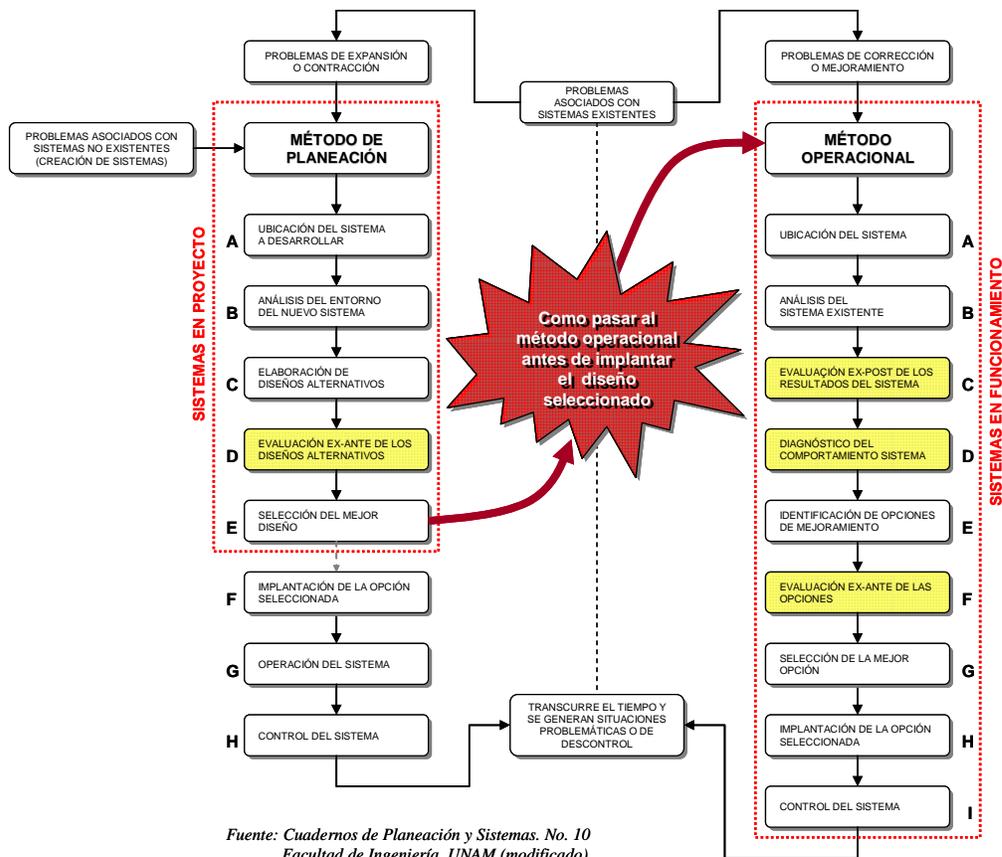
La primera pregunta sugiere un enfoque operativo en cuanto a que la propuesta seleccionada cumpla satisfactoriamente con las necesidades operacionales planteadas y la segunda tiene un enfoque económico en cuanto a que la propuesta sea lo suficientemente confiable para invertir en su implantación.

Lo que se trata es de asegurarse de que la propuesta operativa seleccionada sea efectiva y que por si misma justifique su inversión y con esto proseguir a su implantación. Además, que brinde elementos suficientes que puedan considerarse en el buen desempeño del sistema una vez entrando en operación.

En el tema anterior¹¹ se explicaron las tres instancias de evaluación existentes y los diferentes métodos utilizados en el proceso de solución de problemas. La figura 2.5 ilustra el problema al que se enfrenta la Ex-Opp dentro del Proceso de Solución de Problemas de Sistemas Productivos.

La cuestión sería entonces el como llevar un sistema en proyecto a su funcionamiento, sin haber sido implantado y operado. De primera instancia parecería una incongruencia pero puede ser realizable.

¹¹ Ver Capítulo 2.1 – Ubicación de la Función de Evaluación.



Fuente: Cuadernos de Planeación y Sistemas. No. 10
 Facultad de Ingeniería, UNAM (modificado).

Figura 2.5
 El Problema Fundamental de la Ex-Opp

La respuesta a este problema sería la posibilidad de imitar el sistema en un modelo dinámico, para así poder evaluar y mejorar el desempeño del diseño operativo seleccionado; además, que de alguna manera, pueda abstraerse la realidad de la operación (dentro de lo posible) y que pueda ser manipulable. En pocas palabras esta respuesta, es la Simulación. Sin embargo debe tenerse mucho cuidado en utilizar la simulación, para no caer en un exceso de potencia que en vez de ayudar a resolver el problema, dificulte el proceso de solución¹².

Es por todo lo anterior que esta tesis aporta a la teoría de sistemas una semi-instancia en la función de evaluación.

¹² Este tema se desarrollará más adelante.

Para validar lo escrito en el párrafo anterior, se darán las siguientes justificaciones por las que la Ex-Opp no se ajusta del todo a ninguna de las instancias de evaluación que se clasifican en la teoría de sistemas¹³:

1. No puede ser una Evaluación Diagnóstica puesto que no se tiene un estado físico de operación en el que se reflejen síntomas de desajustes que permitan iniciar un diagnóstico.
2. No puede ser una Evaluación Ex-Ante por el simple hecho de que ya fue seleccionado un proyecto y por lo tanto elegido un sistema de operación. En la etapa de Evaluación Ex-Ante se juzgan las diferentes propuestas en relación de los impactos que tendrían los diferentes diseños sobre los involucrados del sistema (decidores, empleados, sociedad, etc.) y las posibles reacciones de los mismos desde diferentes perspectivas (Económicas, Políticas, Ambientales, etc.). Aunque la Ex-Opp parecería entrar dentro del concepto de la evaluación Ex-Ante por tratar con proyectos, la Ex-Opp no pretende determinar el grado de factibilidad mediante la construcción de una “Matriz de Impactos y Reacciones” y se centra en determinar el grado de viabilidad exclusivamente desde la perspectiva operacional mediante herramientas de análisis de sistemas, simulación, y de planeación principalmente.
3. No puede ser una Evaluación Ex-Post puesto que no está implantada la solución seleccionada, ni se encuentra en operación el sistema, que es requisito fundamental para iniciar esta instancia.
4. Se clasifica como semi-instancia de la evaluación puesto que la Ex-Opp puede aplicarse dentro de las diferentes instancias de evaluación expuestas. Regularmente se realiza sin una base suficientemente sólida y confiable, apoyándose normalmente en suposiciones con base a la experiencia y con métodos estáticos/determinísticos¹⁴ que consideran variables con cambios discretos¹⁵ que pueden no llevar a una acertada toma de decisiones.

¹³ Ver Capítulo 2.1 – Instancias de la Evaluación.

¹⁴ Los métodos estáticos/determinísticos tratan a los sistemas sin su dinámica en el tiempo y sin sus estados de variabilidad.

¹⁵ No consideran los cambios de forma continua durante el tiempo transcurrido.

El Proceso de la Ex-Opp

Como se ha explicado anteriormente, la intención principal de la Ex-Opp es la de determinar la viabilidad operativa de un proyecto pre-seleccionado y que pueda servir de base para reafirmar la decisión de implantar el nuevo sistema de manera confiable y contribuir en su control cuando se encuentre operando.

Con el propósito de explicar el proceso de la Ex-Opp, la fig. 2.6 muestra en síntesis las actividades generales que se necesitan para poder realizarla: De la selección de un proyecto operativo se parte con el entendimiento del sistema de operaciones (comprensión y conocimiento) para luego especificar que es lo que se pretende evaluar del nuevo sistema y con esto establecer la forma y requerimientos de la evaluación. Una vez realizado el análisis de la operación seleccionada, los resultados que se obtengan son contrastados con los objetivos de operación por los cuales fue creado y poder determinar el grado en que se acerca dicho proyecto a los objetivos planteados (viabilidad operativa) y con esto estar en posición para apoyar la decisión de implantar el sistema propuesto o en su caso corregir el diseño seleccionado para mejorar su desempeño.

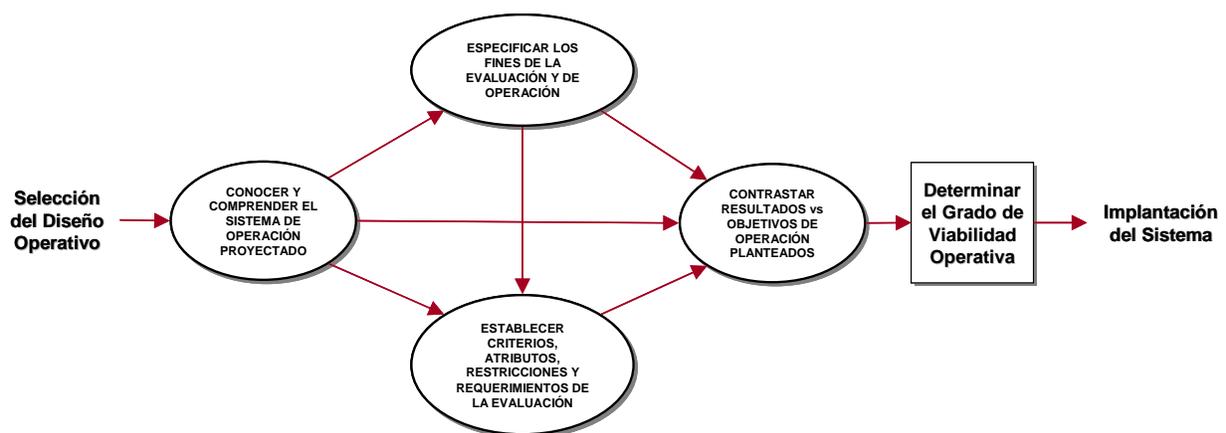


Figura 2.6
Síntesis del Proceso de la Ex-Opp

Este proceso de evaluación Ex-Opp, toma conceptos de los sistemas suaves¹⁶ en su inicio, para analizar y revisar los propósitos de operación de todo el sistema y poder estar seguros que los objetivos operativos planteados sean congruentes con la razón de existencia del sistema. En el análisis de sus operaciones, toma herramientas de los sistemas duros¹⁷ para determinar las discrepancias y desajustes de la solución seleccionada que provoquen desviaciones con los objetivos revisados en el inicio.

En la figura 2.7 se muestra en detalle el proceso de la Ex-Opp. Este proceso fue construido tomando en cuenta diferentes teorías y técnicas que a continuación se mencionan:

- ✚ El Modelo del Diamante
- ✚ Teorías y modelos de Evaluación
- ✚ Método de Planeación
- ✚ Método Operacional
- ✚ Teoría de Simulación
- ✚ Teoría de Sistemas
- ✚ Teoría de Investigación de Operaciones

En un esfuerzo por conjuntar varios conocimientos y ordenarlos entre sí, se logró desarrollar este proceso de evaluación, con el propósito de que las evaluaciones de las operaciones de sistemas sean efectivas y puedan ser controlables una vez implantado el sistema y estando en operación.

Como puede observarse, este proceso se asemeja mucho al Modelo del Diamante¹⁸ (desarrollado por I. Mitroff y Federico Betz y que muestra un enfoque global de cómo

¹⁶En la corriente de los sistemas suaves se argumenta que muchos problemas no pueden ser tratados totalmente de manera cuantitativa, ya que las situaciones son más inciertas y tan sólo establecer que se desea constituye en sí un problema. Con frecuencia existe mayor o menor incertidumbre en cuanto a los fines que se persiguen y es común encontrar que no se conozca con detalle suficiente al sistema bajo estudio, en donde se deja a un lado el entorno del sistema. En esta corriente se busca que los fines determinen a los medios.

¹⁷ Los sistemas duros tienen por objetivo definir cuál es el mejor medio para satisfacer determinado fin y utilizan con frecuencia herramientas cuantitativas de investigación de operaciones, ingeniería de sistemas y análisis de sistemas.

¹⁸ Consultar Cuaderno: Un Modelo Cualitativo del Proceso de Solución de Problemas El Modelo del Diamante; Cuadernos de Planeación y Sistemas no. 5, Javier Suárez Rocha; Facultad de Ingeniería, UNAM.

investigar para resolver problemas), puesto que contempla las cinco fases de elaboración: Conceptualización, Formalización, Validación, Resolución, Retroalimentación e Implantación y donde se añade una sexta fase de evaluación como interfase entre la resolución y la implantación. Este proceso de evaluación también adopta modelos conceptuales, formales y de solución en su desarrollo al igual que el Modelo del Diamante.

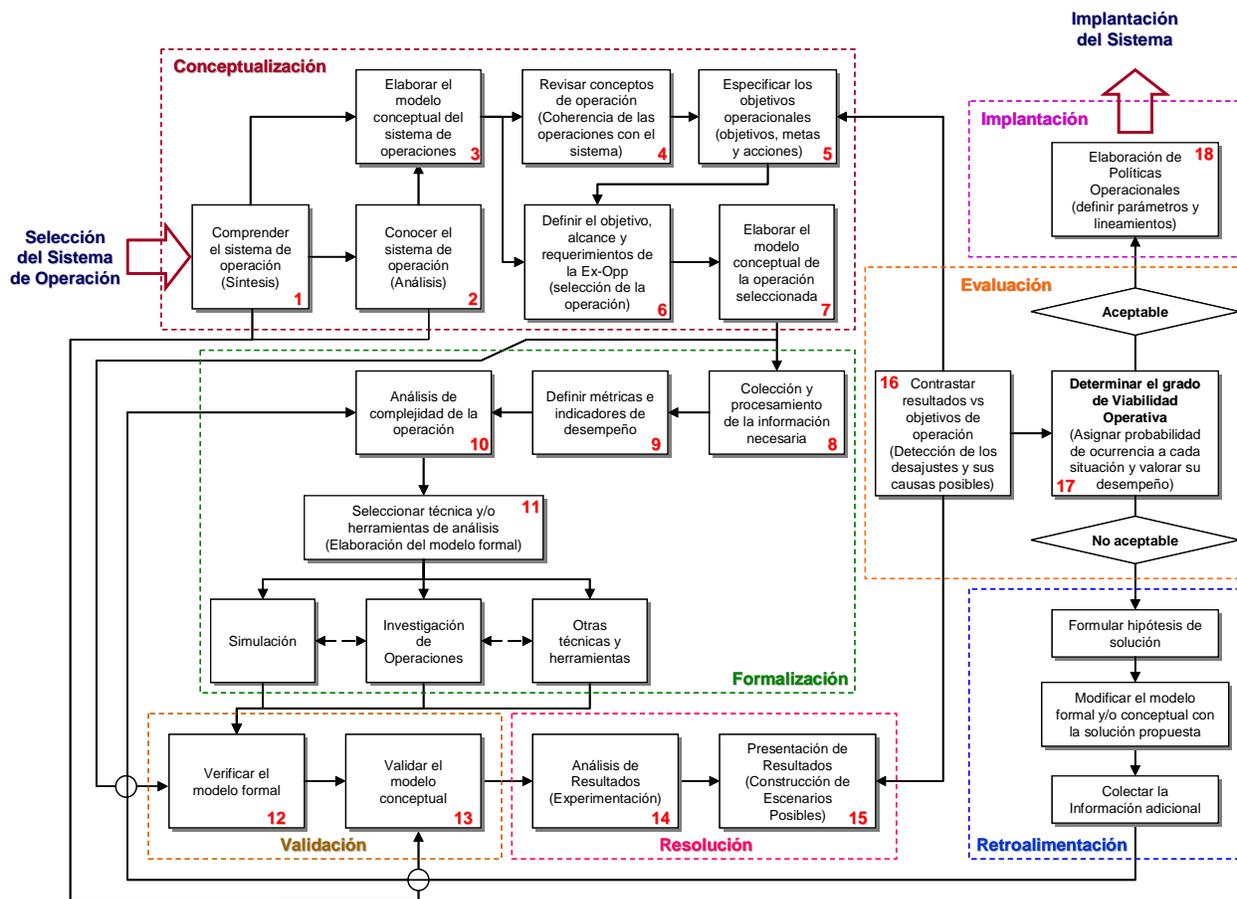


Figura 2.7
El Proceso de la Ex-Opp

Varias instancias de este proceso pueden ya estar muy elaboradas desde un principio, principalmente en la etapa de conceptualización. Sin embargo, es preciso retomarlas para verificar que efectivamente cumplen con su propósito dentro de este proceso. Por lo anterior, es necesario explicar cada etapa para su mejor comprensión y desarrollo.

Nota: Cuando se hable del “sistema de operaciones” se hará referencia a los Medios Operativos que tiene el sistema y que fueron separados anteriormente en Tecnología y Recursos Operativos (ver tema: Diferencias entre Viabilidad y Factibilidad).

Etapa de Conceptualización:

Esta etapa tiene como propósito definir el objetivo, el alcance y los requerimientos de la Ex-Opp y que estos sean adecuados y congruentes con la razón de existencia del sistema. Algunos ejemplos en la definición del objetivo serían: evaluar la productividad, medir los costos operativos o medir la utilización de cierto equipo o recurso de cierta operación; una vez establecido el objetivo se tendrá que definir su alcance: en el subsistema de descarga, en el proceso de almacenaje, en la maniobra de carga al FFCC, etc. Es por lo anterior que el enfoque de sistemas es muy útil para esta etapa.

1. Comprensión del Sistema de Operación:

Es necesario entender la razón por la que el sistema existe y se opera. La comprensión se gana por la capacidad de síntesis (entender al sistema desde su contexto) y se centra en ubicar al sistema en su ambiente o entorno para comprender mejor la intención de operar el sistema. No debe ser comprendido aisladamente, sino con una visión totalizadora como “un todo formado por elementos humanos y mecánicos interrelacionados y estructurados para desempeñar la función de producir satisfactores para la sociedad” (Ochoa R. Felipe). Para ubicarlo, se requiere que se analicen tres dimensiones desde un enfoque operacional:

- a. La Espacial: desde la perspectiva mundial, internacional, nacional, regional, estatal, municipal, local y puntual. Es el espacio que delimita a un sistema productivo y que corresponde a alguno de los niveles anteriores.
- b. La Sectorial: a través de los llamados sectores económicos: Primario (agricultura y pesca), Secundario (industrial) y Terciario (comercio y servicio)

- c. La Temporal: que es la duración del sistema y que resulta básico para ciertos sistemas productivos (industria petroquímica), y no relevante para otros (industria eólica). Habrá entonces que establecer el período en el que se agotará el recurso y considerarlo en el análisis.

Mientras más profundo sea el estudio, se tendrá mejor entendimiento del ¿para que? y ¿para quién? se opera y funciona el sistema, así como del conocimiento de los factores externos que lo afectan. Esto contribuirá en la verificación de si la operación seleccionada es congruente con la existencia del sistema en la revisión de los conceptos de operación. Esta instancia concluirá con la construcción del modelo conceptual de Caja Negra que se elaborará en el paso 3.

2. Conocimiento del Sistema de Operación y de su realidad inmediata:

Aunque este punto normalmente ya se encuentra muy elaborado (por el simple hecho de que es un proyecto), en ocasiones no está bien estructurado ni definido conceptualmente, es muy disperso y se pierden los detalles en el transcurso del tiempo en el caso de rediseñar un sistema (como ejemplo: las especificaciones del equipo). Es necesario entonces conocer muy bien el sistema de operaciones desde una perspectiva integral y totalizadora con la finalidad de verificar que la operación propuesta pueda ser realizable, acorde al sistema y que las *tácticas* y *estrategias* sean acertadas. Para ganar conocimiento es necesario analizar el sistema (entender al sistema desde su interior), su funcionamiento y su realidad inmediata (suprasistema). Una forma es desagregando los componentes en subsistemas para conocer los elementos específicos del sistema y entender las relaciones, el comportamiento y las propiedades del sistema, para poder así valorar cada subsistema y facilitar la determinación del alcance de la evaluación (este ejercicio se desarrolla ampliamente en el Capítulo 3). Se recomienda que este análisis sea llevado a su realidad inmediata (suprasistema) para conocer mejor las condiciones en las que se encuentra inmerso y que determinan al sistema, aunque en menor escala de análisis.

Mientras más profundo sea este análisis se tendrá mejor entendimiento del ¿por que? y del ¿Cómo? se opera y funciona el sistema así como del conocimiento de los factores internos que lo afectan. Esta instancia culminará con la construcción del modelo conceptual Estructural y Funcional que se elaborará en el siguiente paso.

3. Elaboración del Modelo Conceptual del Sistema de Operaciones:

Un Modelo Conceptual es “aquella representación gráfica, escrita o mental elaborada por el analista y que emplea como marco de apoyo para situar y ordenar sus percepciones, para con ello fijar la estructura del problema, delimitar el área de interés y decidir que aspectos son relevantes y cuales no” (F. Zenón Arturo). Los modelos conceptuales son muy adecuados para explicar al sistema en cuestión puesto que describen los principales elementos que intervienen en su operación y sus relaciones estáticas, lo que hace posible entender su funcionamiento y estructurar el problema de la planeación. La importancia de elaborarlos se debe a que:

- ✚ Obligan a ordenar el conocimiento.
- ✚ Fuerzan a ser claros en cuanto a lo que se está tratando de estudiar, observar y medir.
- ✚ Permiten una comunicación más amplia entre distintos participantes.
- ✚ Dan bases más sólidas para el debate cuando éste es requerido.

El modelo conceptual debe ser construido con un enfoque totalmente operativo.

Es muy importante construirlo con una visión totalizadora para poder asegurarse de que se están considerando todos los factores que afecten al sistema de operaciones y no solo a las partes que lo conforman; por tal motivo es recomendable adoptar también el enfoque de sistemas¹⁹.

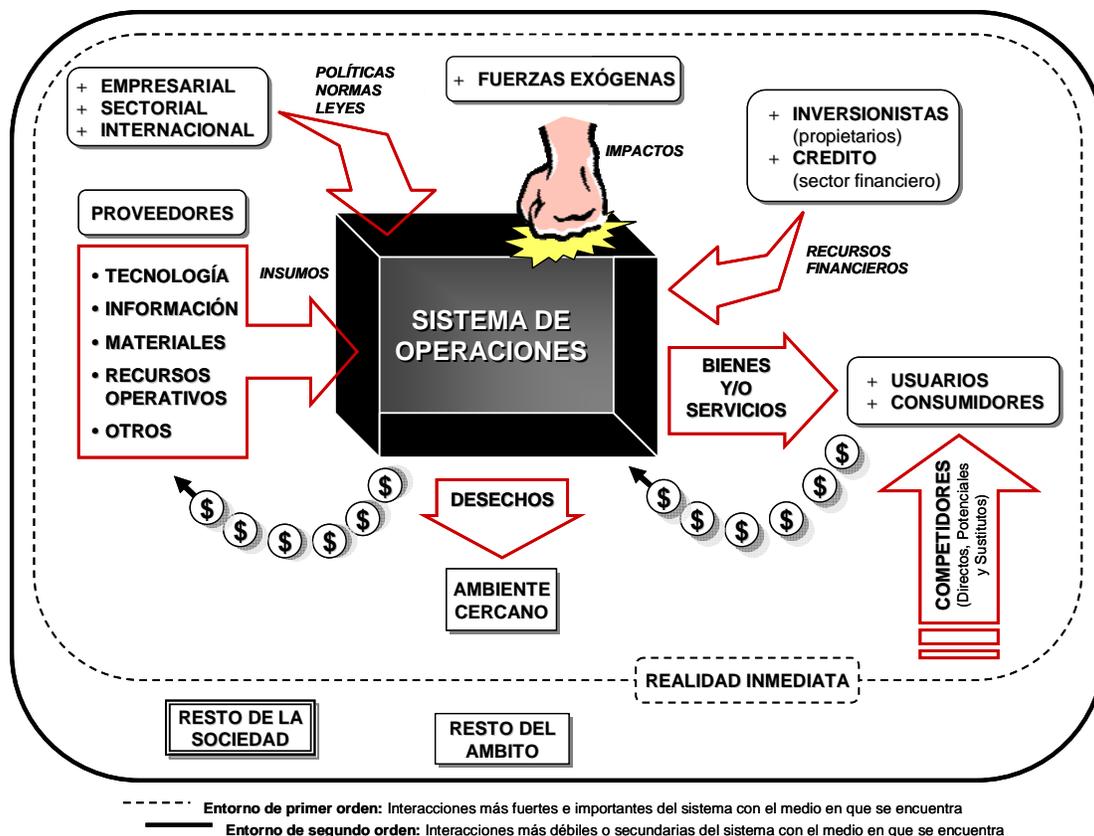
En la construcción de los modelos conceptuales se sigue un proceso iterativo en donde la subjetividad y una profunda intuición gobiernan. Se inicia con imágenes dispersas

¹⁹ Consultar Cuaderno: El Enfoque de Sistemas en la Solución de Problemas. no. 4, Arturo Fuentes Zenón; Facultad de Ingeniería, UNAM.

que a medida que se adquiere mayor conocimiento del sistema se visualizan con mayor precisión.

Para su construcción se recomienda elaborar las tres formas básicas de mapas conceptuales de sistemas:

✚ **Concepción de Caja Negra:** (fig. 2.8) el Sistema de Operaciones es visto como una entidad que recibe ciertos insumos, reglas e impactos y los transforma en un producto o servicio. Llamado de “caja negra” porque no se describe en su análisis lo que contiene la caja o el sistema. Es de mucha utilidad ya que lleva a pensar en la interacción del objeto con su entorno.



Fuente: Cuadernos de Planeación y Sistemas. No. 10
 Facultad de Ingeniería, UNAM (modificado)

Figura 2.8
 Ejemplo de un Mapa Conceptual de Caja Negra

✚ **Concepción Estructural:** (fig. 2.9) enfocado al funcionamiento del Sistema de Operaciones: el sistema se visualiza como un agregado de partes y permite conocer las propiedades y el comportamiento del mismo mediante el conocimiento de sus elementos y la forma en que se relacionan. Se sugiere tomar en cuenta solo lo relevante y evitar los detalles con la intención de hacerlo lo más práctico posible y evitar volúmenes innecesarios de información. La metodología recomendada para construirlo es la siguiente:

- a. Identificar las partes o componentes del sistema objeto.
- b. Conocer las características de las partes, el como y por quien se activan y como se controlan. Es necesario documentar lo anterior.
- c. Establecer el patrón de relaciones entre las partes mediante un mapa estructurado del funcionamiento operativo (puede utilizarse un diagrama de flujo simbólico y uno gráfico).
- d. Reunir esta información y de ahí deducir las propiedades y el comportamiento del sistema total.

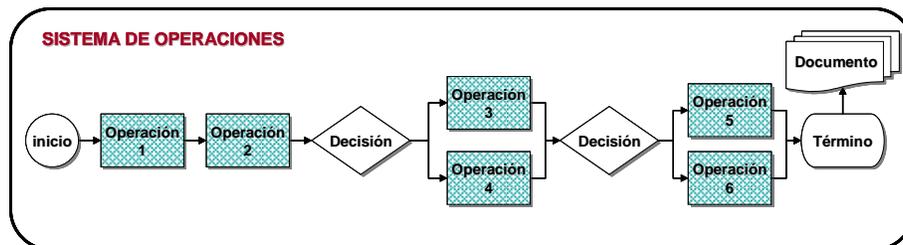


DIAGRAMA DE FLUJO SIMBÓLICO

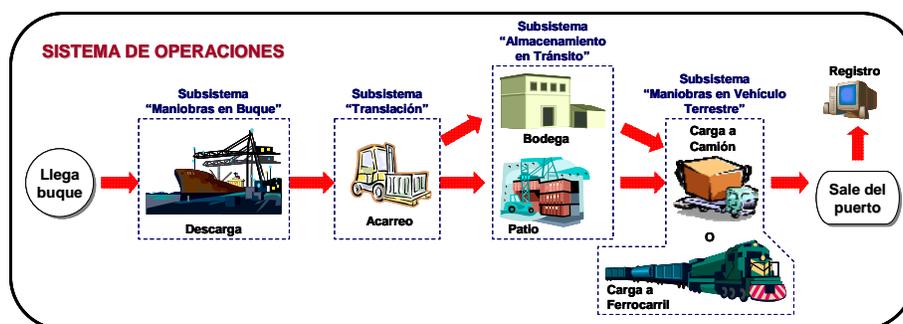


DIAGRAMA DE FLUJO GRÁFICO

Figura 2.9
 Ejemplo de un Mapa Conceptual Estructurado

🚩 **Concepción Funcional:** (fig. 2.10) enfocado a las acciones que hacen funcionar al Sistema de Operaciones: el sistema se visualiza como un proceso, es decir, como el conjunto de actividades requeridas para activar al sistema. Las actividades se referirán a aquellas acciones indirectas requeridas para hacer funcionar al sistema. Las operaciones se referirán a aquellas acciones directas para hacer funcionar al sistema. Puede utilizarse un diagrama de flujo por bloques para su construcción. Al igual que la concepción estructural se sugiere tomar en cuenta aquellas actividades relevantes sin tener que llegar al nivel de individuo y más bien agruparlas por objetivo.

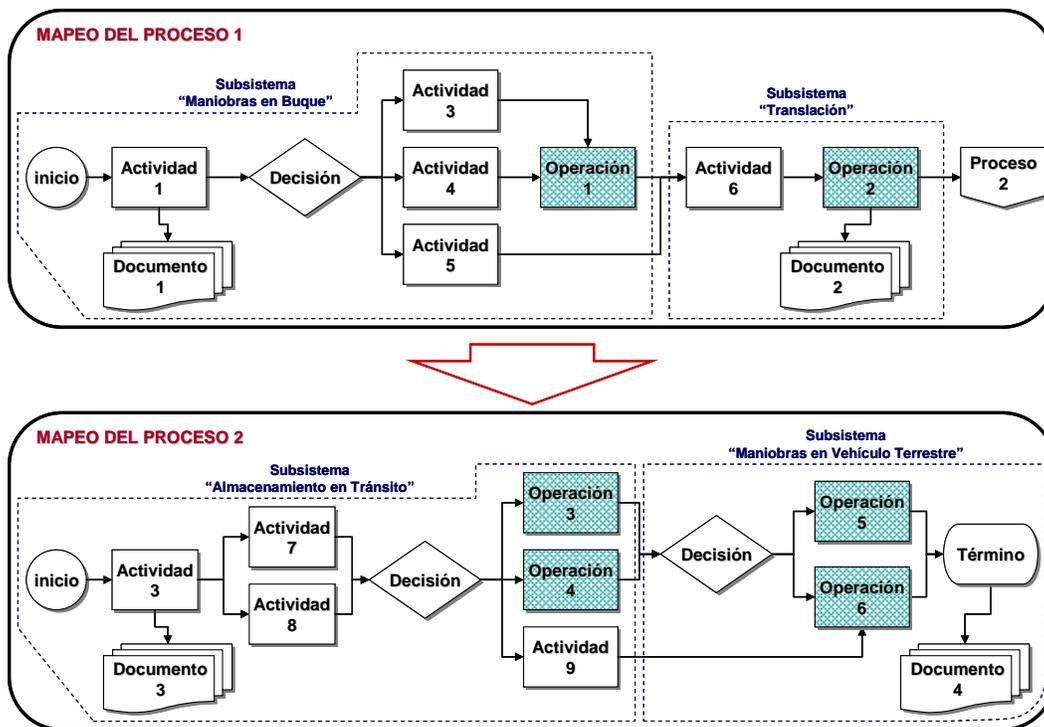


Figura 2.10
 Ejemplo de un Mapa Conceptual Funcional

En conclusión: tanto la concepción estructural como la funcional harán visible el contenido de la caja negra. Para cada modelo conceptual se deberán marcar los límites de los subsistemas que conforman el Sistema de Operaciones y se deberá llegar al

nivel de detalle deseado cuidando que los modelos conceptuales sean prácticos y de fácil entendimiento.

4. Revisión de los Conceptos de Operación:

Para revisar los conceptos de operación es necesario entender el sistema y esto se logra mediante la comprensión y conocimiento. Para poder comprender se necesita gran capacidad de síntesis, en cambio para poder conocer se necesita de cierta capacidad de análisis; el resultado que se busca de la síntesis es una buena apreciación global del sistema en su ambiente y que se elabora en el paso 1; en comparación con el resultado que se busca del análisis (paso 2) que es el descomponer al sistema en partes y estudiarlo para entender su funcionamiento, sus elementos y relaciones. El propósito de esta instancia es la de revisar los conceptos de operación y verificar que la operación propuesta sea coherente con la razón de existencia del sistema, que sea adecuada a su funcionamiento y efectiva para su estrategia. Después de esto los objetivos operacionales deben ser revisados y deben estar en coherencia con lo anterior.

5. Especificar los Objetivos Operacionales:

Los objetivos operacionales además de ser coherentes con la razón de existencia y funcionamiento del sistema, deben ser realizables y coherentes con las estrategias operativas y estas a su vez con la imagen objetivo de la empresa (visión y misión). Los objetivos se considerarán como propósitos a realizar en un largo plazo y “expresan la conexión del presente con el futuro, es decir, saber dónde se está y hacia dónde se va” (S. Guerrero Gabriel), por eso es muy importante evaluar a detalle las operaciones que se sugieran para alcanzar dichos objetivos ya que sus impactos son de gran trascendencia para la empresa²⁰. Es necesario diferenciar los objetivos de las metas: las metas se considerarán como propósitos a realizar en un corto plazo; estas son más

²⁰ Supongamos el caso en que una Terminal portuaria que tiene por objetivo disminuir en un 30% el tiempo de transferencia de carga y para ello tiene dos opciones: aumentar la productividad de sus operarios o adquirir tecnología. Cualquiera de las dos opciones tendrían sus diferentes impactos, muy trascendentales para la empresa.

específicas y puntuales y el conjunto de estas llevarán a cumplir cierto objetivo²¹. Una vez establecido el objetivo y las metas operacionales se tendrán que definir los medios operativos²² (acciones) para alcanzar su cumplimiento. Finalmente lo que interesa es evaluar aquellas operaciones seleccionadas para alcanzar dicho objetivo sin tener que implantarlas con la intención de evitar el viejo método de prueba y error que puede ser muy costoso para la empresa. La figura 2.11 esquematiza lo dicho anteriormente²³.

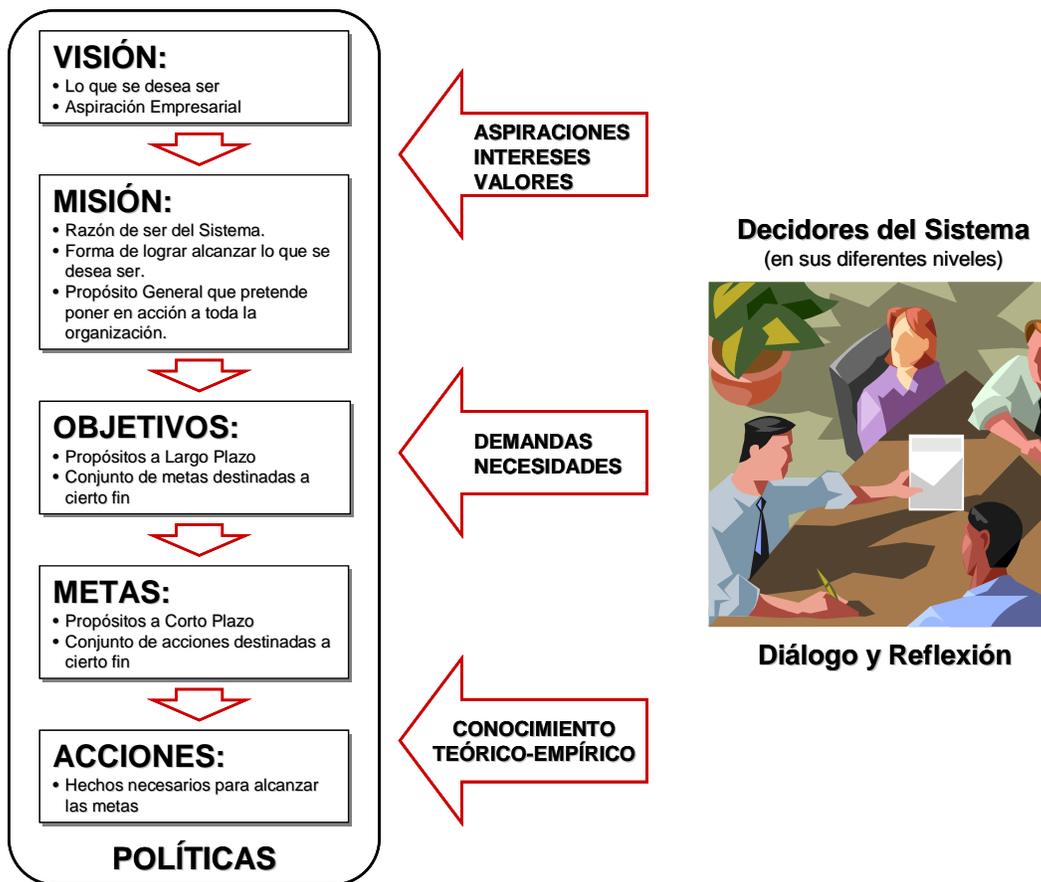


Figura 2.11
Formulación de Fines

²¹ Suponiendo que el objetivo es disminuir en un 30% el tiempo de transferencia de carga, una meta pudiera ser el efficientar la maniobra de descarga de buque o efficientar la maniobra de carga a FFCC. La configuración operativa propuesta para efficientar dicha maniobra (proyecto operativo) se tendrá que evaluar antes de llevarla a la práctica.

²² Ver fig. 2.4 Planeación Táctica-Operativa

²³ Esquema elaborado por el Dr. Gabriel S. Guerrero (modificado)

6. Definición del Objetivo, Alcances y Requerimientos de la Ex-Opp:

La selección de una operación en un determinado subsistema y la definición del atributo que se quiere evaluar de dicha operación definirán el objetivo de la Ex-Opp. Estos atributos pueden ser agrupados de la siguiente forma:

- ✚ **Desempeño:** Cuando se quiere determinar el grado en que cumple su función el sistema, en términos de los factores de utilización de los recursos, flujos de tiempos, ritmos de producción, etc.
- ✚ **Capacidad / restricción:** Cuando se quiere llevar al máximo el proceso para poder determinar la capacidad del sistema y detectar los cuellos de botella.
- ✚ **Comparación de configuraciones:** Cuando se quieren comparar los desempeños de diferentes alternativas de operación.
- ✚ **Optimización:** Cuando se quiere obtener el valor óptimo de las variables particulares del sistema para alcanzar los objetivos deseados de desempeño.

El objetivo de evaluación debe ser claro, completo, precisamente definido y efectivo. Para ser efectivo deben contemplarse las siguientes características²⁴:

- ✚ **Tener un alto potencial de impacto:** reducir costos de producción y no reducir costos de papelería.
- ✚ **Debe ser realizable:** reducir al 20% el inventario en silos y no cero-inventarios.
- ✚ **Debe ser cuantificable:** reducir el tiempo de transferencia de carga al 40% y no solo reducir el tiempo de transferencia de carga.
- ✚ **Debe ser específico:** minimizar el uso de personal en el área de contenedores vacíos y no solo en el patio de contenedores.
- ✚ **Debe ser medible:** incrementar la productividad del personal en un 10% y no mejorar la moral en un 10%.
- ✚ **Debe identificar cualquier restricción relevante:** reducir tiempos de ciclos a un 20% sin incrementar recursos y no solo reducir tiempos de ciclo a un 20%.

²⁴ Tomadas del libro “Simulation Using Promodel”, segunda edición

Es así que algunos ejemplos de objetivos de la Ex-Opp pueden ser: verificar que la operación diseñada incremente en un 20% la descarga de contenedores desde el buque al muelle sin un incremento considerable del consumo de energía eléctrica, o determinar el número de grúas que se necesitan para incrementar en un 20% la descarga de contenedores desde el buque al muelle.

El objetivo de la Ex-Opp debe estar en congruencia con los objetivos y/o metas operacionales (definidos en el paso anterior) en el entendido de que debe enfocarse a una operación concreta o a un conjunto de operaciones que simplifiquen en lo más posible su análisis. Para ello es importante establecer el alcance de la evaluación dentro del proceso operativo.

El alcance de la Ex-Opp se podrá establecer utilizando el modelo conceptual del sistema de operación para definir los límites que se tomaran en cuenta dentro del proceso operativo para su análisis. Si es necesario, este puede salirse de los límites del subsistema en donde se encuentra la operación seleccionada, contemplando que su análisis se extienda a aquellas actividades, operaciones y procesos que puedan afectar considerablemente a dicha operación y de forma directa. Aunque las operaciones pertenecen a un proceso secuencial, se tendrán que identificar los puntos en los que se pueda romper dicha secuencia (segmentar el proceso operativo)²⁵ de manera que no afecten considerablemente la dinámica del sistema y con la intención de apartar la operación seleccionada de todo el proceso operativo para facilitar su análisis.

Es importante conservar una visión totalizadora del sistema durante esta segmentación y se deben valorar las fuerzas exógenas del sistema (condiciones externa que afecten la operación como tormentas, nortes, etc.) para ser o no consideradas en el análisis.

Una vez definido el objetivo y el alcance de la Ex-Opp se tendrán que definir los requerimientos de evaluación. Estos van orientados a las necesidades de la evaluación y relacionados con la forma sugerida para realizar el análisis; principalmente son:

²⁵ Al descomponer el sistema en subsistemas, en cierta manera ya se está segmentando al proceso operativo. Esto no quiere decir que dichos límites puedan romper el proceso sin afectar la dinámica del sistema en su análisis.

- ✚ Recursos: Financieros, herramientas y equipos
- ✚ Acceso a bancos de Información
- ✚ Tiempo
- ✚ Nivel de detalle del análisis
- ✚ Personal Capacitado con experiencia en el tema (interno o una consultoría)
- ✚ Apoyo de la Administración

En conclusión: “los objetivos deben estar claramente definidos y consensuados para evitar pérdidas de esfuerzo; estos deben estar documentados y seguidos para evitar que el alcance se desvanezca. Un objetivo establecido a conciencia y un alcance de trabajo documentado (escrito) puede ser de ayuda para mantener una evaluación en el buen camino”.

7. *Elaboración del Modelo Conceptual de la Operación Seleccionada:*

Esta instancia es similar al paso 3 con la diferencia de que la construcción del modelo conceptual se dirige a la operación seleccionada para ser evaluada (del paso anterior). La forma y el procedimiento para construirlo es la misma pero hay que considerar además lo siguiente:

- ✚ Debido al *carácter multivalente de los objetos*²⁶ el modelo conceptual debe ser construido a partir del enfoque que se requiera y para el cual será utilizado en la Ex-Opp.
- ✚ Aunque el enfoque es totalmente operativo este debe ser más explícito y estar en congruencia con el objetivo de la evaluación (costos de operación, las actividades productivas, la utilización de cierto equipo, etc.) y en base a esta definición se procederá a construir el modelo.
- ✚ El mapa conceptual de la operación seleccionada puede ser un extracto del mapa conceptual del sistema de operaciones.

²⁶ Una terminal portuaria puede ser interpretada de diferentes formas por diferentes personajes: para un obrero puede ser vista como fuente de trabajo; para un ambientalista como una fuente de contaminación; para el gerente de operaciones como un proceso productivo; Para un inversionista como una oportunidad de negocio; para el puerto como una fuente de ingresos.

Etapa de Formalización:

Esta etapa tiene como propósito elaborar el modelo formal con el que se va a analizar la operación seleccionada y que servirá como instrumento en la etapa de resolución para poder definir los escenarios posibles a los que se enfrentara la operación sugerida.

Algunos ejemplos de modelos formales podrían ser: un modelo de simulación para determinar la utilización de un remolcador o un bobcat, un modelo de programación entera para asignar personal en la maniobra de descarga, un modelo de localización para ubicar una *garita* aduanal, una hoja de cálculo para estimar el costo de la maniobra de carga al ferrocarril o un bosquejo de la ruta que debe seguir un montacargas. Es posible que más de un modelo formal sea necesario para analizar la operación a evaluar, dependiendo de la complejidad de la operación y de la herramienta o técnica seleccionada.

Los pasos recomendados para construir el modelo formal se explican a continuación:

8. Colección y Procesamiento de la Información Necesaria:

Este paso se desarrollará en el transcurso de esta etapa y tiene como propósito identificar, obtener, agrupar y analizar la información necesaria para construir el modelo formal.

La colección de la información es una tarea que normalmente consume mucho tiempo y se convierte en un gran reto para el evaluador puesto que raramente está disponible en forma tal que pueda ser utilizada al momento.

Los esfuerzos deben estar dirigidos a recolectar información útil y evitar obtener un exceso de información que en vez de ayudar siembre confusión en su procesamiento. Para ello, la información debe ser recolectada y procesada en el transcurso de la construcción del modelo formal de una manera sistemática y conforme se vaya

requiriendo. Los datos no deben recabarse al azar con la idea de obtener toda la información en un inicio, por lo que se recomienda que la secuencia en la colección de información debe ir de lo general a lo específico.

Para los sistemas existentes, se pueden tener información desorganizada y en bruto de varios años; estos deben ser ordenados, filtrados y agrupados para ser utilizados en el análisis. Para este caso las fuentes de información son más amplias, en donde pueden consultarse registros y personas con amplio conocimiento del sistema. Además, esta situación permite al evaluador observar al sistema personalmente y con ello ser menos dependiente de la colaboración de otros.

Para sistemas no existentes esta información es muy vaga y solo es una estimación muy aproximada. Las fuentes de información están limitadas a aquellos individuos involucrados en el diseño del sistema y en las especificaciones del proyecto por lo que la entrevista es un buen medio para conseguir la información necesaria.

Las fuentes de información pueden ser obtenidas principalmente de:

- 📁 Registros históricos
- 📁 Documentación del sistema
- 📁 Observación personal
- 📁 Entrevistas personales
- 📁 Comparación con sistemas similares
- 📁 Investigación de la literatura

Es muy importante que la información provenga de una fuente confiable para garantizar la validez interna del modelo formal²⁷, por lo que se tendrá que identificar la información manipulada y torcida, además de saber como utilizarla.

Por otra parte, la accesibilidad a las fuentes es un factor importante en la colección puesto que si es de difícil acceso se tendrá que tener el criterio suficiente para no considerarla dentro de la evaluación y no perder tiempo y esfuerzo en una sola fuente.

²⁷ La información de un gerente no puede ser tan confiable como la bitácora de operación real.

La información colectada y su procesamiento deberán ser documentados y complementarán al modelo conceptual de la operación seleccionada.

9. Definición de las Métricas e Indicadores de Desempeño:

Para poder evaluar cuantitativamente a un sistema es necesario tener indicadores que en conjunto permitan conocer la situación y dirección del desempeño del sistema para poder tener la posibilidad de corregir el rumbo hacia los objetivos planteados. La métrica es un indicador simple que mide el desempeño en cierta parte del proceso y puede ser utilizado para calcular un “indicador de desempeño”.

Para este trabajo la diferencia entre indicador y métrica de desempeño se definirá de la siguiente manera (ver fig. 2.13):

Un “**indicador**” como su nombre lo dice “indica” la existencia de un fenómeno en un sistema y es un dato estadístico que puede dar una visión integral y que permite elaborar un juicio sobre el funcionamiento de un sistema o un proceso.²⁸

Un “**indicador de desempeño**” (I) además de lo anterior, necesita de un punto de referencia, por ejemplo un estándar, un objetivo, un juicio contra el cual comparar, por lo que tiene un carácter relativo.

La “**métrica de desempeño**” (M) es simplemente un indicador²⁹ que provee una descripción imparcial de una situación o proceso y no es un “indicador de desempeño” porque no es referenciable y puede servir para calcularlo.

La tabla 2.12 describe las características que tiene cada una de las formas de medir el desempeño del sistema.

²⁸ Las características de los indicadores de desempeño fueron copiadas de la Guía Metodológica para la Construcción de Indicadores de Desempeño *op. cit.* Las características de las métricas de desempeño fueron tomadas de Vitasek, Kate (2003).

²⁹ Un indicador simple generalmente se expresa en forma de estadísticas absolutas

Indicadores de Desempeño	Métricas de Desempeño
<ul style="list-style-type: none"> a. Relevante o útil para la toma de decisiones. b. Comparable: tiene una referencia para poder calificarse. c. Verificable: Que se pueden comprobar mediante información confiable. d. Libre de sesgo estadístico o personal. e. Aceptación institucional. f. Justificable con relación a su costo-beneficio. g. Válido: Correspondencia entre la información que suministra el indicador y el fenómeno objeto de análisis. h. Confiable: Deben medir lo mismo en diferentes contextos y en diferentes momentos. i. Fácil de interpretar: A fin de facilitar su uso aún en el caso de no expertos en el área específica. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Miden solamente lo relevante: Las mediciones deben centrarse en aspectos importantes de los procesos. b. Que sean recopiladas en forma económica. Que sea fácilmente capturar la información relevante. c. Visibilidad: Las medidas y los efectos causales son visibles para quienes son evaluados en el desempeño. d. Fácil de entender: Las medidas deben entenderse de un vistazo así como lo que se está midiendo y como se deriva la medida. e. Es definida y mutuamente entendida: Es definida y entendida por todos los elementos clave involucrados en la medición (internos y externos). f. Genera confianza: La medida genera validez entre las partes involucradas desalentando el incumplimiento de responsabilidades. g. Son útiles: Las mediciones muestran progresos obtenidos y no solamente es una recolección de datos.

Tabla 2.12
Características de la Medición del Desempeño

Los “**indicadores de desempeño**” (I) miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de los grandes propósitos, por lo que es importante conocer y entender la visión, misión, objetivos y programas estratégicos de la institución, entidad o dependencia; miden el costo, la calidad, pertinencia y efectos del servicio; verifican que los recursos se utilicen con eficiencia y eficacia; proporcionan información del rumbo institucional, los logros, la velocidad y avance de los resultados. En General se pueden agrupar en: estratégicos, de proyectos, de gestión, de servicio.

Los indicadores de desempeño deben tener la siguiente propiedad (ver figura 2.13): “Cuando el indicador muestre una diferencia en cierta dirección esto significará que la situación es mejor, mientras que si muestra una diferencia en el sentido opuesto significará que la situación es menos favorable”.

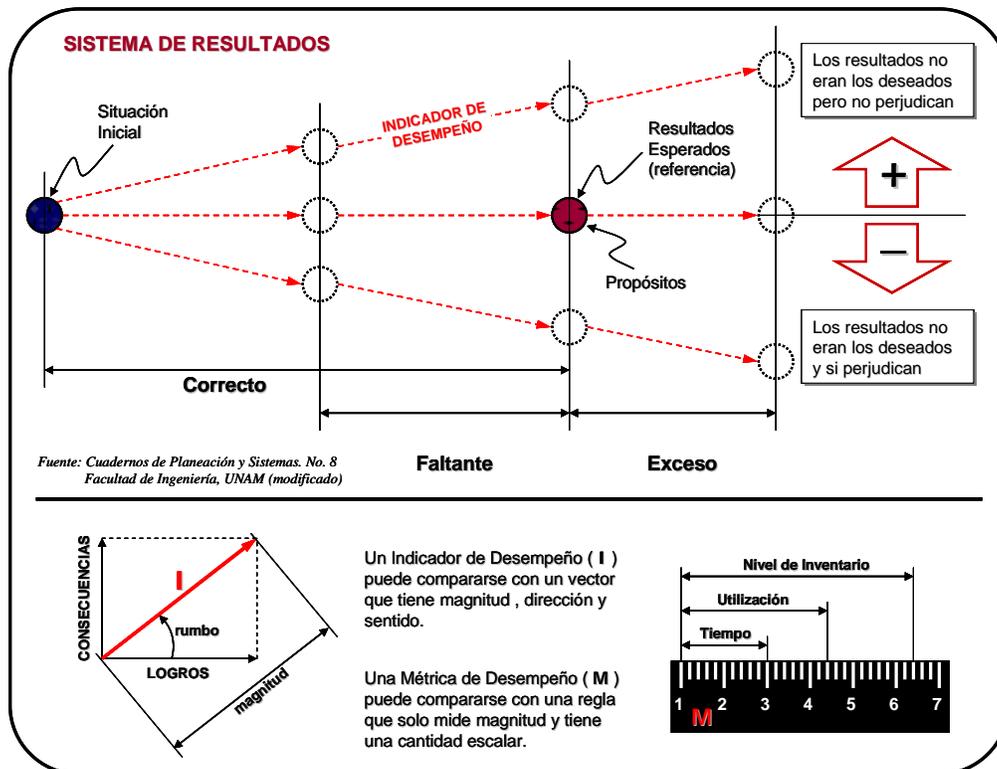


Figura 2.13
Diferencia entre Indicador y Métrica de Desempeño

Para la construcción de los indicadores de desempeño se sugiere la metodología descrita en el Anexo 2.³⁰

Por otra parte, las “**métricas de desempeño operacionales**” (MO) deben reflejar la actividad inmediata en la forma en que se dispongan, deben ser directamente

³⁰ Copiado del cuadernillo “Guía Metodológica para la Construcción de Indicadores de Desempeño”, Dirección General de Planeación, UNAM.

controlables, no deben disfrazar el desempeño de la operación, deben ser fáciles de calcular y comprender y pueden manejar métricas financieras.

Las MO describen la efectividad y eficiencia de los sistemas de producción o servicios, por lo que generalmente se enfocan a medir los siguientes atributos operacionales:

- ✚ **Flujo de tiempo:** tiempo promedio que toma un artículo, mercancía o cliente en ser procesado (p. e. tiempo de descarga, tiempo de traslación, tiempo de carga, tiempo de inspección, tiempo de atraque)
- ✚ **Utilización:** porcentaje de tiempo programado que el personal, equipo y otros recursos están en uso productivo. Si un recurso no está utilizándose, puede ser porque está ocioso o inservible (p. e. porcentaje de utilización de un montacargas en un día laboral).
- ✚ **Valor agregado al tiempo:** tiempo gastado realmente esperando una transformación física o cantidad de tiempo invertido en el servicio que un cliente está dispuesto a pagar (p. e. tiempo de almacenaje, tiempo de consolidación, tiempo de servicio a la carga). El tiempo de inspección y de espera se consideran tiempos sin valor agregado.
- ✚ **Tiempo de espera:** Es la cantidad de tiempo que los materiales, clientes, etc. invierten esperando ser procesados (p. e. tiempo de fondeo, tiempo de inspección de autoridades, tiempo de autorización de inicio de operaciones).
- ✚ **Velocidad de flujo:** número de artículos producidos, mercancías procesadas o clientes atendidos por unidad de tiempo (p. e. tasa de transferencia de carga, Toneladas manipuladas por hora de buque en operación [THBO]).
- ✚ **Niveles de inventario o líneas de espera:** número de artículos, mercancías o clientes en áreas de almacenamiento o de espera (p. e. rotación de inventario en un periodo determinado, número de contenedores en un patio).
- ✚ **Rendimiento:** determina la productividad (nominal y efectiva) y la intensidad de trabajo de la operación (p. e. almejazos por operador, número de horas extraordinarias de trabajo, toneladas manejadas por grúa).
- ✚ **Sensibilidad del cliente:** capacidad del sistema de entregar productos de manera oportuna para minimizar el tiempo de espera del cliente (p. e. tiempo

total de transferencia de carga de un barco a un FFCC). Podría medirse como la tasa de servicio.

✚ **Varianza:** grado de fluctuación que a menudo ocurre en cualquiera de las métricas anteriores (p. e. variación en la entrega, variación en los tiempos de servicio) La variación introduce incertidumbre y por consiguiente riesgo en el logro de las metas deseadas.

Estas métricas pueden relacionarse para medir otros atributos del sistema:

$$\frac{\text{Tiempo de flujo teórico mínimo}}{\text{Tiempo de flujo real}} = \text{Eficiencia del Tiempo de Flujo}$$

$$\text{Costo} \times \frac{\text{Unidad}}{\text{Producida}} = \text{Costo Unitario}$$

$$\frac{\text{Unidades operadas}}{\text{Costo o mano de obra utilizada}} \times \text{Costo o mano de obra utilizada} = \text{Productividad}$$

$$\frac{\text{Inventario anual operado}}{\text{Inventario promedio}} = \text{Inventario Entregado o Razón de Entregas}$$

Ciertas métricas pueden definir a los indicadores de desempeño operacionales.

Los “**indicadores de desempeño operacionales**” (**IO**) tienen las propiedades de los “**I**” y deben cumplir con las características de las “**MO**” con la particularidad de que tengan además de magnitud, una referencia que permita definir la dirección y el sentido en que se van desarrollando los procesos en el sistema de operaciones con la finalidad de medir la magnitud de los logros y las consecuencias o impactos y poder así determinar el alcance que se tiene contra los objetivos deseados (referencias).

Estas referencias deben ser realizables y pueden definirse a través de:

✚ Metas y Objetivos creados (comparación con propósitos deseados).

- ✚ Estándares del mercado o del sector (comparación con el mercado o sector).
- ✚ Nivel de desempeño de los competidores (comparación con determinado(s) competidor).
- ✚ Limitaciones del propio sistema o de su contexto (comparación con las restricciones).
- ✚ Las referencias históricas por si solas no pueden indicar una dirección.
- ✚ Otras referencias internas o externas que permitan la comparación del sistema.

Es necesario tener documentada toda medición que se vaya obteniendo en el transcurso del tiempo para poder tener referencias históricas que puedan definir mejor el rumbo del sistema.

Los “IO” pueden clasificarse en:

Indicadores de Entrada: Hacen referencia a la forma, tiempo y condición en que llega la carga a la Terminal antes de ser transferida a otro medio (antes de iniciar operaciones).

Indicadores de proceso: Se refieren a los medios operativos por los cuales se realiza la transferencia de la carga. Describen la intensidad o la productividad de los recursos y equipos utilizados, así como el esfuerzo administrativo aplicado al manejo de la carga y al funcionamiento del sistema. En la figura 2.14 se pueden apreciar las diferentes maniobras que se realizan para transferir la carga y en relación a estas los indicadores de proceso se subdividen en³¹:

- ✚ ***Indicadores de Descarga:*** relacionados con el proceso de bajar la carga³² desde el vehículo de transporte proveniente (marítimo o terrestre) a un costado del mismo.

³¹ Esta división se hizo en base al uso que pueden darle las terminales portuarias en donde la carga sigue la vía indirecta (ver capítulo 3, pag. 117).

³² Se hace la distinción entre “carga” como una actividad de subir... y un cargamento también llamado de igual forma cuando la mercancía esta acondicionada para su transportación. Esta distinción se explicará en el capítulo siguiente.

- ✚ Indicadores de Traslación de carga o mercancía: relacionados con el proceso de traslado de la carga o mercancía entre un costado del vehículo de transporte (marítimo o terrestre) y el lugar de almacenamiento³³.
- ✚ Indicadores de Almacenamiento de la carga o mercancía: relacionados con el manejo de la carga o mercancía dentro del lugar de almacenamiento.
- ✚ Indicadores de Carga: relacionados con el proceso de subir la carga o mercancía al vehículo destinado (marítimo o terrestre) desde un costado del mismo.

Cabe mencionar que cuando la carga de altura proviene del medio marítimo, la carga se denomina de importación, y cuando proviene del medio terrestre, esta es de exportación (ver fig. 2.14).

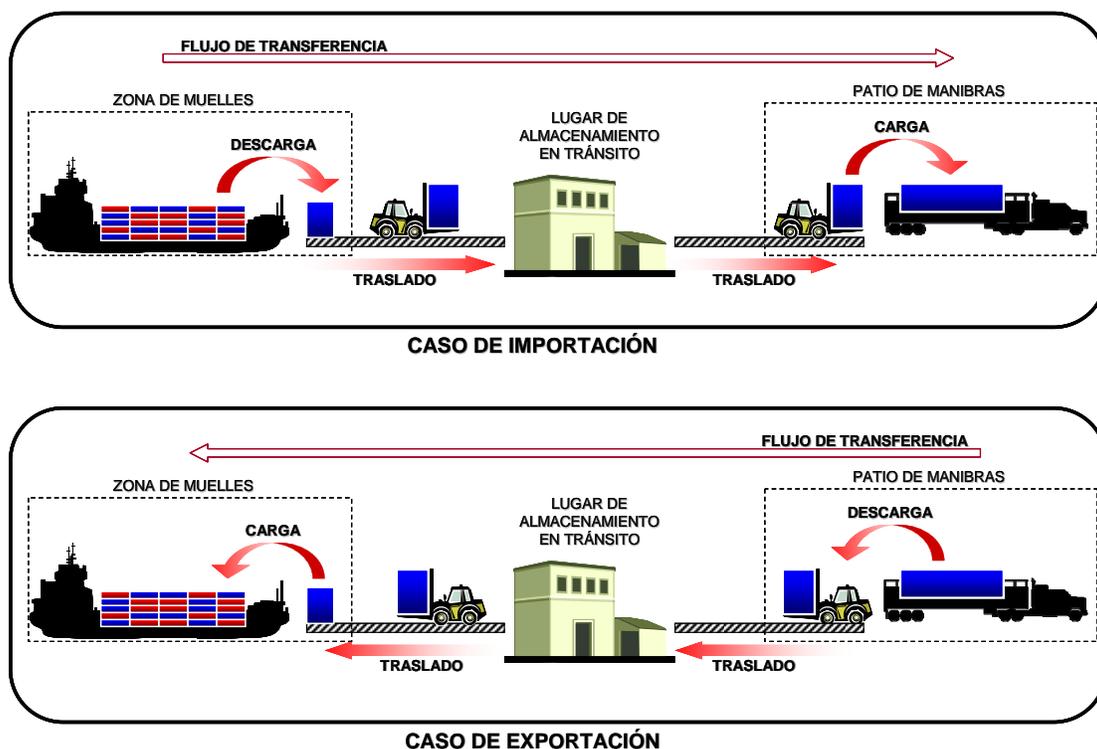


Figura 2.14
Casos de Importación y Exportación de Mercancías

³³ Que pueden ser silos para granel, patios para contenedores o para automóviles, depósitos para fluidos, etc.

Indicadores de Salida: Referidos a los efectos directos e inmediatos del proceso de transferencia de carga en cuanto a la forma, tiempo y condición en que sale la carga o mercancía de la Terminal después de haber sido transferida a otro medio.

Sistema de Indicadores de Resultado: Estos indicadores son el producto de la suma de las interacciones de todos los indicadores expuestos anteriormente:

$$\text{Indicadores de Entrada} + \text{Indicadores de Proceso} + \text{Indicadores de Salida} = \text{Indicador De Resultados}$$

Estos indicadores determinan los logros del sistema en el alcance de sus objetivos además que con ellos pueden evaluarse los impactos producidos por las acciones tomadas para poder así emitir un juicio acerca de lo que se está haciendo en el sistema de operaciones y poder modificar las acciones que redireccionen al sistema hacia sus objetivos. Esto se puede entender mejor en la figura 2.15.

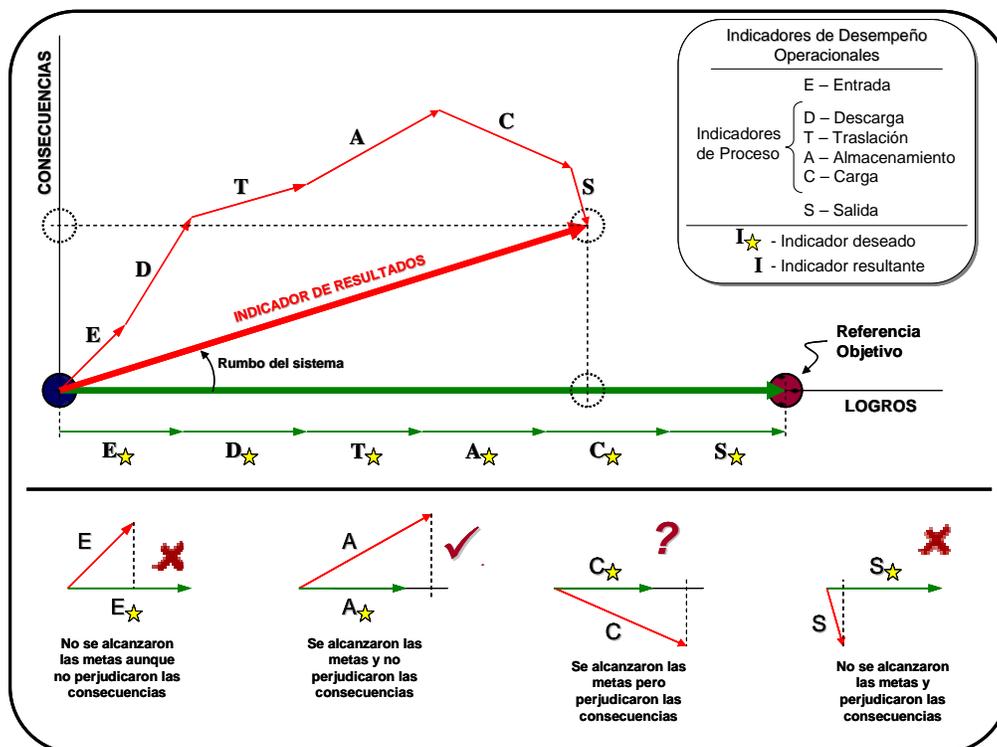


Figura 2.15
Sistema de Indicadores de Resultado

Estos indicadores de resultados nos indican los efectos totales de operar el sistema y miden los impactos de toda la operación de una forma integral. Se dice que son un “Sistema de Indicadores de Resultados” porque se forman a partir de otros indicadores de desempeño que en conjunto puedan dar una buena idea acerca de todo el sistema, por esta razón los “IO” que conformen este sistema deben ser pocos, de calidad y significativos.

Un ejemplo que aclara mejor la diferencia entre “MO” e “IO” sería el siguiente:

En las terminales de contenedores son muy utilizados los siguientes términos:

1. **TEU: Twenty Foot Equivalent Units.** Es la unidad básica para expresar la capacidad de los contenedores y equivale al volumen de un contenedor con dimensiones de 20 pies de largo, con altura y ancho estándar de 8 pies. De esta manera, si nos referimos a un contenedor estándar de 40 pies de largo con la misma altura y ancho, su capacidad sería de 2 TEUs, este indicador sirve (entre otros usos), para comparar la capacidad de diferentes terminales de Contenedores.

Así, suponiendo que se quiere medir la capacidad de una Terminal en el manejo de TEUs por año, la forma de calcular esta capacidad sería de la siguiente:

$$\underbrace{\left(\text{Número de contenedores de 40 pies manejados en un año} \times 2 \right)}_{\text{MO}} + \underbrace{\text{Número de contenedores de 20 pies manejados en un año}}_{\text{MO}} = \underbrace{\text{TEU's por año}}_{\text{IO}}$$

La medición de los contenedores ya sea de 20 o 40 pies, son métricas “MO” que por si solas no indican nada referente a la capacidad de la Terminal:

250,000 contenedores de 40 pies/año y 500,000 contenedores de 20 pies/año por separado no indican nada. Sin embargo en capacidad significan lo mismo ya que el de

40 pies ocupa el doble de espacio que el de 20 y esto lo va a definir el cálculo del indicador de los TEUs/año que es igual a 500,000 para ambos casos.

La medición de los contenedores ya sea de 20 o 40 pies, no pueden ser indicadores "IO" ya que las entradas de cualquiera de los dos tipos de contenedores no pueden ser controlables por ninguna Terminal, a menos que existan restricciones:

Si en el patio de una Terminal "X" caben 10 contenedores de 40 pies y 20 contenedores de 20 pies y en otra Terminal "Y" caben solo 40 contenedores de 20 pies, los dos datos por si solos no indican nada. Sin embargo las dos terminales tienen la misma capacidad de patio de 40 TEUs.

Si solo midiéramos la capacidad por el número de contenedores manejados por año, sin diferenciar entre los de 40 y 20 pies, estaríamos disfrazando la capacidad de la Terminal:

No ocupan el mismo espacio 10,000 contenedores de 40 pies que 10,000 contenedores de 20 pies en un patio, aunque en cantidad son lo mismo pero en dimensión no los son. En realidad el primer caso ocupa el doble de espacio que el otro. Esto se aprecia mejor si decimos que la primera Terminal tiene una capacidad de patio de 20,000 TEUs a comparación de la segunda, con capacidad de 10,000 TEUs.

De igual manera, si midiéramos la capacidad por medio del tonelaje manejado por año (por peso de la carga contenida en la caja o contenedor), estaríamos disfrazando la realidad y la capacidad de la Terminal, ya que los patios y equipos utilizados están acondicionados para manejar contenedores, no son básculas y están contemplados en la operación para manejar unidades y no peso.

Un contenedor vacío ocupa el mismo espacio que otro con las mismas características que contiene lingotes de acero. Por lo tanto el peso no define la capacidad de espacio en un patio, aunque puede restringir la capacidad de los equipos, a pesar de que en la realidad, están asignados para mover contenedores y no toneladas. El peso debe ser una

propiedad de la capacidad de espacio y no la capacidad es propiedad del peso, es decir, el peso no debería definir a la capacidad de espacio de una Terminal, más bien la capacidad de espacio debería definir el peso y por lo tanto, no podríamos definir la capacidad de espacio con base en el peso.

La medición de los TEUs es un buen indicador “IO” porque es una medida mundial creada para estandarizar capacidades en terminales, buques, y transporte terrestres, por lo que es fácilmente referenciable. En cambio, la medición del número de contenedores de 20 ó 40 pies es muy difícil que pueda ser referenciable (no podrían crearse metas por la aleatoriedad de las entradas de uno u otro tipo de contenedor a la Terminal).

Clasificación en 2000	Clasificación en 1999	Puerto	TEU en 2000	TEU en 1999	Variación en 2000	Variación en 1999
1	1	Hong Kong, China	18 100 000	16 210 792	11,7	11,2
2	2	Singapur	17 040 000	15 944 793	6,9	5,4
3	4	Busan	7 540 387	6 439 589	17,1	22,7
4	3	Kaohsiung	7 425 832	6 985 361	6,3	23,0
5	5	Rotterdam	6 275 000	6 343 242	-1,1	15,4
6	7	Shanghai	5 613 000	4 210 000	33,3	25,8
7	8	Los Angeles	4 879 429	3 828 852	27,4	67,1
8	6	Long Beach	4 600 787	4 408 480	4,4	29,4
9	9	Hamburgo	4 248 000	3 738 307	13,6	12,0
10	10	Amberes	4 082 334	3 614 246	13,0	21,7
11	15	Port Klang	3 206 428	2 550 419	25,7	16,5
12	12	Dubai	3 058 886	2 844 634	7,5	9,4
13	11	Nueva York	3 006 493	2 863 342	5,0	21,3
14	14	Tokio	2 960 000	2 695 589	9,8	16,1
15	13	Felixstowe	2 800 000	2 696 659	3,8	51,4
16	18	Bremerhaven	2 712 420	2 180 955	24,4	8,7
17	17	Gioia Tauro	2 652 701	2 253 401	17,7	55,6
18	16	Tanjung Priok	2 476 152	2 273 300	8,9	27,8
19	22	San Juan	2 392 749	2 084 711	14,8	11,9
20	20	Yokohama	2 317 393	2 172 919	6,6	-7,4

Fuente: Containerisation International, marzo de 2001 y Port Development International, abril de 2001.

En el Puerto de Veracruz, México, se manejaron 571,867 TEUs en el 2003³⁴ siendo no por mucho el segundo puerto nacional en manejo de carga contenerizada. Como dato adicional, la Hongkong Internacional Terminals (HIT) en el puerto de Hong Kong, China, manejó 6.392 millones de TEUs en el 2003, en comparación a la Terminal de ICAVE en el Puerto de Veracruz, que manejó 493,809 TEUs en el 2003. Ambas terminales pertenecen al grupo Hutchison Port Holding.

³⁴ Fuente: “Movimiento de Carga y Buques – Diciembre 2003”. reporte elaborado por APIVER

2. **CHBO: Contenedores por Hora de Buque en Operación.** Es la medida utilizada para definir el rendimiento en el manejo de contenedores. Este indicador sirve (entre otros usos), para comparar el rendimiento de una Terminal de Contenedores con otras de su mismo ramo. A diferencia del indicador TEU, para este indicador no interesa si es un contenedor de 20 o 40 pies, puesto que el rendimiento es igual para ambos, debido a que la grúa de pórtico (utilizada para subir o bajar los contenedores del buque), maneja un contenedor por vez, no importándole si es de uno u otro tipo. Es decir, este indicador nos muestra la cantidad de movimientos de carga o de descarga (buque – muelle o viceversa).

En la Terminal Especializada de ICAVE en el puerto de Veracruz, México, donde actualmente se tienen 5 grúas de pórtico (con capacidad de 40.6 tons. cada una), se tuvieron rendimientos en promedio de 79.9 CHBO en el 2003 y en algunos puertos del mundo (como la Terminal de Brani, Singapur), se han llegado a superar rendimientos de más de 200 CHBO por Terminal. En el 2001 en la Terminal de Hong Kong, China, se registró un solo operador que manipuló 15,660 contenedores en 7 días o 168 horas, es decir, tuvo un rendimiento promedio de más de 90 CHBO³⁵ (mas que toda la Terminal de ICAVE con sus 5 grúas en operación).

En Conclusión:

Para la evaluación de la operación seleccionada, debe definirse la forma en que se va a medir su desempeño dentro del sistema, ya sea por medio de una métrica o indicador de desempeño operacional. La operación directa trabaja con métricas “MO”, que pueden servir o no como indicadores “IO”, para la gestión de la Terminal; en pocas palabras, los operadores interactúan y conviven con contenedores de 20 o 40 pies y no con TEUs.

³⁵ Fuente: “El Transporte Marítimo 2001”; Informe de la secretaría de la UNCTAD, CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO, NACIONES UNIDAS Nueva York y Ginebra, 2001.

10. Análisis de Complejidad de la Operación Seleccionada:

Esta instancia tiene como propósito identificar y analizar las variables y las interdependencias relevantes de la operación seleccionada, con el fin de conocer la complejidad de la misma y apoyar en la selección adecuada de la técnica y/o herramienta de análisis para la elaboración del modelo formal.

Los elementos de un sistema interactúan de tal manera, que sus interacciones pueden ser tan complejas que se dificulte su análisis. La capacidad humana para comprender la complejidad de un sistema es muy limitada; por consecuencia, el grado de dificultad analítica aumenta enormemente conforme se incrementa levemente el número de variables interdependientes y aleatorias

Para conocer la complejidad de un sistema, es necesario analizar dos factores: Interdependencia y Variabilidad.

Interdependencias del sistema:

Son las relaciones de dependencia entre los elementos del sistema. Estas relaciones ocasionan que el comportamiento de un elemento afecte a otros elementos, provocando un “efecto dominó” o reacción en cadena (se presentan en procesos secuenciales y en las actividades donde se comparten recursos):

Si se saturan los silos de almacenamiento de una Terminal Granelera, la descarga del buque tendrá que parar.

Estas relaciones pueden ser sólidas o frágiles, dependiendo de qué tan estrechamente estén ligados los elementos. La diferencia entre una y otra, dependerá del impacto en el funcionamiento y desempeño. Es así que las relaciones sólidas tienen mayor impacto:

El rendimiento en la operación de descarga de un buque granelero dependerá de la capacidad de la banda transportadora que traslada el grano a los silos (relación sólida). En cambio la actividad de verificación del ritmo de descarga no afectará el rendimiento de la descarga (relación frágil).

Las relaciones frágiles “de causa y efecto no se relacionan estrechamente en tiempo y espacio” (Peter Senge, 1990). Son como una ola que disminuye su impacto, conforme se incrementa la distancia en tiempo y espacio:

Si se retarda la operación de descarga por la fumigación y aireación del grano³⁶ en las bodegas del Buque, podría afectar levemente el rendimiento de la descarga por querer cumplir el programa de recepción de buques (relación frágil). Aún más si se retardara la cosecha del grano en el país de origen, no puede afectar el rendimiento de descarga (relación nula).

Una vez reconocidas estas interdependencias, tendrán que valorarse para minimizar el número de ellas en el diseño del modelo formal, con la intención de facilitar su análisis. Parecería lógico quitar aquellas relaciones frágiles. Sin embargo, se debe tener mucha cautela para eliminarlas, sin que ello desvíe considerablemente la realidad de la operación. Esta selección deberá tomar en cuenta la variabilidad del sistema.

Variabilidad del sistema:

La variabilidad es una característica inherente en cualquier sistema que involucra humanos y maquinaria que combinados causan grandes estragos en la planeación de la operación. Esta variabilidad combinada con los efectos de las interdependencias, hacen que los sistemas sean mas complejos e impredecibles. En la tabla 2.16 se mencionan los tipos de Variabilidad.

³⁶ Tarda aprox. 24 hrs. y de acuerdo con el producto que porta el barco, en función de la norma Fitozoosanitaria vigente

La tendencia de planear y calcular la capacidad y desempeño de los sistemas con base en valores promedio (ignorando la variabilidad), distorsiona el verdadero marco y lleva a predicciones inexactas del desempeño:

Aplicar la misma secuencia y forma de descarga en base al buque promedio

Es recomendable hacer la descripción de la naturaleza de la variabilidad y evaluar el rango del impacto que la variabilidad podría tener en el desempeño del sistema.

Tipos de Variabilidad	Ejemplos
Tiempo de las Actividades	Tiempos de las operaciones, tiempos de reparaciones, tiempos de puesta en operación.
Decisiones	Aceptar o rechazar cierta maniobra, donde dirigir la carga, qué tarea realizar a continuación.
Cantidades	Tamaño del buque, número de buques programados, tonelaje de grano, número de contenedores a maniobrar.
Intervalos de los Eventos	Tiempo entre turnos, Tiempo entre llegadas de vagones, tiempo entre falla del equipo, tiempo entre paro de operaciones por cuestiones climatológicas.
Atributos	Tipo de grano, tipo de contenedor, edad de los operadores, experiencia, nivel de habilidad.

Tabla 2.16
Tipos de Variabilidad

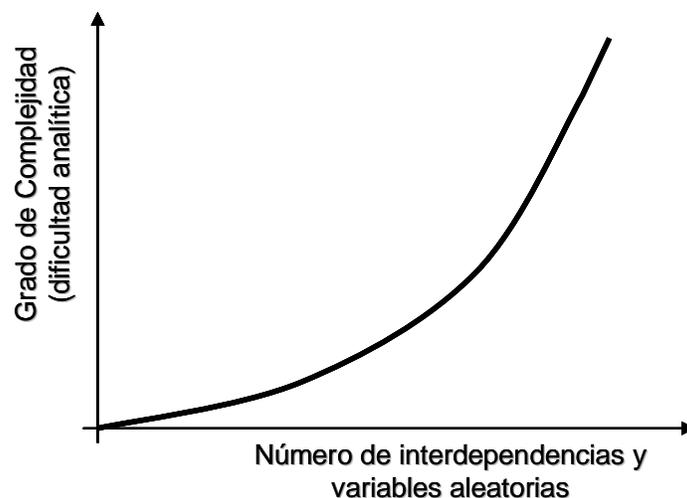
La variabilidad entonces, define las variables aleatorias del sistema que una vez identificadas, se tendrán que valorar para reducir e incluso eliminar en lo posible esta variabilidad. El análisis de la operación se hace mucho más fácil sin tener que lidiar con ellas. La simulación es una buena herramienta de análisis, si es inevitable esta variabilidad.

Análisis de la Complejidad del Sistema:

Se recomienda utilizar el ejemplo de la tabla incluida en el *Anexo 3*, para poder conocer las propiedades de la operación seleccionada (variables e interdependencias) y poder decidir cuales de ellas deben ser consideradas en el modelo formal. La decisión de considerarlas o no, dependerá del impacto que tiene la variabilidad y las interdependencias de la operación en el sistema. Es por ello que se incluye en el *Anexo 3*, una matriz que puede ayudar en la decisión de contemplar o no, la propiedad analizada.

Se tendrá mayor conocimiento de la complejidad del sistema, a medida que se profundice en este análisis. La complejidad será directamente proporcional al número de variables aleatorias e interdependencias que se tengan y contemplen en el sistema para su análisis (ver fig. 2.17).

El nivel de complejidad se incrementará a medida de que crezca el número de interdependencias. Cuando el número de variables sea igual o mayor al número de interdependencias, el sistema será muy complejo y disminuirá a medida de que el número de variables aleatorias sea menor al número de interdependencias.



Fuente: Simulation Using Promodel, segunda Edición.

Figura 2.17
Complejidad vs Interdependencias y aleatoriedad

11. Seleccionar Técnica y/o Herramienta de Análisis:

El propósito de este paso es el de seleccionar la técnica(s) y/o herramienta(s) adecuada(s) de análisis que constituirán al modelo formal de la operación seleccionada. Esta instancia concluirá cuando se haya construido el modelo formal.

Un modelo formal define la solución al problema en función del comportamiento de las variables y establece con mayor precisión el valor de ellas. En pocas palabras es el modelo cuantitativo que servirá como medio para poder experimentar el comportamiento de cierta operación. Para poder construirlos se requiere de cierta destreza formal y habilidad para llegar a conclusiones significativas del sistema formal del pensamiento abstracto. Este modelo formal debe considerar las interdependencias, variables, restricciones y propiedades de la operación analizada, de forma tal que se represente de una manera abstracta la realidad del sistema. Una ecuación, una función objetivo, una hoja de cálculo, un modelo conceptual que tenga asignado valores en sus variables, un modelo de simulación o un simple pictograma de cálculo pueden servir como modelo de análisis; un conjunto de varios de ellos pueden conformar el modelo formal.

Las técnicas y herramientas utilizadas para analizar la operación seleccionada y construir el modelo formal se pueden clasificar de la siguiente manera:

Simulación³⁷:

La simulación es la imitación del comportamiento de un sistema (abstracción de la realidad) como una función del tiempo, utilizando un Modelo de Simulación para evaluar y mejorar el desempeño del sistema. La simulación debe ser considerada como una herramienta de evaluación y no de solución.

La simulación proporciona las siguientes ventajas:

- ✓ Registra las interdependencias del sistema.

³⁷ Fuente: Harrell-Ghosh-Bowden, (2003). SIMULATION USING PROMODEL. Mc Graw Hill.

- ✓ Considera la variabilidad del sistema.
- ✓ Es lo suficientemente versátil para modelar cualquier sistema.
- ✓ Toma en cuenta el tiempo y por lo tanto la dinámica del sistema (corre en tiempo real, reducido o al igual en demoras).
- ✓ Es de menor costo, menor consumo de tiempo y evita tener que experimentar directamente en el sistema.
- ✓ Rompe con las técnicas tradicionales de prueba y error.
- ✓ Fuerza la atención en el detalle de su diseño.
- ✓ Provee resultados que son fácilmente entendibles y comunicables. Existen paquetes que permiten la visualización del proceso mientras se corre la simulación, esto permite una mejor apreciación del modelo y pueden detectarse con mayor facilidad los errores del modelo y las áreas críticas de operación.
- ✓ Proporciona libertad ilimitada para probar hipótesis de mejoras en el desempeño del sistema, libre de riesgo.
- ✓ Puede trabajar con información inexacta pero no con información incompleta.
- ✓ La simulación es cada vez más fácil de usar debido a su desarrollo tecnológico.

Las desventajas que presenta la simulación son:

- ✓ Se requiere de algo de entrenamiento y experiencia para utilizar la simulación. Mientras más complejo sea el sistema mayor experiencia será requerida por parte del simulador (persona).
- ✓ Se requiere de software especializado que puede ser muy costoso y difícil de utilizar.
- ✓ Puede ser muy costosa en relación al beneficio esperado.
- ✓ Puede ser un exceso de potencia para analizar cierto problema (querer matar una mosca con una pistola).
- ✓ Los resultados no son determinantes (por la variación en el tiempo) y en cierta forma no son comprobables de tal manera que no pueden asegurarse los resultados obtenidos (y más cuando se contemplan variables aleatorias). La garantía de estos resultados dependerá de la experiencia y habilidad para simular.

- ✓ La simulación es de rápido crecimiento tecnológico por lo que la actualización en este tema es muy importante.

La simulación es apropiada si los siguientes criterios son obtenidos:

- ✓ **Las decisiones deben de ser de naturaleza operacional:** No es tan útil para resolver problemas cualitativos.
- ✓ **Procesos bien definidos y repetitivos:** la simulación solo aplica si se puede describir cómo opera el proceso. El comportamiento aleatorio se puede describir con expresiones y distribuciones de probabilidad.
- ✓ **El sistema debe de mostrar alguna interdependencia y variabilidad:** Algunas interdependencias simples son fáciles de resolver si no existe variabilidad en las actividades (ver punto 10).
- ✓ **El impacto del costo de la decisión es más grande que el costo de hacer la simulación:** (ver fig. 2.18) Algunas veces el impacto de la decisión en sí es tan insignificante que no garantiza el tiempo y esfuerzo para conducir una simulación.
- ✓ **El costo de experimentar en el sistema es más grande que el costo de hacer la simulación:** en ciertas situaciones puede ser más fácil y económico experimentar en el propio sistema.

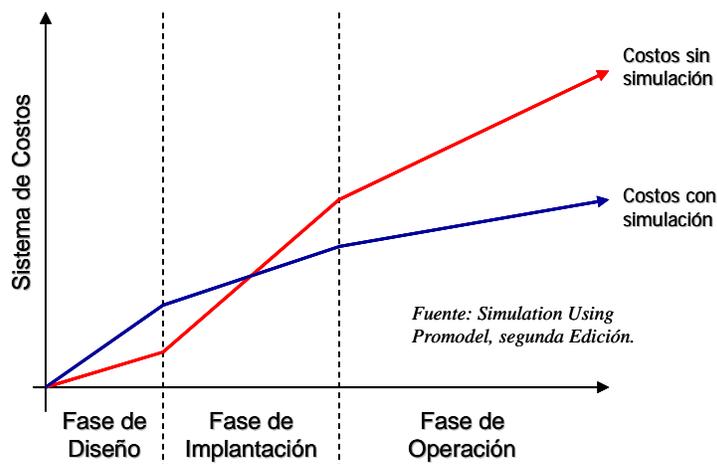


Figura 2.18
Impactos de la Simulación en los Costos

Los Tipos de Simulación son³⁸:

1. **Estática:** no esta basada en el tiempo y a menudo toma muestras aleatorias para generar un resultado estadístico. Se le conoce también como Simulación Monte Carlo. Un ejemplo es el tirar los dados o jugar a la ruleta.
2. **Dinámica:** toma en cuenta el paso del tiempo. Considera los cambios de estado cuando ocurren a través del tiempo, es decir, las variables son actualizadas conforme avanza el tiempo. Es muy adecuada para simular sistemas de manufactura y servicios.

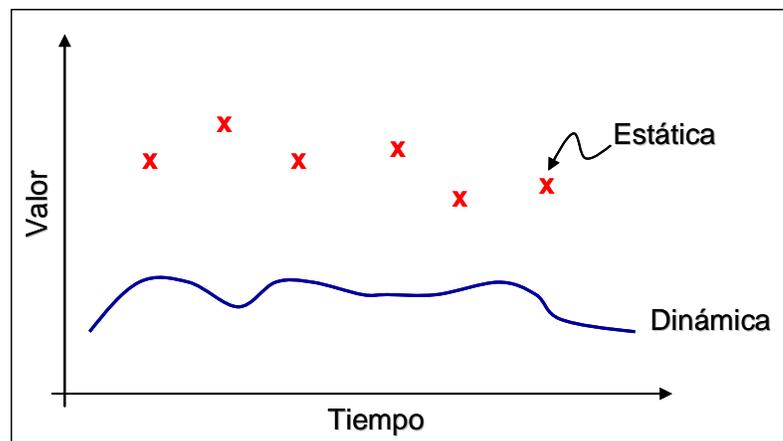


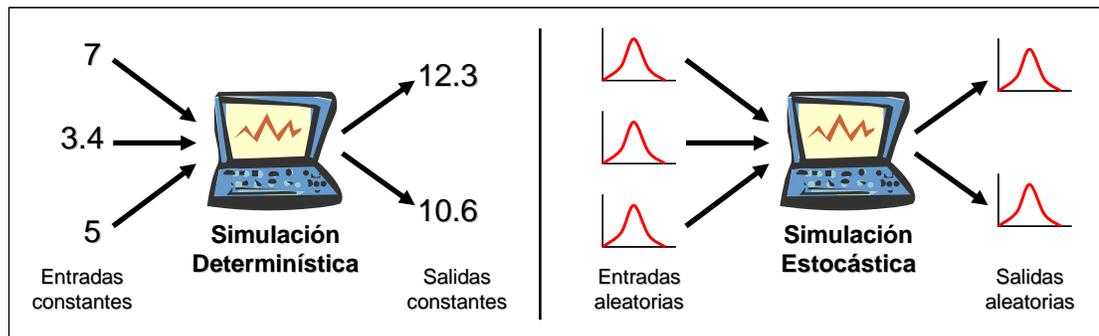
Figura 2.19
Simulación Estática vs. Simulación Dinámica

3. **Estocástica:** donde una o más variables de entrada son aleatorias. Se les conoce también como *Simulación Probabilística* porque utiliza distribuciones de probabilidad para representar la aleatoriedad del sistema. Los resultados por consecuencia son aleatorios, por lo que en cada corrida de la simulación se obtienen diferentes resultados; los desempeños estimados del sistema son obtenidos por el cálculo del valor

³⁸ Fuente: Harrell-Ghosh-Bowden, (2003). SIMULATION USING PROMODEL. Mc Graw Hill.

promedio de todas las corridas. Un ejemplo sería la entrada y salida de autos en un estacionamiento público.

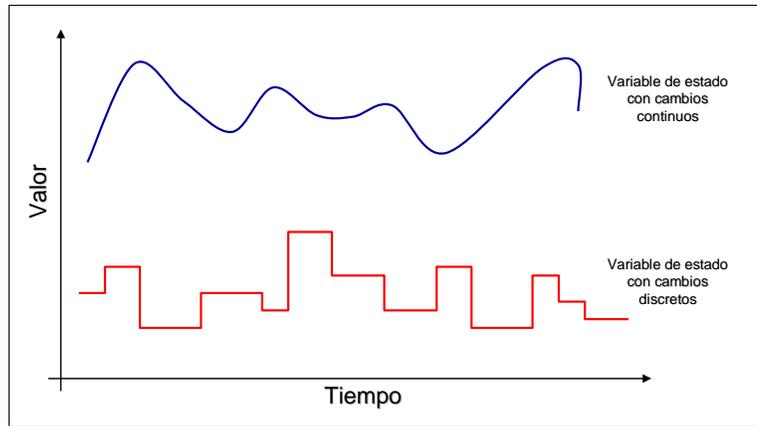
4. **Determinística:** cuando las variables de entrada son constantes. Los resultados obtenidos son precisos y siempre son los mismos sin importar cuantas veces se corra la simulación. Un ejemplo sería un proceso petroquímico en donde entran determinadas cantidades de ciertos productos y salen determinadas cantidades de productos derivados de los primeros.



Fuente: Simulation Using Promodel, segunda Edición.

Figura 2.20
Simulación Determinística vs. Simulación Estocástica

5. **Eventos Discretos:** cuando se refieren a un cambio-discreto en las variables de estado. Un ejemplo es el número de barcos atendidos en un puerto durante un mes.
6. **Eventos Continuos:** cuando las variables de estado cambian continuamente con respecto al tiempo. Un ejemplo es el nivel de grano en un silo de almacenamiento que se está llenando y vaciando continuamente.



Fuente: *Simulation Using Promodel, segunda Edición.*

Figura 2.21
Simulación de Eventos Discretos vs. Simulación de Eventos Continuos

Por último existen dos formas de realizar una simulación: la primera es la *Simulación Virtual* que ha tenido gran auge en las últimas décadas con la creciente y avanzada tecnología de la computación. La segunda es la *Simulación Física* con modelos a escala, en donde se representa físicamente y a escala el sistema real; esta ha sido en parte desplazada por la simulación virtual, sin embargo se sigue utilizando en ciertas disciplinas por ser menos compleja que la primera³⁹.

🔧 **Técnicas y Herramientas de Investigación de Operaciones:**

La Investigación de Operaciones utiliza modelos matemáticos para resolver problemas que tienen relaciones de interdependencia simples hasta relaciones moderadamente complejas y no contemplan en sus modelos el transcurso del tiempo.

Su propósito es el de determinar el mejor curso de acción de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados y proporcionan respuestas cuantitativas rápidas

³⁹ En la hidráulica se utilizan mucho los modelos hidráulicos que representan físicamente y a escala diferentes configuraciones de canales, presas, etc. En materia de ingeniería portuaria se utilizan para simular diferentes fenómenos en configuraciones de muelles, obras de protección e incluso en los mismos buques que son construidos a escala.

sin pasar por el proceso tradicional de prueba y error. Se concentran en el desarrollo de modelos determinísticos con más y mejores algoritmos que tratan de resolver ciertos “problemas tipo”⁴⁰:

- ✓ Problemas de asignación o distribución
- ✓ Problemas de inventarios
- ✓ Problemas de reemplazo
- ✓ Problemas de líneas de espera
- ✓ Problemas de secuenciación
- ✓ Problemas de localización
- ✓ Problemas de competencia

En la literatura existen infinidad de Modelos de Investigación de Operaciones para cierto tipo de problema y específicamente para un problema determinado, pero en general pueden dividirse en dos clases generales:

1. **Técnicas Prescriptivas:** proporcionan una solución óptima al problema⁴¹ considerando las restricciones del sistema y son generalmente aplicables cuando sólo se desea una sola función objetiva (como minimizar los costos o maximizar la utilidad). Aquí se incluye la programación lineal y la programación dinámica que formulan Modelos de Programación Matemática.
2. **Técnicas Descriptivas:** proporcionan soluciones probabilísticas y como su nombre lo indica, se enfocan a describir al problema utilizando datos estadísticos. Aquí se incluyen la teoría de decisiones y juegos, la teoría de líneas de espera, el PERT-CPM, etc. y también se incluye la simulación dentro de esta clase, pero es conveniente tratarla por separado para marcar su importancia⁴². Existen gran variedad de

⁴⁰ Fuente: “El Pensamiento Sistémico – caracterización y principales corrientes”; Cuadernos de Planeación y Sistemas no. 3, Arturo Fuentes Zenon; Facultad de Ingeniería, UNAM.

⁴¹ Por ejemplo: Optimizar el uso de grúas para minimizar el costo de la descarga.

⁴² Cuando en un modelo probabilístico ciertas variables estadísticas (p.e. promedio de entradas) son modeladas como variables en función del tiempo, entonces estamos hablando de un modelo de simulación.

modelos descriptivos (de inventarios, de líneas de espera, etc.), pero en general pueden ser considerados como Modelos Probabilísticos.

En la actualidad existe gran cantidad de herramientas que son de utilidad en la investigación de operaciones, sobretodo en el campo de la computación que facilitan los cálculos que generalmente son muy extensos y complicados y se basan usualmente en valores de entrada constantes y se determinan usando cálculos estáticos. Además existen modelos específicos ya formulados para determinado problema pre-establecido, sin embargo debe de considerarse siempre la realidad del sistema y adaptarlos a esta.

Otras Técnicas y Herramientas de Análisis:

Algunas situaciones son tan básicas que pueden ser resueltas por cálculos sencillos obteniendo resultados satisfactorios. Es así que una buena observación, cierta capacidad de comprensión, técnicas y herramientas básicas (como el algebra y la computadora o calculadora respectivamente) pueden ser utilizadas para resolver cierto problema.

Los modelos formales que resulten de esta clasificación se les nombrarán como Modelos Básicos y son construidos en base a:

1. Cálculos a mano
2. Pictogramas o bocetos de cálculo
3. Hojas de Cálculo
4. Observación directa (cálculo mental)
5. Otras técnicas básicas en donde la capacidad del humano no sea rebasada por la necesidad de otro tipo de técnicas que se mencionaron anteriormente.

En conclusión sobre este tema:

- Los modelos de análisis para operaciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

MODELOS DE ANÁLISIS		
Clasificación	Clases	Tipos
Modelos de Simulación	Virtuales	Estáticos Dinámicos Estocásticos
	Físicos (a escala)	Determinísticos Discretos Continuos
Modelos de Investigación de Operaciones	Prescriptivos	Programación Matemática
	Descriptivos	Probabilísticos
Modelos Básicos	Sencillos	Cálculos a mano Pictogramas o bocetos de cálculo Hojas de Cálculo Observación directa (cálculo mental) Otros

Tabla 2.22
Modelos Operativos de Análisis

- Un Modelo Formal puede construirse en base a un conjunto de diferentes tipos de modelos de análisis o puede ser solamente uno de ellos.
- Un Modelo Formal debe acoplarse (dentro de lo posible) a la realidad del sistema y no la realidad al modelo.
- Debe ser de lo más práctico y sencillo posible para evitar caer en un exceso de teoría que dificulte su práctica o por el contrario en caer en un exceso de practicidad que disfrace la realidad. Hay que buscar la equidad entre teoría y práctica.
- El Modelo Formal debe revisarse y comprobarse para que efectivamente se adapte y represente en lo más posible la realidad del sistema.
- Una vez construido el Modelo Formal, este servirá para experimentar en el y estar en condición para describir los escenarios operacionales que se podrían presentar en el sistema con la operación seleccionada.

Etapa de Validación:

Esta etapa tiene como propósito examinar la validez y exactitud de los modelos (conceptual y formal) antes de utilizarlos para definir los escenarios que se podrán presentar con la operación seleccionada. La verificación y validación son procesos críticos para el análisis de la operación seleccionada.

El proceso de modelación es reiterativo puesto que conforme se va desarrollando la traducción del sistema en diferentes modelos se van aclarando conceptos (ver fig. 2.23). Es por esto que la validación del modelo conceptual no se realiza en seguida de haberlo elaborado en el paso 7.

Si el modelo conceptual es válido por lo tanto el modelo formal lo debería ser, una vez que haya sido verificado. En esta lógica primero debería realizarse la validación del modelo conceptual, sin embargo se sugiere realizar primero la verificación del modelo formal ya que su construcción está fresca (porque se realizó en el paso anterior) y esto es necesario para poder detectar los posibles errores en su estructura.

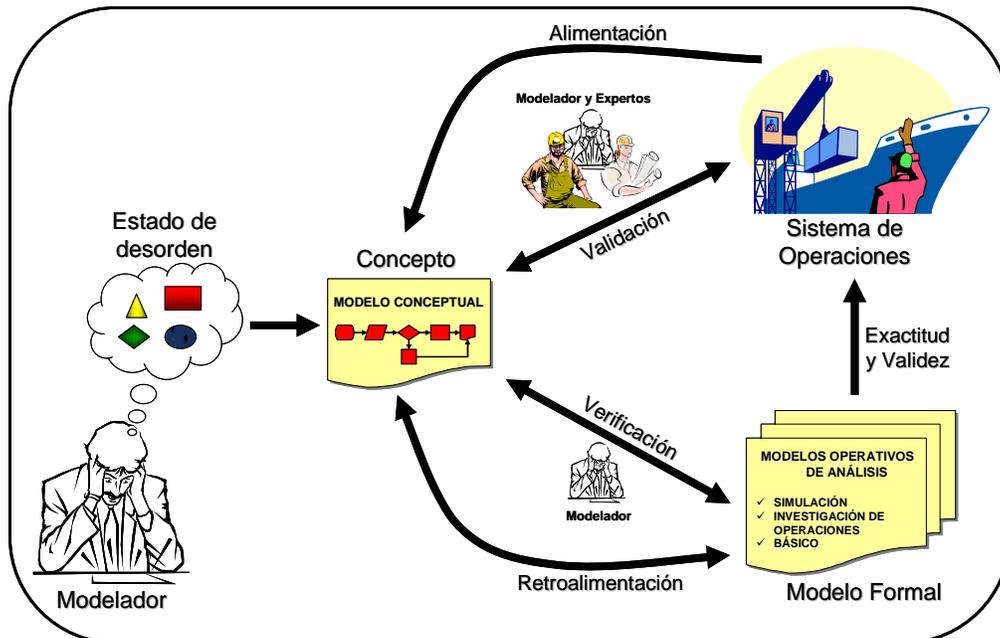


Figura 2.23
Proceso de Modelación o Traducción de un Sistema

12. Verificación del Modelo Formal:

La verificación consiste en determinar si el modelo formal refleja correctamente la operación seleccionada, es decir, determinar si el modelo formal opera correctamente y como se tiene pensado, utilizando como referencia el modelo conceptual. En pocas palabras es verificar que la estructura del modelo formal sea la correcta y este correcta.

Es también conocida como el proceso de depuración en donde se pretende eliminar aquellos errores que pueda tener el modelo formal. Estos errores pueden presentarse por dos causas:

1. **Errores de sintaxis:** son errores de gramática o de transcripción. Por ejemplo, en la ecuación $\{2x + 2 = 4x\}$ el error es de omisión y lo correcto sería $\{2x + 2x = 4x\}$ o en el caso de $\{2x + 2 = 4\}$ el error es de adición, lo correcto sería $\{2 + 2 = 4\}$ y en el caso de que un dato este mal capturado por error de traspapeleo (esto ocurre con mayor frecuencia sobretodo en los modelos de simulación).
2. **Errores semánticos:** son errores de la lógica asociados con el sentido e intención del modelador⁴³. Son muy difíciles de detectar.

Para verificar cierto modelo se recomienda lo siguiente:

- 🔧 **Revisar que los resultados sean lógicos:** una forma es remplazando variables aleatoria y resultados probabilísticos por constantes en todas sus variables y resultados determinísticos.
- 🔧 **Por simple sentido común:** verificando que los resultados sean razonables y que no tengan incongruencias con el sistema.
- 🔧 **En el caso de modelos de simulación:** revisar el código del modelo, utilizar las herramientas de rastreo y depuración del software si se tienen y observar visualmente el funcionamiento del modelo.

⁴³ La forma de captar, ver y modelar un sistema (visión del mundo) es diferente en cada persona, por eso es muy difícil que el modelador o el mismo grupo de modeladores puedan identificar sus errores de concepción y lógica. Es por lo anterior que en la validación participen personas ajenas a la modelación que entiendan el funcionamiento del sistema.

13. Validación del Modelo Conceptual:

La validación es determinar si el modelo conceptual es una representación significativa y correcta del sistema real (*Hoover y Perry 1990*). La validación se enfoca a que el modelo conceptual construido sea el correcto a comparación de la verificación que se enfoca a que la construcción del modelo formal este correcto.

Es necesario que participen en este proceso los involucrados directamente en la modelación y los expertos del sistema para valorar la exactitud del modelo conceptual con el sistema. Es por esto que un buen entendimiento del sistema (paso 1 y 2) sirve para garantizar la validez del modelo. La validación se basa en evidencias disponibles.

Las técnicas más usadas para validar el modelo son:

- ✓ Comparar con el sistema actual (para calibrar el modelo)
- ✓ Comparar con sistemas similares
- ✓ Comparar con otros modelos
- ✓ Conducir pruebas con condiciones extremas
- ✓ Revisar por confrontación
- ✓ Probar con datos históricos
- ✓ Trazar el funcionamiento
- ✓ Observación del comportamiento del modelo

En Conclusión:

- ✚ La verificación consiste en revisar que la estructura del modelo formal esté correcta.
- ✚ La validación acepta la validez del modelo conceptual con el sistema.
- ✚ La etapa de verificación y validación es importante para el éxito de la Ex-Opp ya que es natural que existan errores en la construcción de los modelos.
- ✚ La modelación o traducción del sistema es un proceso reiterativo que necesita ser continuamente refinado; esta refinación se logra mediante la verificación y la validación continua.

- ✚ Las principales razones por las que se descuidan estas importantes actividades son por: presiones de tiempo y presupuesto, pereza, exceso de confianza e ignorancia.

Etapas de Resolución:

En esta etapa se realizarán diferentes análisis utilizando el modelo formal para determinar las condiciones, situaciones y variables que se tendrán con la operación seleccionada. Esta etapa concluirá con la elaboración de los escenarios posibles que determinarán el desempeño de dicha operación.

14. Análisis de Resultados:

El propósito de este inciso es obtener los alcances, limitaciones, condiciones, situaciones y variables relevantes que tendrá la operación seleccionada dentro del sistema de operaciones. Esto se logrará haciendo diferentes experimentos en el modelo formal, manipulándolo de tal forma que puedan conocerse diferentes aspectos de la operación evaluada.

La primera aproximación a este análisis de resultados es la solución directa. En el caso de que el objetivo de la Ex-Opp fuera obtener la solución óptima (suponiendo un problema de asignación de recursos con un modelo de programación matemática de investigación de operaciones), esta será la primera aproximación al resultado. Sin embargo deben de hacerse otros análisis para poder evaluar la operación.

Los análisis secundarios que deben aplicarse en el modelo formal son:

1. **Análisis de Sensibilidad:** Este análisis tiene la intención de identificar aquellas variables que son más vulnerables en la operación y que por tanto son las más sensibles y que impactan con mayor peso en el sistema. Este análisis consiste

en ir modificando cada una de las variables a la vez y de forma drástica. Existen herramientas incluidas en paquetes de cómputo (como “*solver*” de Excel) que realizan de manera automática estos análisis y que son de gran ayuda. Sin embargo la interpretación de estos resultados es en si un gran problema que dependerá de la capacidad y experiencia del evaluador. La otra forma es más rudimentaria y consiste en cambiar manualmente una variable a la vez e ir identificando la sensibilidad de cada variable respecto a las otras. Las variables más sensibles por ende son las que requerirán de mayor cuidado en la operación y que influirán en la evaluación para determinar el grado de viabilidad de la operación seleccionada.

2. ***Análisis de Escenarios Múltiples:*** Este análisis consiste en modificar 2 o más variables relevantes a la vez para identificar aquellos escenarios en donde la operación es más vulnerable. Para ello es necesario construir escenarios exploratorios que puedan presentarse en el sistema. Estos escenarios pueden ser contruidos en relación a escenarios base, optimistas y pesimistas. Los escenarios base son aquellos en donde el valor de las variables es el más probable o también llamado escenario medio. Cuando hablamos de escenarios extremos (optimistas y pesimistas), todas las variables relevantes deben llevarse a valores extremos a la vez. Una vez de haber sido analizados los diferentes escenarios, estos tomarán parte en la evaluación para determinar la viabilidad de la operación evaluada.
3. ***Análisis de Riesgo:*** Este análisis se enfoca a identificar los posibles riesgos que se pudieran presentar con la operación seleccionada y que impactarán de manera importante al sistema.

15. *Presentación de Resultados:*

Esta instancia consiste en recopilar los resultados del paso anterior con la idea de tener una síntesis clara de las situaciones, variables y escenarios más relevantes de la operación seleccionada que puedan impactar de manera importante al sistema.

Deberá contener las conclusiones (de una forma ordenada) que se generen de los diferentes análisis que se realizaron en el paso anterior con el propósito de tener un panorama amplio de la vulnerabilidad y riesgos de la operación seleccionada.

Etapas de Evaluación:

En base a todos los análisis y estudios antes realizados, el propósito de esta etapa es determinar la viabilidad de la operación seleccionada y así apoyar la decisión de si es conveniente o no ponerla en acción.

La evaluación consistirá entonces en comparar los resultados y sus conclusiones con los objetivos de operación y calificar su desempeño para poder emitir un juicio sobre su viabilidad y entonces poder decidir si la operación es implantada o necesita ser refinada de forma tal que pueda garantizarse el cumplimiento de los objetivos operacionales planeados.

16. Contrastar Resultados vs. Objetivos de Operación:

La intención de este paso es detectar los desajustes que se podrán presentar con la operación seleccionada en relación a los objetivos para los cuales fue diseñada; para ello se deben definir los impactos que tendrán en el sistema cada una de las situaciones y escenarios antes analizados. Además deben definirse las causas que no permitirían llegar a cumplirlos, es decir, se tienen que definir las contingencias de operación para cada situación detectada en la etapa de resolución.

Se recomienda diseñar un plan de acción para cada una de las contingencias con la finalidad de disminuir el impacto en el desempeño si se llegarán a presentar en el sistema, de manera que se puedan prevenir, dentro de lo posible, estas situaciones.

17. Determinar la Viabilidad Operativa de la Operación Seleccionada:

La viabilidad operativa se podrá determinar mediante la asignación de probabilidades de ocurrencia para cada una de las situaciones y escenarios que puedan afectar o impactar al sistema, de tal manera que se pueda valorar el desempeño general de la operación seleccionada y entonces decidir si es o no viable y si es conveniente ponerla en práctica o refinarla o de plano rechazarla para no errar en el alcance de los objetivos deseados.

Etapas de Implantación:

18. Definición de Parámetros y Políticas Operacionales:

En el caso de haber tomado la decisión de implantar la operación evaluada, se concluirá con la elaboración de las políticas de operación y la definición de los parámetros y lineamientos (incluyendo la forma de controlar dicha operación) que lleven por buen camino el desempeño de la operación y que servirán para controlar, planear y dirigir la operación en el alcance de sus objetivos una vez que se encuentre en funcionamiento la Terminal.

Estas definiciones deben incluir las acciones que se tomarán para prevenir y enfrentar las situaciones contingentes de operación que se puedan presentar y que impacten el desempeño del sistema.

Una **política operacional** es una orientación o directriz que rige la actuación de los decisores del sistema en un asunto o campo determinado de la operación. Es también un plan con que se conduce cierto asunto operativo o se emplean los medios operativos para alcanzar un fin determinado. Por ejemplo, no se podrán utilizar las grúas del barco para mover las tolvas del muelle.

Un **parámetro operacional** es un dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación operativa y sirve principalmente para la planeación y

programación de la operación en una Terminal. Por ejemplo, la capacidad del almacén será superada (saturación) si se reciben más de 5 barcos seguidos con determinadas características.

Un ***lineamiento operacional*** es un rasgo característico de determinada operación por el cual se distingue y se conoce su desempeño. Sirve principalmente para medir el desempeño del sistema de operaciones. Por ejemplo, en la descarga de un buque granelero el rasgo característico de la operación es la almeja (sistema mecánico de agarre del grano manipulado con una grúa) y su desempeño se conocerá por el número de almejazos que realice un operador por hora trabajada.

Etapas de Retroalimentación:

La etapa de retroalimentación fue insertada en la Evaluación Ex-Opp para el caso en que la operación seleccionada no sea del todo viable y pueda ser refinada. Esta etapa permite un proceso iterativo para llegar a la viabilidad operativa deseada en donde reconecta a la evaluación con el análisis de nuevas soluciones.

Capítulo 3

PLANEACIÓN Y OPERACIÓN PORTUARIA

3.1 CONCEPCIÓN SISTÉMICA DE LAS TERMINALES MARÍTIMO-PORTUARIAS DE CARGA

Generalidades

El transporte puede ser clasificado en dos grandes tipos dependiendo de la naturaleza de lo que mueve (Carga o Pasajeros), que tienen características muy diferentes de servicio y diseño con estructuras totalmente distintas según sea el caso. Aunque existen instalaciones portuarias dedicadas al transporte de pasajeros (Terminales de cruceros, marinas, náuticas, etc.) es de nuestro interés analizar el *transporte de carga* puesto que como se verá más adelante, en esta clasificación se encuentran los puertos con actividad comercial y las respectivas terminales portuarias que las integran.

Origen	Clasificación	Destino	Consumidor	Beneficiario
Lugar A		Lugar B	Pasajero	Pasajero
Entidad A		Entidad B	Mercancía	Cliente del Servicio

Figura 3.1
Clasificación del Servicio del Transporte

Cabe destacar que en el transporte de carga la *mercancía* en sí es la que consume el servicio de transporte porque es esta la que se mueve y no el cliente del servicio de transporte; lo anterior es una de las grandes diferencias que se tienen con el *transporte de pasajeros* en donde el cliente (el pasajero) es tanto el beneficiario como el consumidor del servicio de transporte.

Para cumplir con el objetivo primordial del servicio de transporte de carga (se define más adelante), se conceptuará sistémicamente a las terminales portuarias, objeto de este análisis, tomando en cuenta los siguientes aspectos¹:

✚ El **enfoque de sistemas** tiene tres características básicas:

1. Holístico: considera todos los aspectos relevantes del objeto de estudio que en este caso es la Terminal portuaria.
2. Transdisciplinario: necesita auxiliarse de muy diferentes disciplinas.
3. Dinámico: estudia no solo el génesis del objeto a través del desarrollo histórico, sino sus procesos de cambio continuo.

✚ Un **sistema** es un conjunto de elementos que cumple tres condiciones:

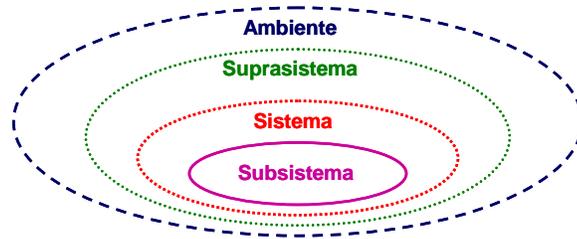
1. Los Elementos están relacionados entre sí.
2. El comportamiento de cada elemento afecta al comportamiento del todo.
3. La forma en que el comportamiento de cada elemento afecta al comportamiento del todo depende de al menos de uno de los demás elementos.

✚ Los sistemas no existen aislados, sino conforman una jerarquía sistémica. Todo sistema es parte de un sistema mayor que lo comprende y que se denomina suprasistema y, a su vez, comprende como elementos a sistemas menores que constituyen sus subsistemas.

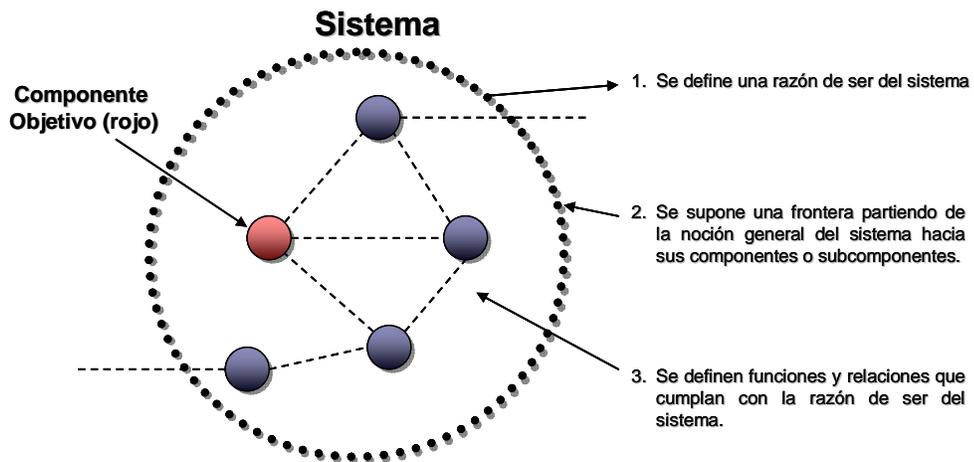
✚ Los sistemas impactan y son impactados por la realidad inmediata a ellos. Esta porción de la realidad inmediata que puede impactar al sistema o ser impactada

¹ Fuente: Curso Propedéutico de Planeación, UNAM, 2003

por éste es lo que se le denomina ambiente o entorno del sistema y están integrados por los suprasistemas.



Se utiliza como referencia, el **Método Deductivo por Funciones** (Gelman, Ovsei; 1980) para construir al objeto como un sistema y que a continuación se explica brevemente y como modelo conceptual:



La Ley Mexicana de Puertos en su Artículo 2º define al “Puerto” como “*El lugar de la costa o ribera habilitado como tal por el Ejecutivo Federal para la recepción, abrigo y atención de embarcaciones, compuesto por el recinto portuario y, en su caso, por la zona de desarrollo, así como por accesos y áreas de uso común para la navegación interna y afectas a su funcionamiento; con servicios, terminales e instalaciones, públicos y particulares, para la transferencia de bienes y trasbordo de personas entre los modos de transporte que enlaza.*”

Sin embargo esta definición es muy vaga para entender la función de un Puerto en la línea logística del transporte multimodal, por tal motivo es necesario analizar al puerto como un sistema que permita definir la razón de su existencia inmersa en la Cadena de Suministro del comercio global que hace uso de los *servicios e instalaciones portuarias* y que a su vez está conformado por subsistemas interdependientes que atienden, reciben y dan abrigo a los diferentes modos de transporte que enlaza.

Ambiente de la Cadena de Suministro

Desde el enfoque Comercial, en la producción de bienes de consumo, se entiende como Cadena de Suministro Global a “la agrupación de la serie de actividades asociadas con el flujo y la transformación de bienes desde la extracción de la materia prima hasta el consumidor final, así como los flujos de información asociados al proceso” (*Handfield, R. y Nichols, E., 1999*), en otras palabras “es la red de organizaciones conectadas e interdependientes trabajando juntas en forma cooperativa para controlar, manejar y mejorar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta los usuarios finales” (*Aitken, J. 1998*).

De esta definición se pueden identificar tres entidades participantes en la cadena (Proveedor, Compañía y Cliente) que necesitan del transporte para el movimiento físico de su *inventario* desde una entidad a otra, con intensiones y necesidades diferentes entre ellos, ya sea para su transformación o consumo.

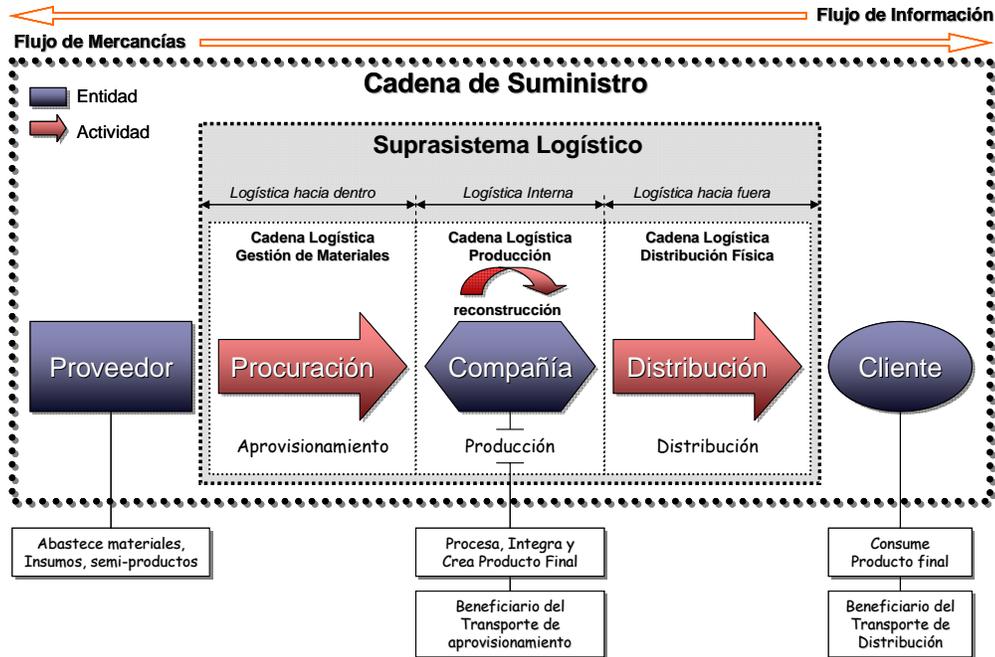


Fig. 3.2
Ambiente de la Cadena de Suministro

Se entiende como:

Proveedor: Aquella(s) entidad(es) participante(s) en la Cadena de Suministro que abastece(n) insumos para la producción así como materias primas y/o *semi-productos* para ser integrados a un producto final. Aquí entran también los proveedores de los proveedores.

Compañía: Aquella entidad de la Cadena de Suministro que integra materias primas y/o *semi-productos* para producir el producto final.

Cliente: Es la entidad final participante en la Cadena de Suministro, que consume el producto final. Aquí entran también los clientes de los clientes (distribuidores).

semi-producto: Aquel producto que no tiene ninguna utilidad para el cliente y que lo abastece un proveedor (forma parte del trabajo en proceso de la producción y puede ser parte del producto semi-terminado).

La nueva gestión de la Cadena de Suministro trasciende las fronteras organizacionales buscando la integración total de la cadena en ambos sentidos (flujo de información y mercancías) involucrando gestiones del movimiento de mercancías, flujo de información y de las sociedades con clientes y proveedores, con la intención de lograr un proceso integral que provea bienes y servicios al consumidor final. La razón de integrar la Cadena de Suministro se basa en la idea de que *“mientras mejor sea el desempeño de cada uno de los participantes, mayor será el beneficio de todos”*; para lograr esto se debe tener una visión sistémica dentro de la cadena. Así, la entidad del “cliente” es el objetivo principal en la Cadena de Suministro y su enfoque engloba a todos sus participantes.

Para llevar a cabo el propósito del transporte² dentro del ambiente de la Cadena de Suministro es necesario entonces recurrir a la logística.

Suprasistema Logístico

La *Logística* como disciplina trata de formular de un modo riguroso la lógica de circulación de mercancías y se concibe como “la técnica de control y gestión de flujos de materias primas y productos, desde sus fuentes de aprovisionamiento hasta sus puntos de consumo” (*Magee, J F, 1968*).

La Concepción del *Suprasistema Logístico*, tiene un enfoque aplicado a la comprensión de la circulación de bienes (*Kolb, F, 1972*) y utiliza la logística para sus fines.

El *Suprasistema Logístico* es conformado por un “conjunto de actividades que tienen por objetivo la colocación, al menor costo, de una cantidad de producto en el lugar y en el tiempo donde una demanda existe” (*ASLOG, Francia*).

² Vid. infra, Suprasistema de Transporte.

Su objetivo principal es la satisfacción de la demanda y se enfoca en la Compañía (entidad productora de la Cadena de Suministro), directamente en las operaciones que determinan el movimiento de productos:

- ✚ Localización de unidades de producción y almacenes
- ✚ Aprovisionamiento
- ✚ Gestión de Flujos físicos en el proceso de fabricación
- ✚ Embalaje
- ✚ Almacenamiento y manejo de inventarios
- ✚ Administración de productos en unidades de carga y preparación de lotes a clientes
- ✚ Transportes
- ✚ Diseño de la distribución física de productos

De tal forma que el Suprasistema Logístico estructura tres *tipos de Cadenas Logísticas* enfocadas en los diferentes segmentos de circulación de productos que ocurren en la actividad de una Compañía.

La Cadena Logística

La *Cadena logística* es la implementación de la logística para la realización y control de los siguientes segmentos de la circulación:

- ✚ **Gestión de Materiales** (logística hacia dentro): Engloba a todas aquellas actividades de aprovisionamiento que se requieren en la procuración de materiales de una compañía. Específicamente en las que están involucrados Proveedores con la Compañía.
- ✚ **Producción** (logística interna): Conformada por aquellas actividades que se requieren en la reconstrucción de la producción interna de una Compañía. Explícitamente se refiere a las actividades internas entre fábricas de la misma

Compañía necesarias para poner las unidades de producción en los depósitos centrales ya como producto final de consumo.

🚚 **Distribución Física** (logística hacia fuera): Se refiere a las actividades de distribución física del producto final desde los depósitos centrales hacia los puntos de consumo o centros de demanda. Aquí se involucran los diferentes niveles de Clientes (distribuidor/consumidor) con la Compañía.

Estos segmentos describen los diferentes tipos de Cadenas logísticas que conforman al Suprasistema Logístico (ver fig. 3.3).

Así las Cadenas Logísticas tiene por objetivo *la concepción de la circulación de bienes en los diferentes segmentos productivos de una compañía*, englobando a todas aquellas actividades que requieran del transporte para la gestión de los flujos de mercancías.

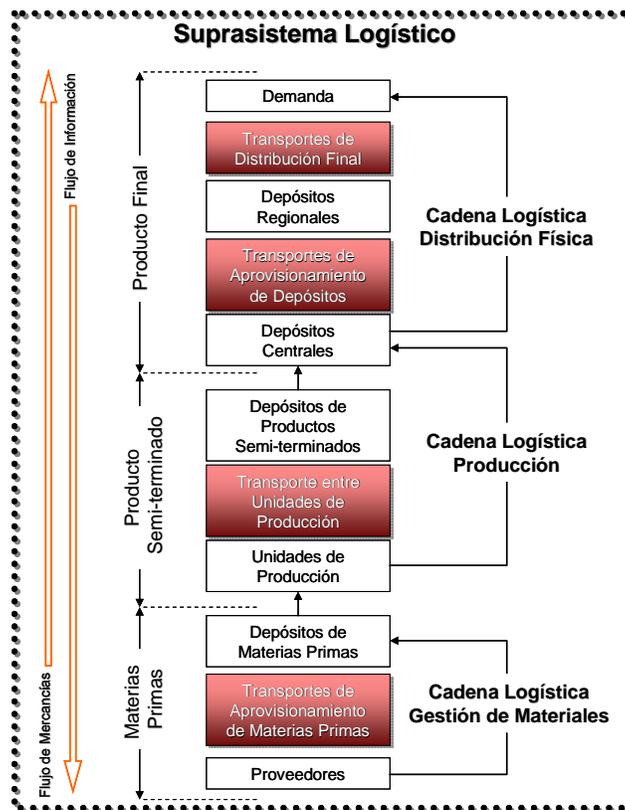


Figura 3.3
Suprasistema Logístico y Cadenas Logísticas

Para poder alcanzar dicho objetivo, las diferentes Cadenas Logísticas se basan, principalmente, en los siguientes parámetros logísticos³:

- ✚ Los puntos del espacio entre los que debe realizarse el desplazamiento y la distancia entre ellos.
- ✚ El volumen y peso de los bienes a transportar en un período normalizado.
- ✚ La naturaleza de los bienes y las características del embalaje.
- ✚ El lote de expediciones.
- ✚ El plazo admisible de envíos y la duración de la realización del desplazamiento, según diferentes alternativas técnicas.
- ✚ Las restricciones de otros componentes de la red logística (número, capacidad y localización de los depósitos, ritmo y tamaño de las series de producción, etc.).
- ✚ La infraestructura de transportes existente y su posible adecuación.
- ✚ La disponibilidad de prestadores de servicios de transporte y conexos (servicios de tráfico, seguros, agentes de aduanas, etc.).
- ✚ El precio del flete y el costo total de la cadena acorde con diferentes alternativas.

De tal manera que cada cadena logística estructura una cadena de transporte contenida en el Suprasistema de Transporte.

Suprasistema de Transporte

Los transportes se organizan para asegurar los desplazamientos físicos de bienes en las diferentes fases de actividad de la Compañía; Entonces, este suprasistema podría tomarse como una plantilla del Suprasistema Logístico insertada en el Ambiente de la Cadena de Suministro.

³ Antún, Juan Pablo; Logística: Una Visión Sistémica, p. 82-83; 1994

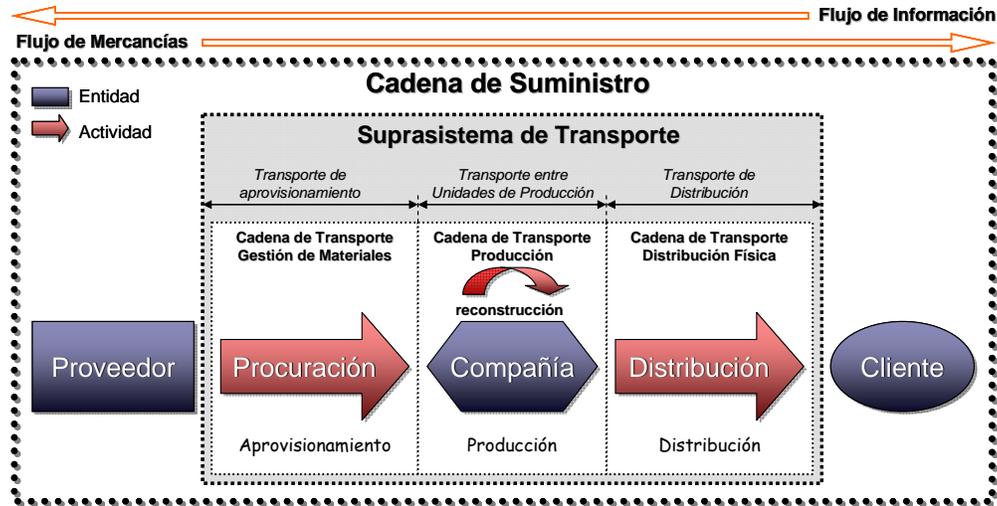


Figura 3.4
Suprasistema de Transporte

Centrándonos en la cuestión Comercial, interés de esta tesis y enfocándonos en el transporte de carga y de acuerdo con la Cadena de Suministro, podemos entonces definir el propósito primordial del transporte de carga como:

“la actividad física de mover mercancías de un lugar o entidad a otra”.

El objetivo principal del transporte de carga, definido en el Suprasistema Logístico sería entonces:

“la entrega de mercancías en forma confiable y oportuna ofreciendo utilidad en tiempo, lugar, precio y calidad a su cliente”

Entendiéndose como cliente al beneficiario del servicio de transporte y que puede ser cualquiera de las tres entidades de la Cadena de Suministro.

De esta manera todo aquel sistema que este inmerso en la actividad del transporte de carga tendrá implícito este objetivo dentro de sus finalidades.

Dentro del Suprasistema de Transporte se definen tres tipos de cadenas de transporte acorde con las cadenas logísticas que las estructuran.

La Cadena de Transporte

Las cadenas de transporte materializan el desplazamiento físico concebido en las cadenas logísticas de aprovisionamiento, reconstrucción de la producción y distribución física.

El proceso de transportación contenido en el Suprasistema de Transporte esta formado por un sistema de Gestión de tráfico, que propiamente se desarrolla en la cadena logística, en donde se concibe la manera en que circulará la carga y otro sistema en donde se materializa el desplazamiento físico de la carga definido en una cadena de transporte.

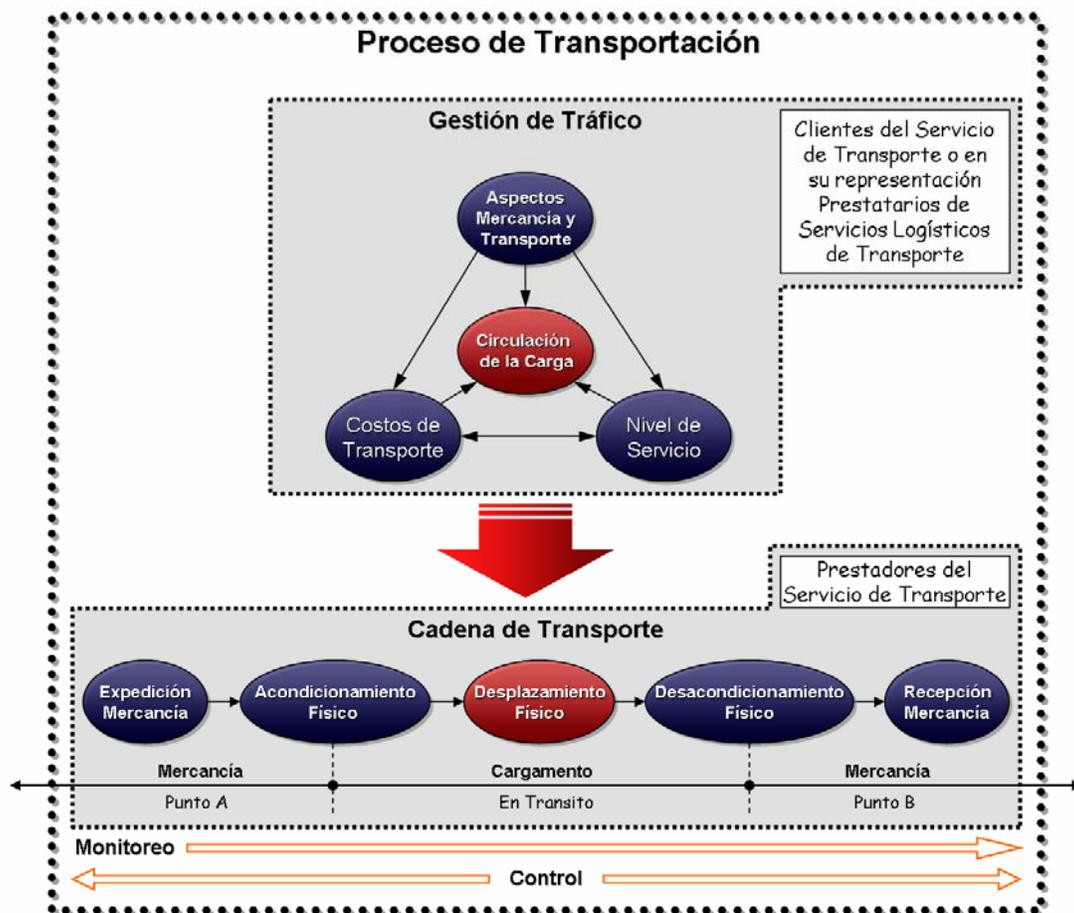


Figura 3.5
Proceso de Transportación

La Gestión de Tráfico tiene por objetivo diseñar, controlar y monitorear la operación de las cadenas de transporte con la participación de medios propios y/o de prestadores del servicio de transporte y logística.

La Cadena de transporte tiene por objetivo desplazar mercancías de una Entidad a otra (o entre fábricas o depósitos de la misma compañía en el caso de la reconstrucción de la producción).

Los principales parámetros que se consideran para diseñar una cadena de transporte desde una perspectiva logística son:

- ✚ Puntos de expedición y recepción.
- ✚ Dirección de flujos de bienes.
- ✚ Equipo para el manejo de carga en puntos de expedición y recepción.
- ✚ Empleo de infraestructura de transporte modal en una perspectiva intermodal/multimodal.
- ✚ Identificación y operación de rupturas de tracción y de carga.
- ✚ Características del acondicionamiento de la unidad de carga.
- ✚ Medios de información para el control y seguimiento del desplazamiento.

El manejo de las mercancías representa una actividad de suma importancia para el transporte marítimo y los puertos; toda vez que éstas definen las características tanto de los puertos como de los buques. La eficiencia en el manejo de las mercancías implica: cuidado, rapidez, seguridad y puntualidad, por ello, *es imprescindible que las personas que realicen actividades inherentes con el transporte, manejo y almacenamiento de cargas, conozcan ampliamente las propiedades y características de aquéllas que van a manejar.*

El lugar de **expedición de la mercancía** es donde esencialmente se inicia el proceso de transportación física, es aquí donde la mercancía se recibe (por el operador de transporte) y posteriormente adquiere características especiales para su manipuleo y transportación.

Acondicionamiento físico

Es el proceso en donde la mercancía se transforma en cargamento (embalaje), esto es que la mercancía se embala para adaptarse al vehículo de transporte al que ha de subirse para su seguro manipuleo y desplazamiento en toda la cadena de transporte, adoptando un *tipo de carga*.

El embalaje tiene por objeto proteger la mercancía en el transcurso de su transporte, durante los manipuleos y cuando se hagan almacenajes preliminares, intermedios y terminales. Si está mal diseñado, es insuficiente o no cubre su objetivo de proteger el producto, provocará averías y por lo tanto el fracaso de la transacción comercial.

El embalaje debe cumplir ciertos objetivos con relación al producto que contiene; para su manejo en el transporte marítimo específicamente, se consideran los siguientes:

- 🚧 Prevenir a la mercancía contra la corrosión, la condensación, el medio ambiente y agentes degradadores.
- 🚧 Brindar resistencia contra el apilamiento, los choques, presión, torsión, flexión, vibraciones y en general contra el manipuleo.
- 🚧 Proporcionar facilidades de suspensión, amortiguación y apuntalamiento.
- 🚧 Constituir un elemento de seguridad y protección contra robo.

A diferencia del embalaje, **el Empaque** es la presentación comercial de la mercancía. Claro está que debe contribuir a la seguridad de ésta durante sus desplazamientos sin ser más que un objeto accesorio. El empaque está orientado hacia la venta y publicidad; por otro lado, tenemos que el embalaje es el arreglo de las mercancías en unidades de mayor tamaño, de tal manera que su manejo y transporte se efectúe de la forma más eficiente, segura y al menor costo posible.

Los **Tipos de Carga** desde una perspectiva intermodal⁴, pueden dividirse en cuatro tipos⁵:

1. **Carga General:** Consiste principalmente de productos semi-manufacturados, manufacturados y mercancías empaquetadas. Este tipo de carga a menudo es contenerizada, y también es definida como “cualquier otra que a granel”.
2. **Carga Granel:** Consiste de mercancías básicas como grano, productos del petróleo, carbón, azufre y otros materiales que son voluminosos y sueltos. Usualmente (pero no exclusivamente) son transportados en grandes volúmenes.
3. **Neo-Carga:** Mercancías que son usualmente manejadas como mercancías en volumen, ya sea en vasijas o envases, o en cargamento unitizado, pero que usualmente no se requieren de enormes cantidades de equipo especializado para moverlas. Generalmente incluye un número limitado de mercancías como pueden ser pedazos de metal, acero, madera, automóviles y papel.
4. **Carga muy grande:** Carga General que es muy pesada o grande que no puede ser acomodada en contenedores estándar o manipulada de manera normal, y requiere del uso especial de cargadores y/o equipo de transporte. Como pueden ser equipos industriales muy grandes, vehículos pesados, helicópteros, embarcaciones de recreo, etc.

Desde la perspectiva del transporte Marítimo, la carga se clasifica principalmente en 10 tipos⁶:

Carga General.- Es aquella que se presenta en estado sólido, líquido o gaseoso, y que estando embalada o sin embalar, puede ser tratada como unidad. La carga general se transporta en embalajes cuya forma, peso y dimensiones, se ajustan a las características propias de estas, y su manejo se lleva a cabo con el equipo básico del puerto. La Carga General puede clasificarse en:

⁴ El intermodalismo en ocasiones se relaciona con el movimiento de carga en contenedores, sin embargo y como se explicará más adelante, es un ciencia que estudia el movimiento entre dos modos no necesariamente contenerizada.

⁵ Gerhardt Muller, *Intermodal Freight Transportation*, p. 43; 1989

⁶ Sánchez, Carlo E., “Generalidades del Transporte Marítimo”, *Revista: Transporte e Industria*; Julio-Agosto 2002

- a) **Carga General Fraccionada.** La constituye la carga embalada en cajas, cajones, bultos, sacos, barriles, bidones, *fardos*, etc., y que además, forma pequeños lotes para distintos destinatarios. Generalmente su manipulación se realiza mediante redes.
- b) **Carga General Unitarizada.** Es aquella que utiliza el mismo embalaje, ésta puede ser uniforme o heterogénea, y que al juntarse dan un aspecto de unidad. Se utilizan para su manejo, sacos, bultos, cajones, cajas, etc., de tal manera que se forme un elemento unitivo (contenedor), a efecto de agilizar las maniobras. Se debe entender por unitarización, el hecho de agrupar diversos elementos o unidades dispersas, de poco tamaño y de un mismo tipo de embalaje (y que sean o no de un mismo género o especie) en una sola unidad de mayor volumen. Se puede hablar de unitarización desde el momento en el que dos o más cajas sueltas son unidas por una cuerda, cinta, fleje, plástico, red o cualquier otro material que les dé adhesión; pasando por el contenedor y llegando a los buques especializados. La contenerización de la carga es el ejemplo más común del embalaje en el transporte marítimo. En el caso de unitarizar mediante paletas o pallets, el usuario debe tener presente, que cada línea naviera maneja sus propias medidas, por lo que es necesario establecer consulta con anticipación, debido a que dichas paletas pueden estar diseñadas expreso para las bodegas de las embarcaciones que opere la línea naviera.

Así se tiene que la eslinga, el pallet, el contenedor y la barcaza son elementos que tienen la ventaja de reunir carga fraccionada. Los contenedores han revolucionado el transporte de carga general, tienen grandes ventajas que facilitan la manipulación y la seguridad de la carga, por lo que se considera como uno de los factores que ha logrado impulsar el desarrollo de los buques y los puertos. El contenedor, cuando es adaptado a un remolque puede colocarse directamente en el buque y sacarlo de la nave al llegar a su destino, lo que redundaría en menores costos y tiempo. Cuando diversas cargas sueltas son unitarizadas, reciben el nombre del objeto que las une, por tal motivo en el puerto son conocidas como:

- ✚ Carga Contenerizada: cuando se encuentran en contenedores.
- ✚ Carga Preeslingada: porque se transportan en eslingas o amarradas.
- ✚ Carga Paletizada: cuando se manejan en paletas (pallets).
- ✚ Cargas en *Barcazas*.

Carga a Granel.- Se entiende por carga a granel, a aquélla que no está contenida en envase algún y/o se encuentran sin orden y unas encima de otras, y poseen en común un volumen, peso y tamaño determinado; esta carga se transporta de forma suelta en la bodega del buque. Para el manejo de la carga a granel, se requiere en la mayoría de los casos maquinaria y equipos especiales, toda vez que ésta representa grandes volúmenes o tonelajes. Este tipo de carga se divide en dos clases:

- a) **Granel Sólido.** En esta clasificación entran los minerales, el carbón, los granos, los fertilizantes, etc. El manejo del granel sólido se puede realizar a través de tolvas, almejas, etc., de igual forma se puede manipular este tipo de carga por medio de equipos succionadores y/o de bandas transportadoras. A su vez se clasifican en:

Granel Mineral: Ya sea Mecanizado o Semimecanizado y referente a los graneles de origen mineral. El término “Mecanizado” se refiere a que los procesos de descarga, almacenaje y carga realizados por los operadores son totalmente mecanizados y comúnmente se relacionan con la Terminales Portuarias, el Granel Semimecanizado se relaciona con los maniobristas⁷.

Granel Agrícola: Ya sea Mecanizado o Semimecanizado y referente a los graneles de origen Agrícola.

- b) **Granel Líquido.** Es la carga que se encuentra en estado líquido o gaseoso, esta propiedad hace necesario que su transporte se realice a través de tuberías para su carga y descarga del buque; los buques tanques transportan este tipo de mercancías y representan la mayor parte de la flota mundial de buques mercantes. Se le conoce también como “*Fluidos*”.

⁷ Vid Infra: Sistema de Puestos de Atraque

Los graneles tienen la ventaja de poder embarcarse y desembarcarse más rápido que la carga general. No obstante lo anterior, el manejo de este tipo de mercancías tiene algunos riesgos, por ejemplo:

- ✚ Una distribución inadecuada dentro de las bodegas del buque, el peso puede causar daños en la estructura de la nave e inestabilidad.
- ✚ El corrimiento de la carga conlleva a la inestabilidad. Esto quiere decir, que provoca que los balanceos normales del buque sean más cortos, y a la vez más violentos. Además de no ser cómodo para las personas que van a bordo.

Carga Peligrosa.- Es el tipo de carga que puede causar algún daño, por si sola o por factores externos a otras cargas que se encuentren próximas a ellas. Para transportar mercancías peligrosas existen regulaciones internacionales específicas para cada medio de transporte, en el caso que nos ocupa se aplica el Código IMDG sobre Mercancías Peligrosas, de la OMI.

Carga Perecedera.- Es la carga que no ha tenido ningún proceso de transformación y requiere de condiciones especiales para ser conservada, en este caso la temperatura y la ventilación juegan un papel de suma importancia. Son las mercancías que por su condición natural pueden sufrir demérito sensible con relación a su calidad comercial y a su costo.

Animales en Pie.- En esta clasificación se incluye el transporte de animales vivos o en pie, principalmente se maneja el ganado ovino, caballar, porcino y bovino. En México, como en otros países del mundo, existen normas especiales que deben cumplirse para la transportación de animales vivos a bordo de embarcaciones.

Carga Pesada o Voluminosa.- Es la mercancía cuyo peso y/o dimensiones excede a las que se manejan con equipo convencional; por lo cual deberá ser transportada en compartimentos especiales o en buques acondicionados o construidos exprofeso para este tipo de carga.

Carga consolidada.- Es la conjunción de varios lotes de mercancías dispersas, con el objeto de formar uno solo; a estos lotes concentrados en uno, se les conoce como consolidados.

Carga en Tránsito.- Se entiende por carga en tránsito, aquella mercancía que temporalmente es desembarcada y almacenada con el propósito de que nuevamente sea reembarcada en otro buque, debido a la necesidad de requerir de un trasbordo para poder llegar a su destino final, sin que tenga por ello, que abandonar el *recinto portuario*.

Carga Especial.- Son las mercancías que requieren de un medio de transporte especializado, y por consiguiente de un trato especial para su traslado, como por ejemplo: fruta, maderas, papel, gases, algunos productos químicos y derivados del petróleo.

Carga Valiosa o "Ad Valorem".- Se hacen referencia a aquellos artículos que tienen un valor especial, como son las obras de arte, piedras y metales preciosos, títulos, acciones, bonos, etc.

Por otra parte, para que un producto llegue a su destino en perfectas condiciones y a tiempo, **el Marcaje** junto con el rotulado, el etiquetado y el embalaje, son aspectos determinantes. Es necesario que el usuario esté consciente que un buen marcaje evitará problemas antes, durante y después del transporte, durante las revisiones aduanales, el almacenaje, la estiba y desestiba, la carga y descarga, etc., al tomar en consideración estas recomendaciones se evitarán mermas, extravíos y demoras. (El marcaje es responsabilidad absoluta del usuario o cliente del transporte).

El marcaje deberá tener la siguiente información:

-  Instrucciones sobre el producto y su manejo a través de *pictogramas*.
-  Nombre y dirección del remitente y el destinatario.
-  País y puerto de origen-destino. (Se debe especificar el puerto de embarque y desembarque).

- ✚ Número de serie del despacho y número de bulto o caja dentro del lote.
- ✚ Nombre del expedidor, en su caso.
- ✚ Estiba máxima y *cubicación*.

Las marcas deberán ser claras, legibles, indelebles, completas, suficientes, visibles y discretas sobre el contenido de los bultos o cajas.

Finalmente los lugares de expedición de mercancías deberán contar con los recursos y el equipo especializado para manejar las mercancías y subirlas a los medios de transporte ya como cargamento, para posteriormente realizar su desplazamiento hacia los puntos de recepción donde se desacondicionará el cargamento para entregar la mercancía transportada.

Las causas de ***Daños a la Carga*** se clasifican en fortuitas y predecibles; las fortuitas son por naufragio, colisión, fuego, intemperie o agua de mar; las predecibles se subdividen en:

- ✚ Estiba y manejo: daños que se causan a la carga incluyendo golpes, líquidos, contaminación, etc.
- ✚ Pérdida, no entrega, saqueo o robo.
- ✚ Daños por agua: dulce, salada y/o condensación.

Debido a la frecuencia con la que dan los hurtos de las mercancías, debe considerarse lo siguiente:

- ✚ En el empaque y el embalado, utilizar siempre material nuevo y de primera calidad, cuidando que no se deje ver la mercancía contenida, haciendo uso de cintas adhesivas, flejes metálicos y forros de plástico para la protección del material.
- ✚ Evitar que el embalaje presente dibujos, fotografías o propaganda de las mercancías, toda vez que esto llama la atención y provoque el robo.
- ✚ En cuanto se detecte pérdida o faltante de las mercancías, comunicar oportunamente a las autoridades, transportistas, y/o aseguradoras.

- ✚ No deberán manejarse bultos o paquetes sueltos, sino unitarizar los productos en unidades de mayor volumen.
- ✚ Agilizar la documentación y los trámites aduanales, y retirar rápidamente las mercancías.

Se tiene que considerar que la carga al ser empacada estará sometida a todo tipo de riesgos, por lo que deben sujetarse a pruebas tanto la carga como el embalaje, y deberán seleccionarse los materiales más idóneos de acuerdo al tipo de carga y manipulación.

Desplazamiento Físico de la Carga

Para poder realizar un desplazamiento físico se necesita básicamente de un Vehículo de transporte (definido por el medio de transporte) y de la infraestructura correspondiente que permita al vehículo desplazarse en el medio geográfico para el cual fue diseñado, así como de los servicios necesarios para su tracción, mantenimiento, flota, carga y todos aquellos que tengan relación con la seguridad y operación durante el viaje que realizan.

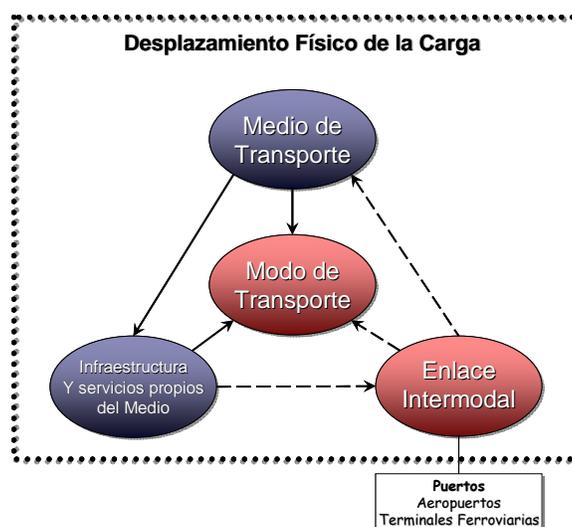


Figura 3.6
Desplazamiento Físico de la Carga

El medio de transporte es el elemento a través del cuál pueden circular las mercancías con la correspondiente forma de transporte (vehículo) y básicamente se clasifica en: Terrestre (ferrocarril y Auto transporte), Aéreo (Aeronaves), Marítimo/Fluvial (Barcos) y el más moderno y en vías de desarrollo el Aéreo-espacial (transbordadores, etc.). Es de nuestro interés el transporte Marítimo y Terrestre puesto que son los medios que utilizan principalmente las instalaciones portuarias.

Podemos identificar que las mercancías que mueven los diferentes medios de transporte son extensamente variadas tanto en especie como en forma, razón por la cual los diferentes **vehículos** están adaptados para el tipo de carga que transportan atendiendo a sus necesidades físicas, químicas y biológicas.

Dentro del **Transporte Marítimo**, los tipos de *barcos* Mercantes se relacionan con la carga que transportan y principalmente son:

- ✚ *Buques* de carga general
- ✚ Buques para carga unitarizada: Buques celulares para el transporte de contenedores, Buques Roll-on/roll-off (Automóviles), Buques para el transporte de carga en pallets y Buques porta *barcazas* -Lighter aboard ship (LASH) y sea barge (Sea Bee)-.
- ✚ Buques Graneleros
- ✚ Buques Combinados o Multipropósitos: Estas embarcaciones pueden ser O.B.O. (Ore/bulk/Oil) -Mineral/Granel/Aceite- u O/O (Ore/Oil). Estos buques permiten hacer el cambio de un producto a otro entre un viaje y otro, dependiendo de los fletes que predominen en el mercado.
- ✚ Buques Contenerizados

En el **Transporte Ferroviario**, los trenes realizan el desplazamiento físico de la carga y se define como “tren” a una o más de una máquina, con o sin carros acoplados, exhibiendo indicadores.

Los trenes de Carga son los enfocados a la transportación de mercancías y se componen de carros. Además, se subdivide este grupo en perfiles, tales como son:

1. *Tren Unitario*: Es un tren conformado con el mismo producto y/o del mismo cliente, compuesto con 25 carros o más.
2. *Tren Directo*: Tienen un recorrido con reducidos movimientos (de acuerdo con reglamento son 3), así como en general su ruta es larga y una principales patios y terminales ferroviarias. Además, se presenta durante su recorrido, dependiendo de la ruta, cambios de tripulación, suministros de combustible, inspecciones de carros, etc.
3. *Tren Local*: Tienen un recorrido generalmente más corto y pueden realizar movimientos a lo largo del camino sin un número específico, lo que disminuye su velocidad de recorrido y el tiempo de trayecto.
4. *Tren Turno*: Son trenes que al igual que los locales realizan movimientos a lo largo de su recorrido, dando servicio a industrias; sin embargo, su *itinerario* contempla el movimiento de ida y de vuelta entre dos estaciones, lo que permite que un solo turno de trabajo se recorra en servicio. Dicho esquema permite que las tripulaciones salgan y regresen del mismo lugar. Normalmente se crean para servicio a una industria en especial.

Existe otra clasificación de los trenes, la cual se basa en su perfil de composición, es decir, el tipo de carga manejada. Dentro de ésta se encuentran los siguientes trenes: Unitario, Intermodal, Automotriz, Granelero, Químico, Metalero, Carbonero y Cementero.

Cada tipo de tren se conforma por carros o vagones especializados y diseñados para la carga que transportan. Los más utilizados comúnmente son: Góndolas, Furgones, Tolvas, Plataformas y Tanques.

Por otra parte, cuando la carga requiera cambiarse a otra forma de transporte, entonces se necesita de ciertas instalaciones y equipo especializado para poder realizar la transferencia de carga. A este conjunto de operaciones e instalaciones las denominaremos "**Enlaces**".

De tal forma que tanto el medio de transporte, como la infraestructura y los servicios propios de este así como los enlaces (en caso de cambiar de medio de transporte), describen un modo de transporte.

El Modo de Transporte, es la manera o la forma de transportar mercancías (carga), y varía dependiendo de las características de éstas ya sea por Ferrocarril, Auto transporte, Marítimo, Fluvial y Aéreo principalmente.

Así el modo de transporte o la combinación de varios pueden definir diferentes movimientos que tiene la carga:

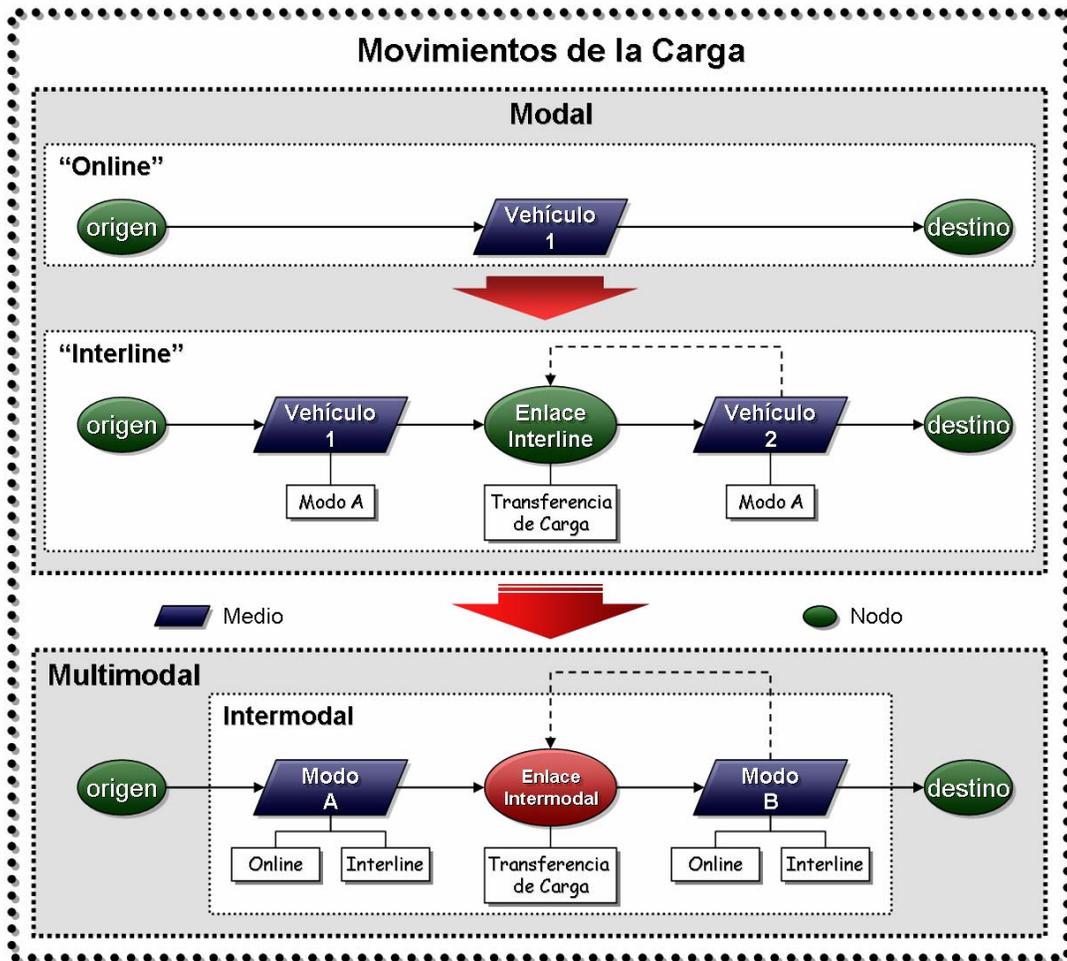


Figura 3.7
Movimientos de la Carga

Existen básicamente tres tipos de movimientos relacionados con el modo de transporte y las transferencias de carga, los cuales pueden ser: Modal, Intermodal y Multimodal.

Un **movimiento Modal** describe movimientos entre un mismo modo de transporte y a su vez se subdivide en:

1. *Online*: Cuando el desplazamiento de la carga se realiza por un solo vehículo modal y no existen transferencias de carga.
2. *Interline*: Cuando el desplazamiento de la carga se realiza por dos o más vehículos del mismo modo de transporte en donde ocurre una o más transferencias de carga. Un movimiento Interline describe movimientos Online.

El **Enlace Interline** es donde se realizan las transferencias de carga entre un mismo modo de transporte. Si se considerara así, todos los modos de transporte tendrían este tipo de enlace, sin embargo, sólo el Auto transporte puede considerarse que tiene un enlace interline puro, puesto que las terminales (supongamos una Terminal Camionera) realizan transferencias de carga exclusivamente dentro del mismo modo sin considerar dentro de su planeación y diseño algún otro modo de transporte. Esta característica individual se debe a que el auto transporte tiene gran alcance en cuanto a territorio se hable y puesto que básicamente es el único transporte versátil diseñado que puede llegar hasta la puerta del cliente.

Un **movimiento Intermodal** describe movimientos de carga entre dos modos de transporte exclusivamente, realizando una transferencia de carga entre ellos. *La Intermodalidad* es la ciencia (algunos la llaman arte) que trata con el movimiento de bienes usando varios modos de transporte. El reto es mantener bienes en movimiento, reduciendo retrasos cuando los bienes sean transferidos de un modo a otro. Su objetivo es mantener un continuo flujo de bienes durante todo el proceso de transportación y en el proceso de transferencia.

Un **movimiento Multimodal** describe movimientos de carga entre varios modos con la diferencia de que ocurra más de una vez transferencia de carga entre ellos. Esto implica que un movimiento intermodal puede solo describir un movimiento multimodal.

Un **Enlace Intermodal** es donde se realizan transferencias de carga entre dos modos de transporte. Su diseño y planeación involucra mínimo a dos modos de transporte por lo que los Puertos, Aeropuertos y Terminales Ferroviarias realizan enlaces intermodales netos. Aunque muchas instalaciones de enlace intermodal están diseñadas para realizar transferencias de carga entre más de dos diferentes tipos de modos (es el caso de las Terminales portuarias) no se les puede considerar como enlaces multimodales ya que una unidad de carga (imaginemos un contenedor) no puede transferirse a dos modos diferentes de transporte al mismo tiempo.

Un Puerto de Carga

Podemos entonces definir que un Puerto de Carga es:

- ✚ Un *Elemento en la Circulación de Bienes* de la Cadena de Suministro, concebido en el Suprasistema Logístico como una *Plataforma Logística*⁸ y que opera dentro del Suprasistema de Transporte específicamente en una Cadena de Transporte intermodal/multimodal.
- ✚ Un *Punto de Ruptura de Tracción* y en ocasiones de carga dentro de la Cadena Logística. En la Logística se conoce como “ruptura de tracción” a aquella oportunidad en que se interrumpe el desplazamiento físico de la carga, generalmente para un cambio modal, y “ruptura de carga” es aquella en que la unidad de carga se desconsolida, comúnmente para transformarla en lotes según ordenes de los clientes. Es una oportunidad para la logística puesto que estas rupturas permiten revisar, controlar, monitorear y modificar el cargamento en tránsito.
- ✚ Un *Nodo de Transferencia de Carga* dentro de la Cadena de Transporte, generalmente insertado en un movimiento multimodal. Por lo que la carga deberá transferirse en el menor tiempo posible no solamente por los costos portuarios que genera sino por que es una interrupción en el desplazamiento de

⁸ Punto de concentración de tráfico proveniente de distintos orígenes en la logística también llamado “Hub” que significa: centro de actividades comerciales.

la carga y genera riesgos en cada transferencia que se realice. Puesto que un Puerto es un nodo en la línea logística del desplazamiento físico de la carga y que de una forma idealizada no debería de existir (para no perder continuidad en el desplazamiento), la eficiencia de un Puerto dependerá no solamente del sistema de transferencia de carga sino también de los sistemas de recepción/desalajo de carga y se definirá por el conjunto de ellos.

- ✚ Un *Enlace Intermodal* que está diseñado para realizar transferencias de carga entre el medio Marítimo/Fluvial y el medio Terrestre principalmente. Este puede estar ubicado en la costa o en una ribera y debe estar habilitado para recibir, dar abrigo y atender no solamente a las embarcaciones, sino también al transporte terrestre que enlaza, además de tener servicios e instalaciones públicas o particulares que atiendan a la carga y afines a ella.

Un Puerto entonces, se une al objetivo principal del transporte de carga, específicamente en:

“la transferencia de carga en forma confiable y oportuna ofreciendo utilidad en tiempo, lugar, precio y calidad a su cliente”.

Si consideramos al Puerto como el Suprasistema insertado en el Entorno o Ambiente de una Cadena de Transporte Intermodal/Multimodal, este estaría conformado por diversos sistemas que interactúan entre sí para cumplir con el objetivo principal de transferencia de carga; de una manera genérica estos sistemas principalmente son:

- ✚ Sistema de Gestión y Control: Administración y Autoridades Portuarias
- ✚ Sistema de Infraestructura: Muelles, obras de protección, vialidades, etc.
- ✚ Sistema de Instalaciones: Garitas, almacenes, bomberos, astilleros, etc.
- ✚ Sistema de Operación: Terminales, remolcadores, pilotos, Ferrocarril, Auto transporte, Buques, etc.

Es de nuestro interés, incursionar en el Sistema de Operación Portuaria conceptualizado en la fig. 3.8.

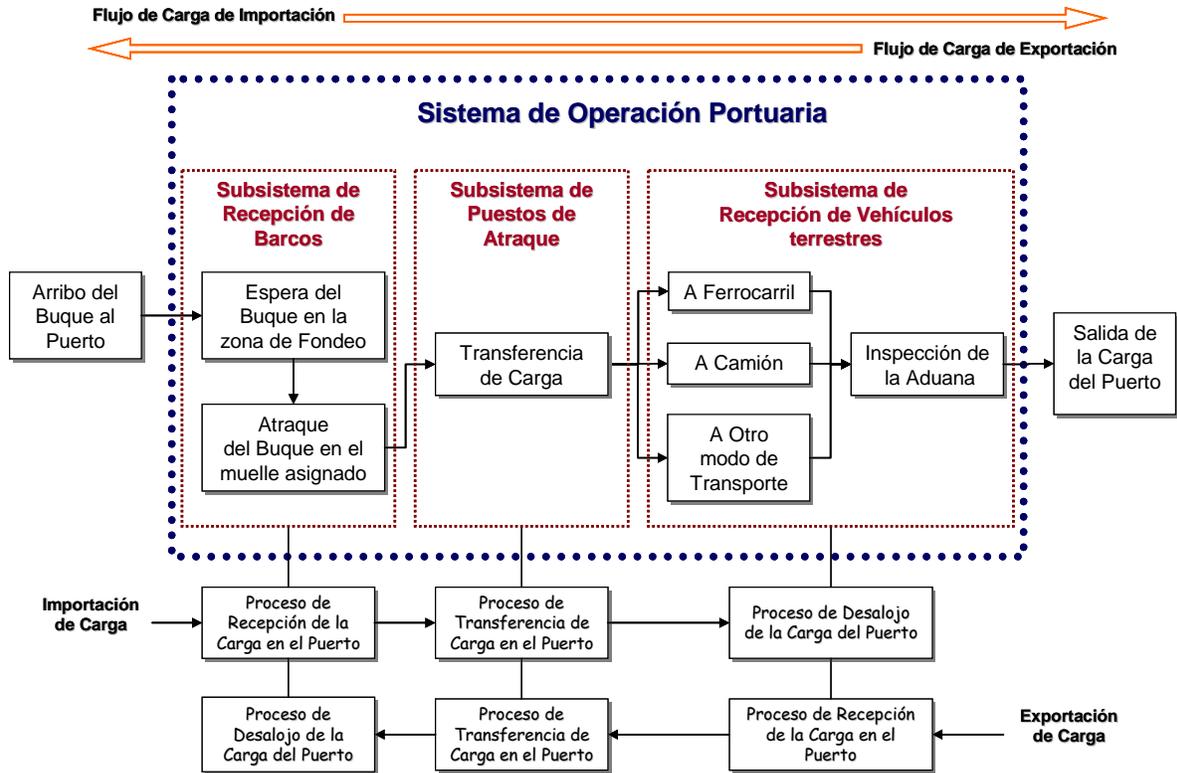


Figura 3.8
Sistema de Operación Portuaria

Así, el Subsistema de Puestos de Atraque⁹ de un Puerto materializa la transferencia de carga entre los modos que enlaza y donde se insertan las Terminales Portuarias que nos interesan.

Sistema de Puestos de Atraque Portuario

Si consideramos al Puerto como el Entorno o Ambiente del Suprasistema de Operación Portuaria, entonces el **Sistema de Puestos de Atraque** se define como el conjunto de instalaciones y operaciones necesarias para el manejo de la carga desde el Vehículo Marítimo/Fluvial (Barco) hasta los vehículos terrestres (Ferrocarril y Auto transporte) o

⁹ Denominado así en el libro “Análisis Operacional Portuario”, p.88; 1993

viceversa, conformado por maniobras secuenciadas¹⁰ principalmente relacionadas entre sí, según la vía que siga la carga (directa o indirecta) en su paso por el puerto en cualquiera de los dos sentidos (importación/exportación) y que materializan la transferencia de carga en el desplazamiento físico de una Cadena de Transporte intermodal/multimodal.

Una **Terminal Portuaria** es un puesto de atraque destinado a atender cierto tipo de tráfico de carga por vía indirecta (ver fig. 3.9). Es además *“la unidad establecida en un puerto o fuera de él, formada por obras, instalaciones y superficies, incluida su zona de agua, que permite la realización íntegra de la operación portuaria a la que se destina”*¹¹.

Las terminales portuarias han seguido un proceso evolutivo a la par con la especialización tanto de las embarcaciones como en el manejo de la carga. La especialización en el manejo de la carga evoluciona conforme el comercio mundial crece; de igual forma conforme los volúmenes de carga han crecido, los cargamentos desde y hacia un solo sitio hicieron que los puertos definieran grupos de puestos de atraque especializados (Terminales Especializadas) para manejar ciertos tipos de cargas (principalmente a granel) y otros para carga general fraccionada, a lo que suele llamarse en el mundo marítimo como la fase de la *“agrupación de carga seca a granel”* y concluyendo con lo que se ha llamado la *época de la unitarización de la carga*.

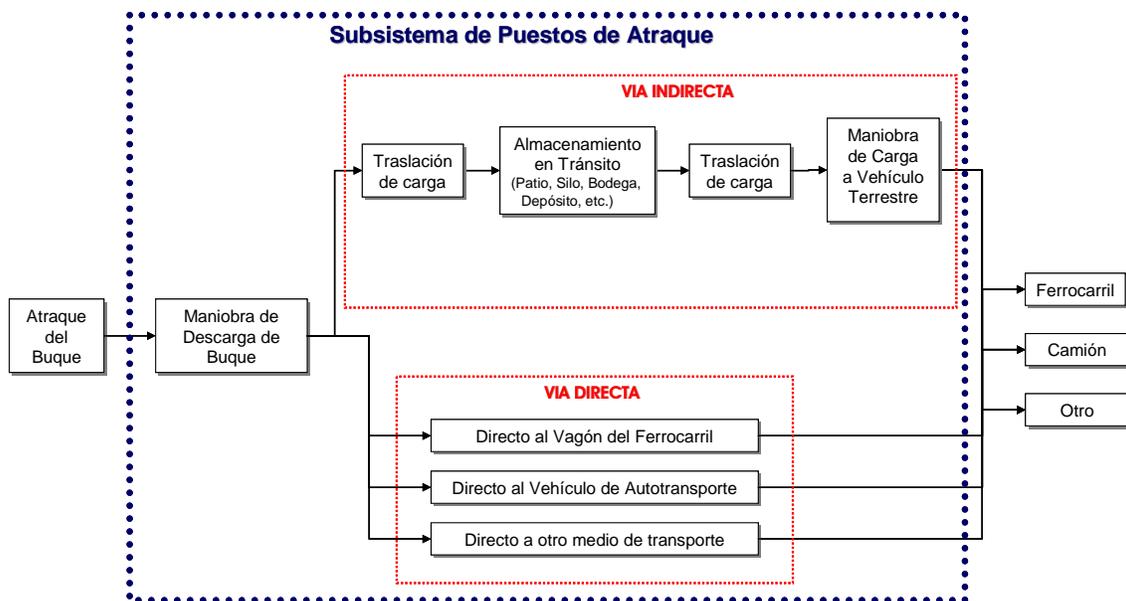
Así, puede decirse que antes de la segunda guerra mundial se disponían de grupos de puestos de atraque de forma *TRADICIONAL*, los que eran de uso general que manipulaban desde carga general fraccionada hasta mercancías embaladas como granel agrícola en sacos, productos petrolíferos en barriles, etc. Con el crecimiento del comercio internacional, la aparición de nuevos tipos de carga que demandan la especialización en su manejo tanto a bordo de los buques como en tierra y a las fuertes inversiones que esto representa, los puertos han empezado a entrar en la especialización en la medida que el tráfico marítimo ha venido teniendo mayor

¹⁰ Vid Infra p. 118

¹¹ Definición de la Ley de Puertos Mexicana, Art. 2

definición y constancia. Esta fase en la evolución portuaria mundial se le ha llamado *DE TRANSICIÓN* y en donde gran parte de las terminales portuarias mexicanas se encuentran. Esta transición hacia la especialización puede tomar mucho tiempo, sin embargo es inevitable por lo que no es posible que ningún país se mantenga al margen de este desarrollo, ya que los volúmenes de diversas formas especializadas del tráfico de unidades de carga como contenedores, maderas embaladas, unidades Ro/Ro (automóviles) y la mecanización de los graneles agrícolas y minerales aumentarán hasta alcanzar una total especialización, en cuyo caso los puestos de atraque tendrán que tener un alto grado de especialización acorde a los transportes y tipos de carga. En la fase de *ESPECIALIZACIÓN*, la cual ya han alcanzado o se acercan a ella varios puertos de países desarrollados (principalmente en puertos como puntos de transbordo), las maniobras se han mecanizado a tal grado que se acercan a las operaciones de una fábrica de proceso totalmente mecanizado y la especialización del manejo de la carga ha avanzado mucho tanto en el medio marítimo como en el terrestre.

Por otra parte, las mercancías en su paso por el puerto pueden hacerlo por vía indirecta o directa.



Fuente: *Análisis Operacional Portuario, 1993*
Con modificaciones propias

Figura 3.9
Sistema de Puestos de Atraque (caso de importación)

Vía Directa: Es el proceso de transferencia de carga que se realiza directamente desde el buque hacia el vehículo terrestre o viceversa. En el ambiente portuario se le conoce a los operadores de esta vía como “*maniobristas*”. En el caso del manejo de la carga general y a granel, generalmente los maniobristas utilizan el equipo de carga/descarga en cubierta del mismo buque (grúas tipo Stülcken, grúas electrohidráulicas de cubierta, etc.) o pueden utilizar equipo propio terrestre que pueda ser flexible a diferentes movimientos (grúas tipo Gottwald). Esta vía suele tomar mayor tiempo de transferencia de carga que la indirecta ya que la velocidad de descarga depende de la capacidad del vehículo y con mucho mayor riesgo en su operación por la concentración de estas a un costado del buque y en cierta forma a los balanceos del barco (Heavy, Roll, Pitch) ocasionados por diferentes fenómenos climatológicos y oceanográficos principalmente, generan oscilaciones extraordinarias en las plumas instaladas en la cubierta del buque, lo que dificulta y retrasa la maniobra de transferencia a bordo del buque.

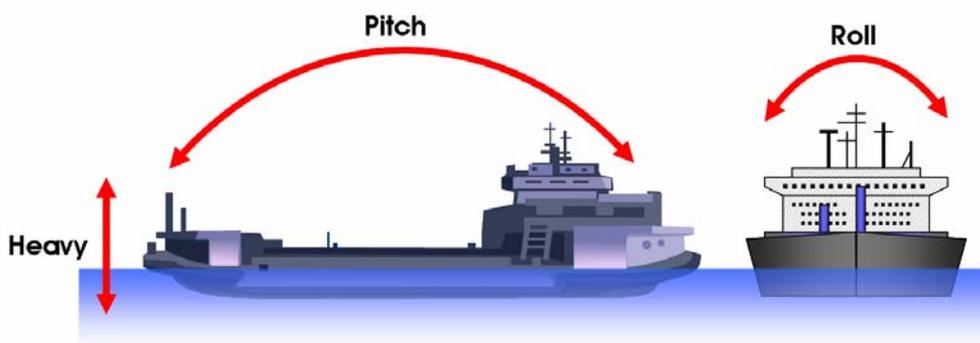


Figura 3.10
Balanceos de un barco

Vía Indirecta: Es el proceso de transferencia de carga desde el costado del barco¹² al almacén en tránsito o a una zona de almacenamiento al aire libre, seguido de la entrega al vehículo terrestre. En esta vía se insertan las Terminales Portuarias que

¹² En ocasiones se puede utilizar el equipo de carga/descarga de cubierta del mismo buque operado, originando una operación semiespecializada. Si el equipo forma parte de la terminal, es adecuado al tipo de carga que se maneja y permite la carga/descarga al costado del buque, entonces será una operación totalmente especializada.

pueden operar de forma totalmente especializada o semiespecializada en sus diferentes procesos. La diferencia que tiene con la vía directa es que utilizan almacenamiento entre el proceso de descarga y el de carga respectivamente.

La fase operativa de carga/descarga del buque es normalmente la más crítica y exige mayor atención respecto a las otras maniobras, requiriendo de una supervisión muy de cerca y de un análisis detallado y continuo de sus resultados, por lo que el Planificador de la maniobra de carga/descarga del buque debe siempre cuidar los siguientes aspectos:

- ✚ Proteger al buque
- ✚ Proteger la carga
- ✚ Utilizar al máximo el volumen de las bodegas del buque teniendo en cuenta el correcto balanceo del buque (por peso) con la debida distribución de la carga en las bodegas (estiba a bordo) que especifique el Capitán del Buque.
- ✚ Obtener una carga y descarga rápida y sistemática
- ✚ Efectuar las operaciones con seguridad tomando en cuenta los balanceos extraordinarios del buque.
- ✚ Tratar de no separar bultos de una misma consignación.

En cambio, la carga/descarga del Transporte terrestre es menos crítica puesto que en esta operación hay cooperación tanto del operador de la Terminal como la del operador del vehículo terrestre y normalmente esta operación se realiza en un estado estático.

Para realizar la transferencia de carga de importación en un sistema de puestos de atraque por vía indirecta, se identifican 6 **maniobras secuenciales** básicamente:

1. *Maniobra de Atraque*: Realizada por el Piloto del Puerto o en su caso por el Capitán del barco.
 2. *Maniobra a bordo del barco*
 3. *Maniobra de traslado de la carga al almacén*
 4. *Maniobra de estiba en las áreas de almacenaje*
 5. *Maniobra de traslado de la carga a vehículo terrestre*
- } Realizadas por el Operador Portuario

6. *Maniobra de Carga al vehículo terrestre*: Realizada por el operador portuario en coordinación con el operador del vehículo de transporte terrestre.

En el caso de exportación de carga la secuencia de maniobras es ascendente. En el caso de transferir la carga por vía directa las maniobras 3, 4 y 5 se omiten.

Podemos entonces concluir que el **Sistema de Operación de una Terminal Portuaria** esta formado por los siguientes Subsistemas:

1. Subsistema de Maniobras en Buque
2. Subsistema de Traslación
3. Subsistema de Almacenamiento en Tránsito
4. Subsistema de Maniobras en Vehículo Terrestre

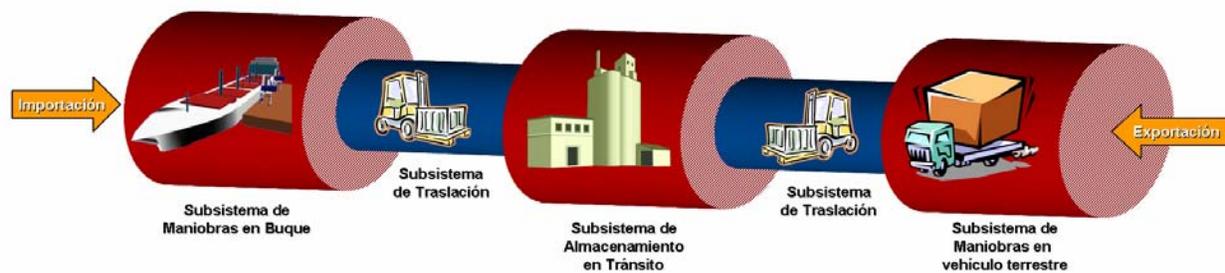


Figura 3.11
Sistema de Operación de una Terminal Portuaria

Subsistema de Maniobras en Buque

Este subsistema comprende las instalaciones necesarias para la carga/descarga a bordo del buque, e incluye las operaciones de estiba y desestiba, carga y descarga a un costado del buque y la bodega de este, en caso de exportación y en sentido inverso en caso de descarga (importación).

Subsistema de Traslación

Incluye las instalaciones y maniobras de traslado al almacén, donde el traslado de carga se entiende como la transportación por cualquier medio del costado del barco o del vehículo terrestre a las áreas de almacenamiento. Esta maniobra está estrechamente relacionada con la de a bordo del barco y la de estiba en las áreas de almacenaje.

Subsistema de Almacenamiento en Tránsito

Comprende las instalaciones y maniobras de estiba y desestiba en las áreas de almacenamiento funcionando como pulmón regulador en el flujo de carga por la gran diferencia de capacidad que existe entre el barco y los vehículos terrestres; por consecuencia reduce la estadía de los barcos en el puerto (reduce costos portuarios), además de permitir los trámites aduaneros. Por otra parte, las áreas de almacenamiento facilitan los servicios logísticos de carga como pueden ser la consolidación y desconsolidación de unidades de carga.

Subsistema de Maniobras en Vehículo Terrestre

Comprende aquellas instalaciones y maniobras de recepción de los vehículos terrestre y la posterior entrega de la carga a este en el caso de importación. Esta maniobra puede hacerse directamente en la zona de muelles en caso de seguir la vía directa o en la zona de almacenaje en caso de las terminales.

Esta maniobra es la más difícil de controlar debido a que los vehículos de transporte terrestre no pertenecen al puerto y a que los agentes aduanales responsables de hacer las gestiones para el acceso y salida de la mercancía siguen criterios e intereses distintos a los de la Terminal.

Clasificación de los Puertos y Terminales Portuarias

La Ley de Puertos Mexicana en su Artículo 9º clasifica a los puertos y terminales de la siguiente forma:

I. Por su navegación:

- a) **De altura**, cuando atiendan embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales, y
- b) **De cabotaje**, cuando solo atiendan embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales.

II. Por sus instalaciones y servicios, enunciativamente, en:

- a) **Comerciales**, cuando se dediquen, preponderantemente, al manejo de mercancías o de pasajeros en tráfico marítimo;
- b) **Industriales**, cuando se dediquen, preponderantemente, al manejo de bienes relacionados con industrias establecidas en la zona del puerto o terminal;
- c) **Pesqueros**, cuando se dediquen, preponderantemente, al manejo de embarcaciones y productos específicos de la captura y del proceso de la industria pesquera, y;
- d) **Turísticos**, cuando se dediquen, preponderantemente, a la actividad de cruceros turísticos y marinas.

Por otra parte pueden clasificarse también por su zona de influencia:

- e) **Locales**, cuando su zona de influencia o hinterland atiende solamente a la población circundante o próxima.
- f) **Regionales**, cuando su zona de influencia abarca territorios y poblaciones conexas (Municipios y Estados conexas).
- g) **Pivotes**¹³, Estos se caracterizan por la capacidad para concentrar carga cuyo origen o destino sobrepasa el hinterland o zona de influencia tradicional y

¹³ Tomada de la revista "Transporte e Industria" Octubre-Noviembre 2002

alcanza lugares distantes dentro o fuera del país de pertenencia (Singapur, Hong Kong, por ejemplo). La concentración de carga se produce a través de dos vertientes principales por vía marítima, cuando se hace un trasbordo de carga dirigida hacia otros puertos, y por vía terrestre, mediante la ampliación del hinterland para alcanzar vastos territorios, sobrepasando incluso las fronteras nacionales.

En el Artículo 9º las terminales, *marinas e instalaciones portuarias* se clasifican por su uso en:

I. **Públicas**, cuando exista obligación de ponerlas a disposición de cualquier solicitante, y

II. **Particulares**, cuando el titular las destine para sus propios fines, y a los de terceros mediante contrato.

3.2 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PLANEACIÓN PORTUARIA

Un puerto o una Terminal Marítima, tiene la intención de proveer instalaciones adecuadas para cierto tipo de barcos cargueros y para la transferencia de cierto tipo de carga transportada hacia o desde las locaciones terrestres por medio del ferrocarril, vehículos terrestres, vías fluviales o ductos. Los barcos tienen que ser acomodados con seguridad a lo largo de los muelles o debidamente anclados, excepto quizás bajo condiciones extremas de viento, oleaje y marea.

La planeación Portuaria tiene que enfocarse principalmente a las siguientes cuestiones:

- ✚ La infraestructura, principalmente, debe dar protección a las instalaciones en tierra y dar abrigo a las embarcaciones permitiendo la seguridad en las diferentes maniobras portuarias.
- ✚ El equipamiento tiene que ser proveído para una maniobra de carga/descarga eficiente entre buque y costa.
- ✚ Las instalaciones de almacenamiento tienen que ser proveídas como una maniobra de carga entre barco y costa, normalmente que toma lugar a una velocidad alta, en particular para los buques de carga, que arriban y transfieren la carga al transporte terrestre. La razón de gran velocidad de carga y descarga de barcos, es por supuesto el alto costo de inmovilización del barco y por los costos portuarios que se generan. Estas instalaciones son limitadas a aquellas necesidades de compensación en las diferencias de velocidad de maniobra de carga descritas arriba. La demanda para las instalaciones de almacenamiento de carga en general es reducida por tiempo limitado durante el cual la carga es almacenada sin cargo monetario, y por un brusco aumento de costo en el almacenamiento diario después de que el tiempo libre haya expirado. Las instalaciones de almacenaje de carga a granel deberán ser proveídas para una carga mínima de un barco (en caso de que no se comercialice), o en grandes

terminales, que pudieran acomodar varios buques graneleros simultáneamente, correspondiente para un número mínimo de barcos cargados.

En el pasado, cuando los transportistas terrestres eran predominantemente ferrocarriles y *barcazas*, y el servicio no era muy frecuente, más instalaciones portuarias de almacenamiento eran necesarias. Esto explica el porque puertos viejos a menudo tienen almacenes extensos.

El servicio de transporte terrestre ha sido mas frecuente a medida que se ha desarrollado, y aún ha sido continuo por medio de ductos. Esto ha traído que la necesidad de almacenamiento portuario se haya reducido.

Antes del desarrollo del ferrocarril y antes del transporte terrestre moderno un largo número de pequeños y grandes puertos se necesitaban porque el transporte por mar era la única posibilidad o era más barato que el transporte terrestre. Desde más barato y más frecuente, el transporte terrestre fue accesible en la necesidad de un largo número de puertos comerciales y en particular para los pequeños puertos, que disminuyeron drásticamente. Muchos de ellos fueron usados como una extensión menor del presente, o tienen que ser convertidos para uso de cruceros.

La Planeación Portuaria es claramente un asunto importante, no solo con las instalaciones físicas, sino también, e igual de importante con la organización, administración y operación del puerto. El más reciente conflicto en el sistema a menudo trae el área de mayor problema. El diseño y construcción de múltiples instalaciones al igual que la selección, diseño e instalación del equipo, frecuentemente da menos y pequeños problemas que el subsecuente mantenimiento y apropiado uso.

Capítulo 4

EVALUACIÓN OPERATIVA DE UNA TERMINAL PORTUARIA: APLICACIÓN DE LA ETAPA DE CONCEPTUALIZACIÓN AL CASO DE ESTUDIO

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO EN ESTUDIO

Entorno del Proyecto.

A lo largo del Golfo de México, en una franja costera de 745 kilómetros de longitud, se encuentra el Estado de Veracruz. Su privilegiada posición geográfica hace de Veracruz un espacio de gran potencial para el desarrollo nacional.

Con una superficie de 72,420 kilómetros cuadrados, Veracruz es el décimo estado de la República Mexicana en extensión y representa el 3.7% de la superficie total del país. Veracruz forma parte de una importante región económica y de gran diversidad cultural; colinda con siete estados de la República Mexicana: Tamaulipas al norte; San Luís Potosí, Hidalgo y Puebla al oeste; Chiapas y Oaxaca al sur, y Tabasco al sureste.

Comparte la cuenca del Golfo de México con los estados de Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán y con cinco estados de los Estados Unidos de América. Estas entidades federativas representan un mercado potencial de 30 millones de personas. El litoral de Veracruz representa casi la tercera parte de la costa mexicana del Golfo de México (29.3%), y el 4.7% del total de la cuenca¹.

Veracruz ofrece rutas que permiten el comercio marítimo a Europa, al este de los Estados Unidos de América y a Sudamérica. Actualmente operan en el estado ocho puertos: Tuxpan, Veracruz, Coatzacoalcos y Pajaritos (este último es exclusivamente petrolero), que están registrados como puertos de altura y cabotaje; Tecolutla, Nautla, Alvarado y Tlacotalpan que operan sólo cabotaje y se dedican a actividades pesqueras y turísticas.

En el 2001, los puertos de Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos operaron el 30% de la carga comercial por vía marítima del país. El volumen de carga anual se ubicó alrededor de los 18 millones de toneladas.² La Administración Portuaria de Veracruz S.A. de C.V. (APIVER) es la empresa concesionaria del gobierno federal para la administración del Puerto de Veracruz (hasta el año 2044).

El Puerto de Veracruz dispone de la infraestructura que le permite ser el segundo puerto comercial del país en cuanto a movimiento de carga se refiere, solamente superado por el puerto de Lázaro Cárdenas en el litoral del Pacífico.

¹ Fuente: <http://www.veracruz-programa.gob.mx>

² Fuente: <http://www.veracruz-programa.gob.mx>

En el año 2003, Veracruz movilizó más de 14.9 millones de toneladas (Lázaro Cárdenas lo supera en alrededor de 100,000 ton.), es decir el 22.2% del movimiento de carga comercial nacional por vía portuaria. De ellos, 12.9 millones de toneladas son importaciones y 2.0 millones de toneladas son exportaciones, lo que lo posiciona como el principal puerto de Altura en el país.³

Infraestructura del Puerto de Veracruz

La infraestructura de apoyo a los buques en el área de fondeo, navegación, maniobras, de embarque y desembarque, permite alcanzar niveles de seguridad acorde a parámetros internacionales, eficiencia y calidad en los servicios que se prestan.

Tabla 4.1
Comparativo General de Infraestructura (2001)

Concepto	Pto. Veracruz	Golfo y Caribe	Nacional
Longitud de Atraque (altura)	4,029 m	15,381 m	29282 m
Almacenamiento	444,318 m ²	2,455,488 m ²	5,559,747 m ²
Patios	380,714 m ²	2,223,226 m ²	5,155,907 m ²
Cobertizos	8,165 m ²	22,378 m ²	43,036 m ²
Bodegas	55,439 m ²	209,884 m ²	360,804 m ²
Calado máximo	14 m	n.a.	n.a.
Volumen anual*	14,951.9 m/ton	33,273.3 m/ton	67,317.7 m/ton

Fuente: Catastro Portuario 2001, SCT

n.a. no aplica

* Anuario Estadístico Portuario 2003, CGPM, SCT

³ Datos obtenidos del “Anuario Estadístico Portuario 2003”, CGPM, SCT

La infraestructura para el atraque de las embarcaciones comerciales ha sido factor clave para que el puerto haya alcanzado los niveles de servicio registrados.

Tabla 4.2
Muelles de Altura del Puerto de Veracruz

Nombre	Año de Construcción	Propiedad	Disposición	Bandas de Atraque	Longitud m	Profundidad m	Operador
Muelle Fiscal No. 1	1890	Federal	Espigón	2	200.5	-10	APIVER
Muelle Fiscal No. 2	1952	Federal	Espigón	3	182.4	-10	APIVER
Muelle Terminal No. 4	1895	Federal	Espigón	3	380.5	-10	APIVER
Muelle de Altura No. 6	1952	Federal	Espigón	3	302.2	-10	APIVER
Muelle No. 7 Sur	1952	Federal	Espigón	1	243.7	-10	APIVER
Muelle de la TUM (terminal de Usos Múltiples)	1998	Federal	Marginal	1	250	-12	APIVER
Muelle de Cementos	1952	Público	Duques de Alba	1	Plataforma de 15 x 14 (duques de alba)	-10	Cementos de Veracruz
Muelle Multipropósitos (o en espigón) para Manejo de granos, alúmina y fluidos	1998	Público	Espigón	2	200	-12	Cargill, Vopak y Grupo Astro
Muelle de Contenedores	1981	Federal	Marginal	2	507.6	-12	ICAVE

Fuente: Catastro Portuario 2001, SCT.
Elaboración Propia

Para la realización de operaciones de carga y descarga de mercancías que requieran ser embarcadas o desembarcadas, se destinan en el puerto las siguientes posiciones de atraque sobre la base de la clasificación de muelles de altura por tipo de carga que a continuación se detalla:

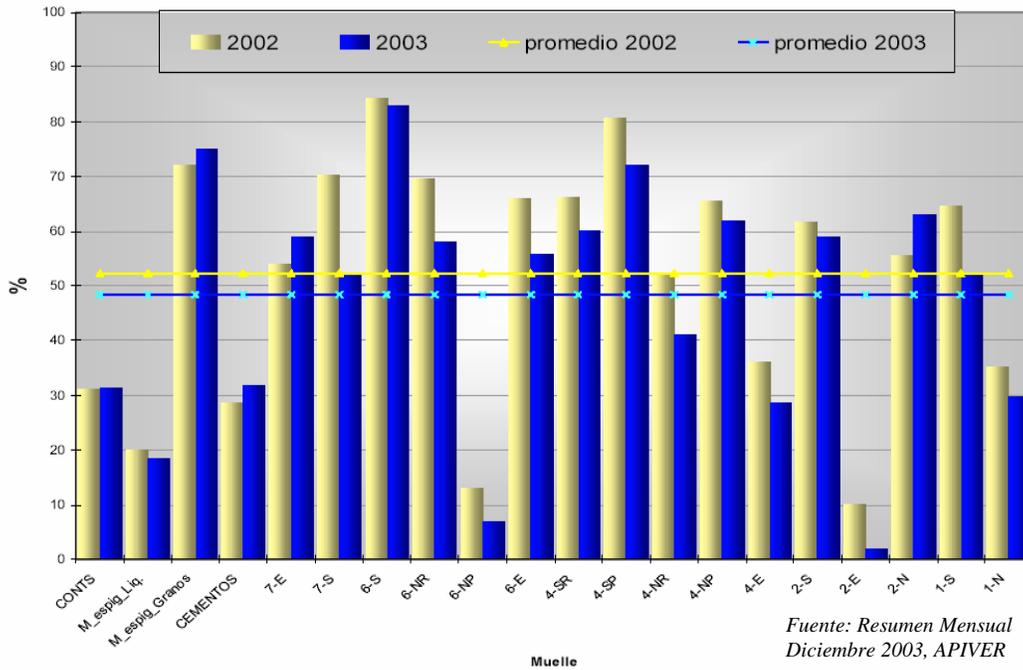
Tabla 4.3
Clasificación de Muelles de Altura por Tipo de Carga

Muelle	Posición de Atraque	Tipo de Carga Prioritaria	Tipo de Carga Secundaria
Muelle 1	1 Sur	Automóviles, Cruceros y Visitas Oficiales	Carga General
	1 Norte	Automóviles	Carga General
Muelle 2	2 Sur	Contenedores	Carga General
	2 Norte	Contenedores	Carga General
Muelle 4	4 Sur Rincón	Granel Agrícola	
	4 Sur Punta	Granel Agrícola	
	4 Norte Rincón	Granel Agrícola	Granel Mineral
	4 Norte Punta	Granel Agrícola	Granel Mineral
	4 Este	Carga General	
Muelle 6	6 Sur	Granel Agrícola	Fluidos
	6 Norte	Tubos de Acero, Granel Mineral	
	6 Este	Tubos de Acero, Carga General	
Muelle 7	Sur Rincón de la TUM	Fluidos	Contenedores
	Sur Punta de la TUM	Fluidos	Contenedores
Muelle de la TUM (terminal de Usos Múltiples)	Este de la TUM	Contenedores y Automóviles	Carga General
Muelle de Cementos	Marginal de Cementos	Cemento a Granel y Fluidos	
Muelle multipropósitos o en espigón	Espigón Oeste	Fluidos	
	Espigón Este	Granel Agrícola y Alúmina	
Muelle de Contenedores	Especializado de Contenedores	Contenedores	

Fuente: Reglas de Operación APIVER

Los muelles asignados para el manejo de Granel Agrícola presentan una mayor demanda de ocupación en el puerto y en el caso del muelle 6-Sur esta posición se encuentra saturada, por rebasar más del 80% de ocupación⁴ (en el muelle en espigón, la banda Oeste asignada para manejo de granos esta a punto de saturarse).

Gráfica 4.4
Comparativo de Ocupación de Muelles 2002 - 2003



⁴ Porcentaje obtenido del libro: Análisis Operacional Portuario, 1993

Figura 4.5
Infraestructura del Puerto de Veracruz



Instalaciones del Puerto de Veracruz

Las instalaciones para la atención de la carga comercial que se maneja en el Puerto de Veracruz, se encuentran parcialmente cesionadas y de acceso público con servicios prestados por múltiples empresas permisionarias de maniobras portuarias.

En las instalaciones operadas por la API se almacenaron durante el año 2002 del orden de 2.9 millones de toneladas, correspondiendo a la carga unitizada fraccionada y contenerizada manejada por las tres empresas permisionarias CICE, CPV y TMM.

Por otra parte, en las instalaciones de las empresas cesionarias se utilizaron del orden de 95.4 hectáreas, a través de las cuales se atendieron 13.4 millones de toneladas (dato del 2002).

Destaca el manejo de ICARE (4.39 millones de toneladas de carga contenerizada) y el granel agrícola operado por CARGILL y TCE.

Tabla 4.6
Cesionarios del Puerto de Veracruz (2003)

Cesionaria	Utiliza almacenaje	Volumen 2003 miles de tons.
Cargill de México, S.A. de C.V.	cesión parcial	2,141.9
Aluminio y Derivados de Veracruz, S.A. de C.V. (ALUDER hoy TMV)	cesión parcial	0.0
Cementos Apasco S.A. de C.V. (APASCO)	cesión parcial	0.0
Grupo Industrial Astro, S.A. de C.V. (I y II) (ASTRO)	cesión parcial	174.3
Corporación Integral de Comercio Exterior, S.A. de C.V. (CICE)	APIVER	3,533.1
Compañía Integral de Fumigaciones, S.A. de C.V. (CIF)	no	0.0
Internacional de Contenedores Asociados de Veracruz, S.A. de C.V. (ICAVE)	cesión parcial	4,394.5
Fire Late S.A. de C.V. (FIRE LATE) -básculas-	no	0.0
TMM Puertos y Terminales, S.A. de C.V. (TMM hoy SSA)	APIVER	1,549.5
Terminales de Cargas Especializadas, S.A. de C.V. (TCE)	cesión parcial	2,910.2
Vopak Terminales México, S.A. de C.V. (VOPAK)	cesión parcial	636.6
Corporación Portuaria de Veracruz, S.A. de C.V. (CPV)	APIVER	915.9
TMM Logistics, S.A. de C.V. (TMM Logistics) -reparación de contenedores-	no	0.0
Corporativo San Angel, S.A. de C.V. (gasolinera)	no	0.0
TOTAL		16,256.0

Fuente: APIVER
Elaboración Propia

El recinto portuario se encuentra dividido en diferentes áreas, las cuales albergan a las empresas cesionarias que operan en las terminales y prestadoras de servicios.

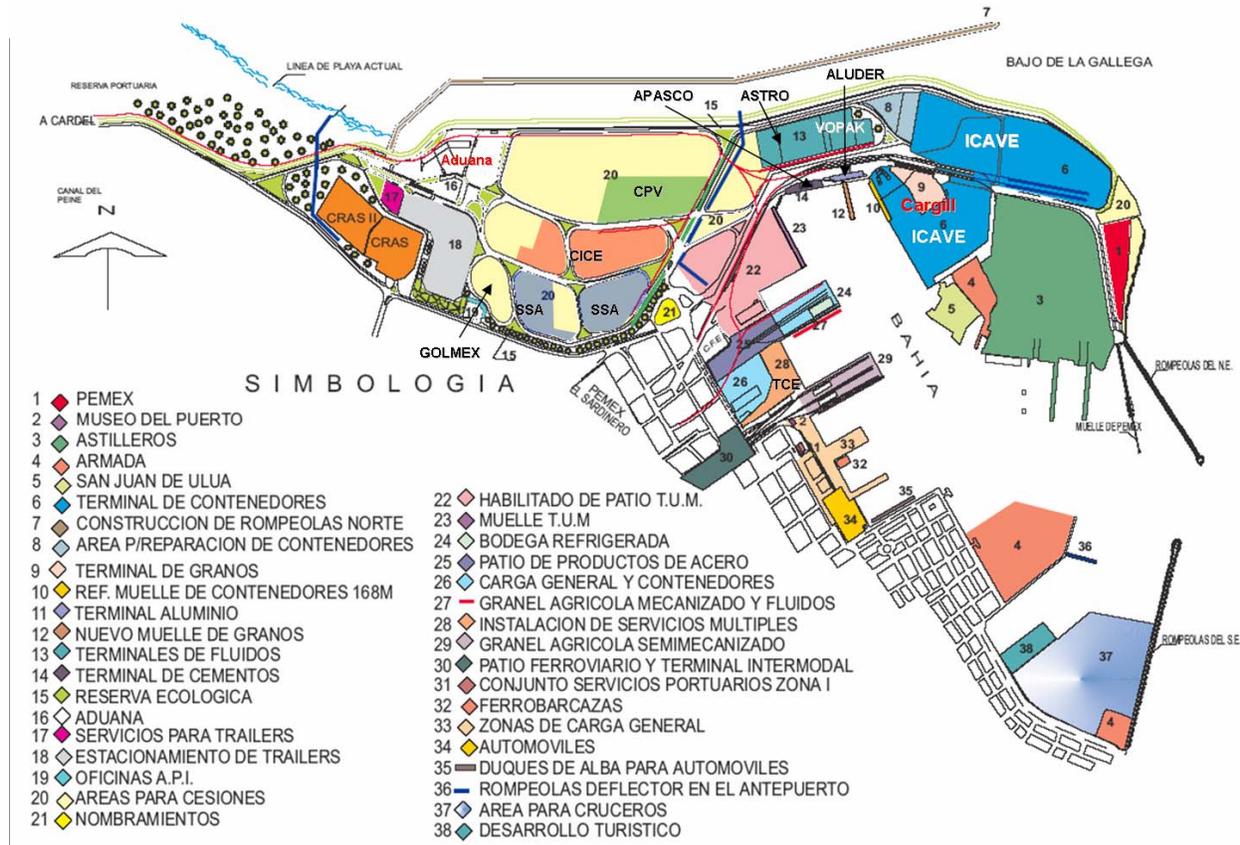


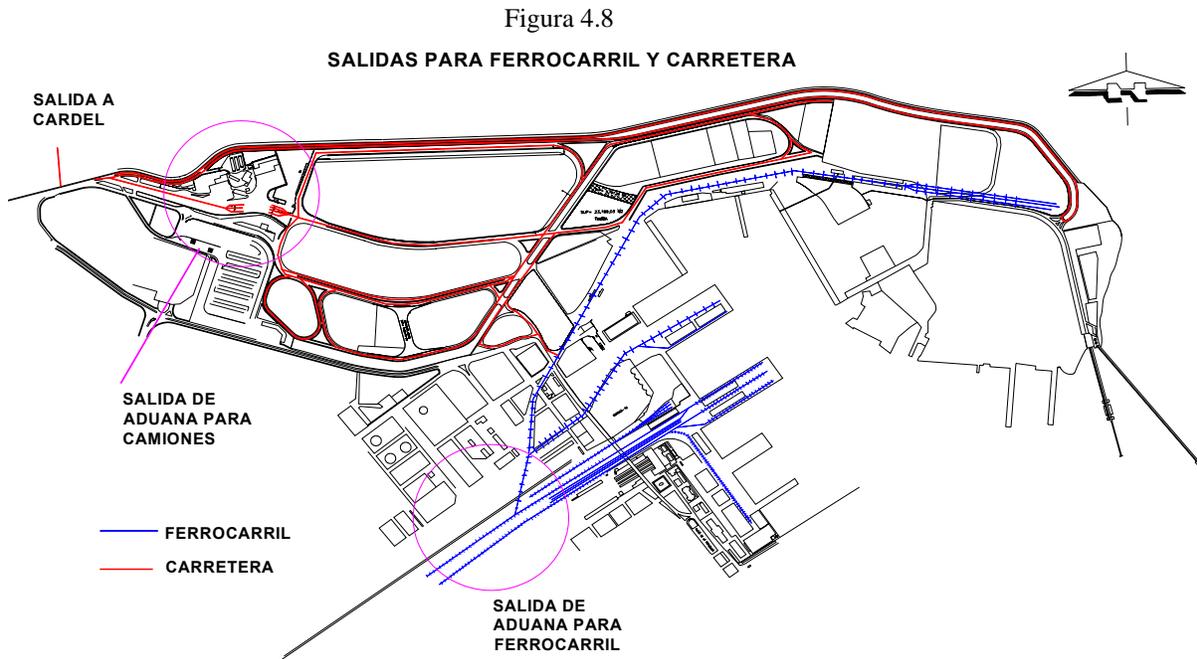
Figura 4.7
Mapa General del Puerto de Veracruz

Vías de Comunicación del Puerto de Veracruz

El sistema de vialidades internas del puerto converge en el acceso único, siendo este controlado por la Aduana Marítima.

La red ferroviaria atraviesa la ciudad de Veracruz con dirección Poniente, mientras que la vialidad carretera se dirige hacia el Norte, también atravesando la zona urbana de

Veracruz. La red ferroviaria del Estado de Veracruz consta de 1,806.6 kilómetros que equivalen al 6.8% de la red nacional.



Las principales vías de comunicación entre el puerto y la zona centro (fig. 4.9), son los ferrocarriles concesionados a TFM por la vía Jalapa y FERROSUR por la vía Córdoba (este último es el que tiene la concesión de las vías internas del puerto), así como la autopista vía Córdoba y la carretera parcialmente concesionada vía Jalapa.

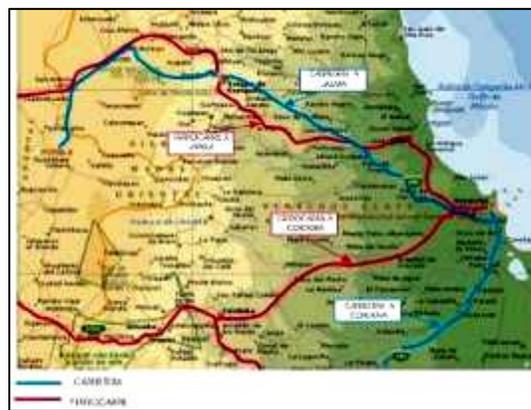


Figura 4.9
Principales vías terrestres

El Estado de Veracruz cuenta con un sistema carretero de poco más de 15.9 mil kilómetros, que representa el 4.8% del total nacional, de los cuales 5.4 mil kilómetros corresponden a carreteras pavimentadas y 519 kilómetros a la red carretera de altas especificaciones.

Dos ejes troncales cruzan el estado de norte a sur: el eje costero, que inicia en Pueblo Viejo y finaliza en Tonalá, y el eje troncal veracruzano, que comunica a la entidad en la parte occidental, desde Pánuco hasta Jesús Carranza. La comunicación interestatal (fig. 4.10) se realiza a través de diez ejes transversales. Los ejes Veracruz – Xalapa - Acatzingo y Veracruz-Córdoba-Maltrata comunican ambos al centro del estado con las ciudades de México y Puebla. Actualmente la red de caminos rurales es de 6,941 kilómetros.

El estado cuenta con un aeropuerto internacional ubicado en la ciudad de Veracruz (fig. 4.11), y dos aeropuertos para vuelos nacionales, El Tajín ubicado entre Poza Rica y Tuxpan, Canticas, en Minatitlán y El Lencero en Emiliano Zapata. El movimiento local se realiza con el apoyo de alrededor de 13 aeródromos regionales.

Hinterland del Puerto de Veracruz

El área de influencia del puerto de Veracruz (hinterland) dentro del país tiene como destino principal la zona centro, abarcando los estados de Veracruz, Puebla, Estado de México y Distrito Federal, los cuales son el origen o destino del 80% de la mercancía que se maneja en el puerto⁵.

Dicha zona comprende el 30.81% del territorio nacional, abarcando al 69.80% de la población total y produciendo el 64.48% del PIB.⁶

La ubicación privilegiada del Puerto de Veracruz respecto a la región económica de mayor importancia del país, lo posiciona como un puerto estratégico nacional.

Los estados ubicados en la zona Central, Oriental y Nororiental del país, entre los que destacan Veracruz, Puebla, Estado de México, Nuevo León y Distrito Federal, constituyen el origen o destino de casi toda la carga que maneja el puerto.

Figura 4.12
Zona de Influencia del Puerto de Veracruz



Fuente: APIVER

⁵ Fuente: Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Veracruz 2000-2010

⁶ Fuente: página web de APIVER- <http://www.apiver.com>

Movimiento de Carga en el Puerto de Veracruz

La mayor parte de la carga de altura movilizada por el puerto es de importación, alcanzando una relación del 83.7% del total manejado en el año 2003, mientras que las exportaciones representaron el 16.2%. El 0.1% restante corresponde a cabotaje.

El movimiento de carga registrado en el puerto, lo mantiene como uno de los principales destinos para el manejo de las mercancías. La mayoría de los productos que se mueven han reflejado un incremento en los últimos años.

Tabla 4.13
Principales Mercancías manejadas en el Puerto 2002 - 2003

Tipo de Carga	Importación (tons.)			Exportación (tons.)			Cabotaje (tons.)		
	2002	2003	Δ%	2002	2003	Δ%	2002	2003	Δ%
General Suelta	1,285,624	1,272,258	-1.1	835759	733552	-13.9	1212	101	-1100.0
Granel Agrícola	5,883,046	6,071,968	3.1	16560	0	n.a.	20041	9913	-102.2
General Contenerizada	3,313,225	3,399,797	2.5	1724439	1827533	5.6	n.a.	n.a.	n.a.
Automóviles (unidades)	226,401	254,798	11.1	191133	233676	18.2	n.a.	n.a.	n.a.
Granel Mineral	1,822,655	2,129,890	14.4	0	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fluidos	766,091	732,934	-4.5	87179	77931	-11.9	n.a.	n.a.	n.a.

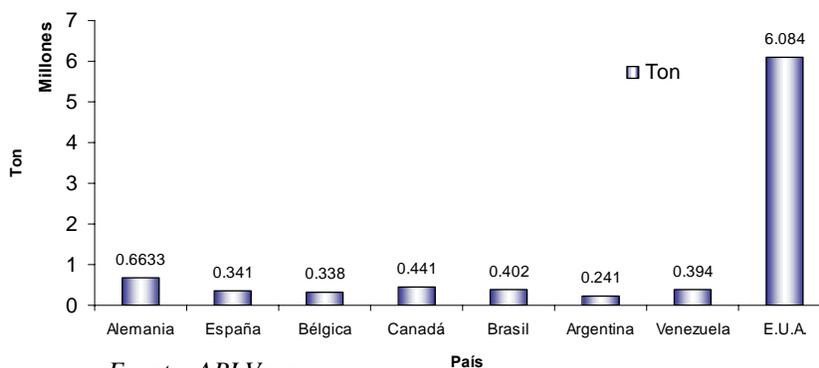
Datos: Resumen Mensual 2003, APIVER

n.a. no aplica

Elaboración Propia

El tráfico de altura que el puerto mantiene lo realiza con ocho países principalmente, los cuales corresponden al 94% de su total de carga manejada.

Movimiento de carga por país, 2002



Fuente: API Veracruz.

El manejo de las mercancías en el puerto se realiza con el apoyo de infraestructura para el almacenamiento temporal de la misma.

Oferta y Demanda de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz

Actualmente operan en el puerto cinco empresas que manejan granel agrícola (Ver ubicación en la fig. 4.7):

Tabla 4.14
Cesionarios que Operan Granel Agrícola en el Puerto (2004)

Cesionario	Abreviatura	Giro	Operación
Cargill de México, S.A. de C.V.	CARGILL	Terminal portuaria especializada de carga de uso público para el manejo de granos y otras primas, carga/descarga, alijo y almacenaje, estiba y acarreo de granel agrícola.	M
Corporación Integral de Comercio Exterior, S.A. de C.V.	CICE	Terminal portuaria de uso público, para el manejo de carga general, granel agrícola, mineral y perecederos, carga contenerizada así como el almacenaje de contenedores vacíos, llenos y refrigerados, carga/descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo dentro.	S
SSA México, S.A. de C.V.	SSA	Manejo de vehículos automotores dentro de la instalación especializada y en el proceso de descarga de vehículos terrestres/manejo, almacenaje y custodia de mercancías de comercio exterior/recepción, carga/descarga, alijo y despacho de mercancía en general.	S
Terminales de Cargas Especializadas, S.A. de C.V.	TCE	Terminal portuaria especializada de carga de uso público, mecanizada para la exportación e importación de diversos productos de granel agrícola, fluidos, productos ensacados de importación y exportación, carga/descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo.	S/M
Corporación Portuaria de Veracruz, S.A. de C.V.	CPV	Servicio de maniobras de transferencia de bienes o mercancías, tales como carga/descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo, servicios portuarios de almacenaje de contenedores vacíos, llenos y refrigerados, reparación y lavado de contenedores y mercancías.	S

Fuente: Resumen Mensual 2003, APIVER
M-Mecanizado, S-Semimecanizado
Elaboración Propia

Tanto Cargill como TCE tienen instalaciones mecanizadas y especializadas para atender la carga a granel, mientras que las demás empresas, solamente son maniobristas y no utilizan ninguna instalación especializada para manejar el grano sino que lo hacen directamente desde el barco al medio terrestre, utilizando frecuentemente las propias grúas de la embarcación.

Dentro de los granos agrícolas más importantes que se mueven en el puerto se encuentran el maíz, trigo, soya, sorgo y arroz, en donde prácticamente del total manejado en el puerto fueron importados (99.84%).

Tabla 4.15
Movimiento de Granos Agrícolas en el Puerto de Veracruz (2003)

Granel Agrícola	2003 (toneladas)			Total
	Importación	Exportación	Cabotaje	Manejado
Maíz	1,803,569	-	9,913	1,813,482
Trigo	1,253,856	-	-	1,253,856
Soya	1,037,922	-	-	1,037,922
Sorgo	1,009,099	-	-	1,009,099
Arroz	455,013	-	-	455,013
Sem. De Canola/Nabo	257,337	-	-	257,337
Semilla de Girasol	119,430	-	-	119,430
Pasta de Soya	50,215	-	-	50,215
Gluten de Maíz	27,809	-	-	27,809
Pasta de Galleta	27,086	-	-	27,086
Salvado de Trigo	26,125	-	-	26,125
Pellets de Trigo	2,937	-	-	2,937
Pellets de Soya	1,570	-	-	1,570
TOTAL	6,071,968	0	9,913	6,081,881

Fuente: Movimiento de Carga 2003, APIVER
Elaboración propia

El 87% de los graneles agrícolas que se importan al país, provienen de E.U.A. mientras que el 9% tiene su origen en Canadá⁷.

A cifras del año 2003, del 100% de las importaciones de granel agrícola por vía marítima al país, los puertos del Golfo de México operaron el 87.8% de la carga y los puertos del Pacífico el 12.2% restante.⁸

En el año 2003 se importaron por los puertos Mexicanos 11,269,305 ton de grano agrícola al país⁹, en donde el Puerto de Veracruz participó en la importación de 6,071,968 ton, lo cual representa el 53.88% del total nacional de granos agrícolas importados vía marítima al país, lo que lo posiciona como el principal puerto importador de granos agrícolas en el país; en segundo lugar se encuentra Puerto Progreso, Yucatán con 14% de la importación total de granos vía puerto.

El área geográfica del mercado de granos del puerto, comprende los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, norte de Oaxaca, Estado de México, Morelos y la Zona Metropolitana del Valle de México.

⁷ Fuente: Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Veracruz 2000-2010

⁸ Fuente: Anuario Estadístico Portuario, CGPM, SCT, 2003

⁹ Fuente: Anuario Estadístico de los Puertos Mexicanos, SCT, 2003

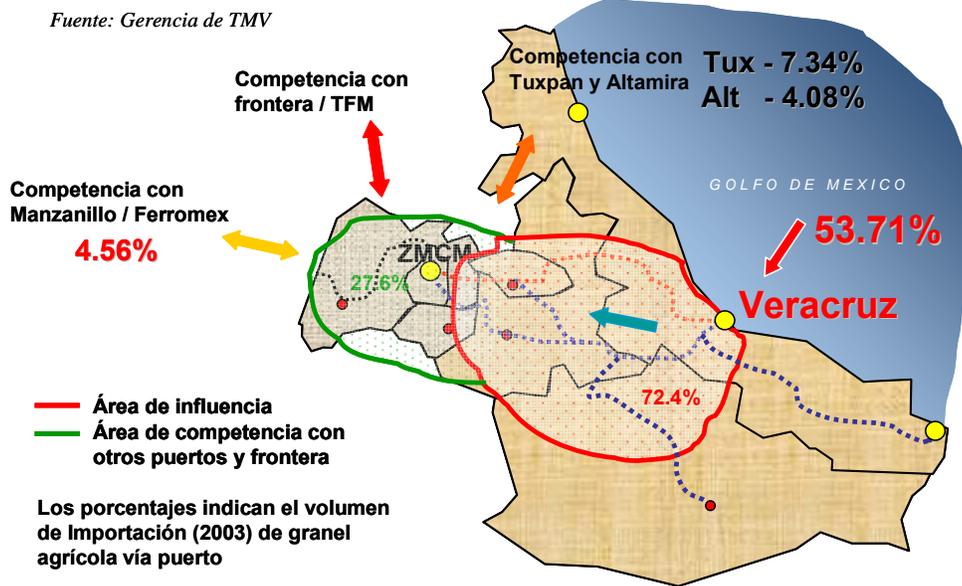


Figura 4.16
Área de Mercado de Granel Agrícola del Puerto de Veracruz

Del total de los granos que se manejaron en el 2003 por el Puerto, 72.4% tuvo su destino final dentro de su área de influencia próxima, el 27.6% restante se ubica en el Valle de México y su área conurbada y en industrias específicas de El Bajío, donde las opciones de competencia se multiplican de forma directa (ver fig 4.16).

Tabla 4.17
Volumen Manejado por Empresas Operadoras y Terminales (2003)

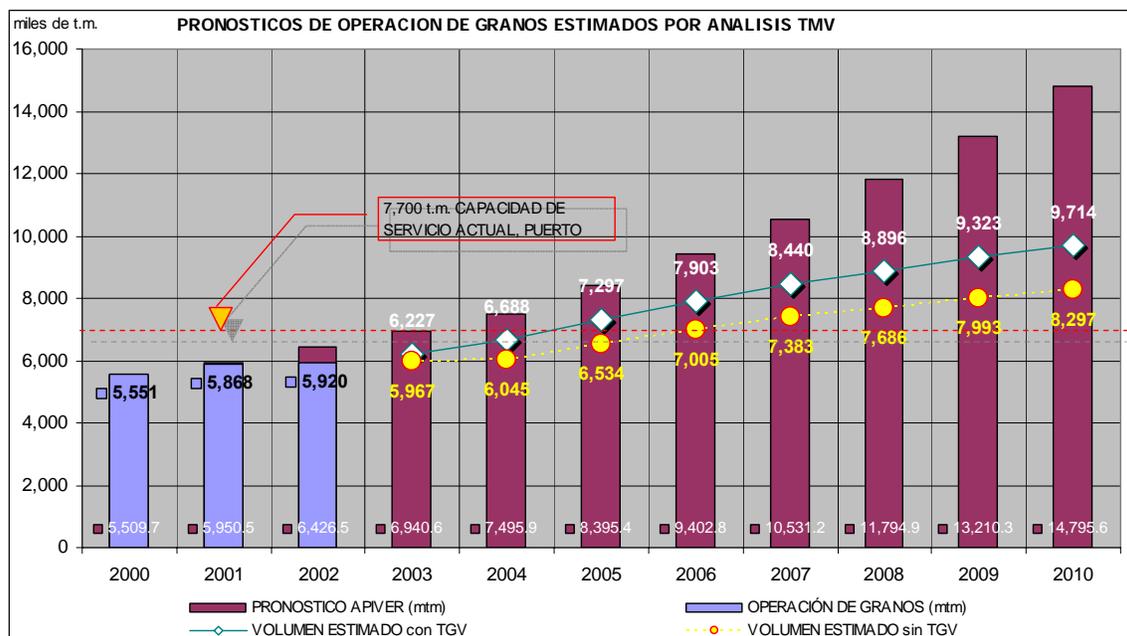
Empresa	Granel Agrícola (tons.)		Total
	Semimecanizado	Mecanizado	
CARGILL	n.a.	2,141,868	2,141,868
T.C.E.	481,078	1,946,250	2427328
CICE	619,584	n.a.	619584
CPV	417,681	n.a.	417681
TMM	475,419	n.a.	475419
Total	1,993,763	4,088,118	6,081,880

Fuente: Resumen Mensual 2003, APIVER
n.a. no aplica
Elaboración Propia

Nota: La empresa TMM es actualmente la maniobrista SSA y la Terminal de CARGILL anteriormente estaba concesionada a ALSUR (Almacenadota Sur, S.A. de C.V.).

En el Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Veracruz 2000–2010, se tiene estipulado un crecimiento lineal de la demanda de granos agrícolas (escenario conservador) en un 7.4% anual en los primeros cinco años, aumentando hasta un 10.7% anual del 2006 al 2010.

Sin embargo este pronóstico no es del todo confiable para la gerencia de TMV (caso de estudio para esta tesis) por lo que en la gráfica 4.18, se muestran tres pronósticos del incremento de la demanda. El primer pronóstico es realizado por APIVER, mientras que los otros fueron realizados por TMV, considerando la presencia o no, de la futura terminal de TMV en el Puerto.



Fuente: Gerencia de TMV

Figura 4.18
Proyección de la Demanda de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz

Capacidad y Rendimientos Operativos de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz

A continuación se presentan los promedios ponderados de los rendimientos operativos de las terminales y maniobristas que operan actualmente granel agrícola en el puerto:

Tabla 4.19
Rendimientos Operativos de las Empresas Graneleras (2003)

Granel Agrícola	Rendimientos (THBO)				
	C.I.C.E.	C.P.V.	TMM	CARGILL	T.C.E.
SEMIMECANIZADO	183.2	215.2	139.9	-	183.3
ligero	118.4	162.1	146.1	-	
pesado	189.9	225.2	136.9	-	183.3
MECANIZADO	-	-	-	525.5	305.4
ligero	-	-	-	194.2	
pesado	-	-	-	513.6	307.8

Fuente: Resumen Mensual 2003, APIVER
THBO-Toneladas por Hora de Buque en Operación
Elaboración Propia

Se le denomina Granel a la carga que viene suelta. Granel Agrícola Pesado se le nombra a los productos agrícolas naturales que pueden ser granos y oleaginosas (ricos en aceite) y Granel Agrícola Ligero a los productos agrícolas procesados como pueden ser pastas, harinas, etc. Esta clasificación marca una notable diferencia en el peso específico del producto agrícola.

Tabla 4.20
Capacidad Operativa de las Terminales Graneleras (2003)

Concepto	TCE	CARGILL
Almacenaje (toneladas métricas)	88,000	50,000
Carga a Ferrocarril (Tolvas por día)	80	90 a 100

Fuente: Gerencia de TMV
Cantidades aproximadas

Antecedentes y Propósitos del Proyecto de la Terminal Marítima de Veracruz (TMV).

A continuación se hará un resumen general del proyecto ejecutivo y operativo de la Terminal Marítima de Veracruz (TMV):

La Terminal Marítima de Veracruz, S.A. de C.V. (TMV) propone la reconversión de la infraestructura concesionada para el manejo de graneles agrícolas de forma eficiente en su área de concesión (área concesionada anteriormente a la empresa ALUDER), que permita por una parte coadyuvar a cumplir los objetivos y volúmenes de carga que se han planteado en el Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Veracruz y por otra parte estimular al mercado de los graneles agrícolas del Puerto actuales y futuros, con una opción competitiva adicional en el corto plazo.

TMV es una empresa mexicana que surge del conjunto de intereses de distintas empresas prestadoras de servicios marítimo - portuarios, preocupadas por generar respuestas oportunas y alternativas logísticas eficaces para el medio marítimo nacional e internacional basadas en su amplia experiencia, en particular en el transporte y manejo de graneles agrícolas.

La transformación de la infraestructura concesionada a TMV en el Puerto de Veracruz, de acuerdo al contrato de cesión parcial de derechos celebrado con la Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER), ofrecerá al creciente mercado de los graneles agrícolas del Puerto, una Terminal especializada adicional a las existentes (TCE y CARGILL) que complementará y permitirá por una parte, consolidar el Programa Maestro de Desarrollo para este tipo de carga en el corto plazo, con el aprovechamiento adecuado de la infraestructura actual en muelles y de la Terminal cesionada (ALUDER) que durante años no ha registrado operaciones y por otra parte, incorporándose a la nueva visión y reorientación de las líneas rectoras que APIVER plantea para reformar su Programa Maestro que se traducirá en señales firmes y positivas al mercado y a la competencia interna y externa.

Ubicación del Proyecto.

El sitio del Proyecto se localiza en el estado de Veracruz, México, en la zona norte del Recinto Portuario de Veracruz, también llamado comúnmente zona II. La Terminal de TMV colinda al norte con el patio ferroviario interno del Puerto denominado “Patio de Escollera Norte”, al sur con el muelle multipropósitos o muelle en espigón y con el frente de agua marginal conocido como el “muelle de aluminio”, al este con la Terminal de contenedores de ICAVE y al oeste con la Terminal de cementos de APASCO.

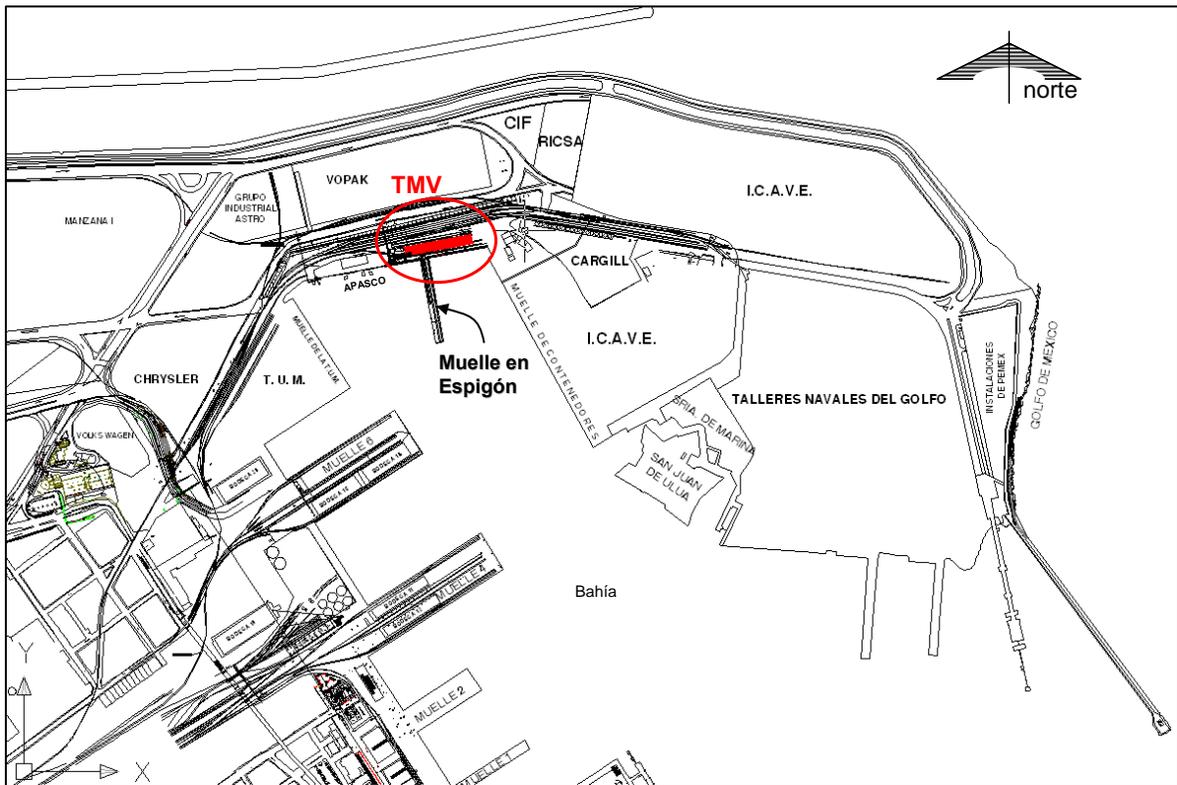


Figura 4.21
Ubicación de TMV en el Puerto de Veracruz

Situación Operativa.

Actualmente, el muelle en espigón se encuentra operado por la empresa CARGILL con manejo de granos agrícolas y VOPAK y ASTRO en el manejo de líquidos, donde la posición de atraque “Este” está asignada a la primera empresa y la posición de atraque “Oeste” a la segunda y tercera. TMV compartirá con estas empresas:

- ✚ Posición de atraque con cualquiera de las dos que se encuentre disponible. Se esta pidiendo la exclusividad de operaciones para TMV en la posición Oeste.
- ✚ Espacio de operaciones en el muelle multipropósitos.

Figura 4.22
Panorama Operativo de TMV

La descarga del buque granelero se hará, en su etapa inicial, mediante las grúas del buque (almejas), depositando el grano en tolvas movibles a lo largo del muelle y transfiriendo la carga a los silos mediante un sistema de bandas transportadoras y elevadores que depositarán el grano en los respectivos silos de almacenaje. Se tiene proyectado mecanizar la descarga del barco (mediante 2 piernas marinas) a las bandas después de construir y de poner en operación la Terminal, con el objetivo de reducir tiempos y maniobras en la descarga del buque.

La carga al medio terrestre pudiendo ser al ferrocarril o al auto transporte (camión) se realizará directamente de los silos mediante un sistema de silos de carga (más pequeños que los de almacenaje) y áreas adecuadas para estos medios.

El proyecto operativo de TMV se muestra en el Anexo 1; la planta de conjunto de TMV se muestra en el Anexo de Planos.

Las siguientes ilustraciones muestran los elementos de la operación y la situación operativa del muelle:

Figura 4.23
Situación Operativa de TMV

Figura 4.24
Vista General de TMV

4.2 ETAPA DE CONCEPTUALIZACIÓN

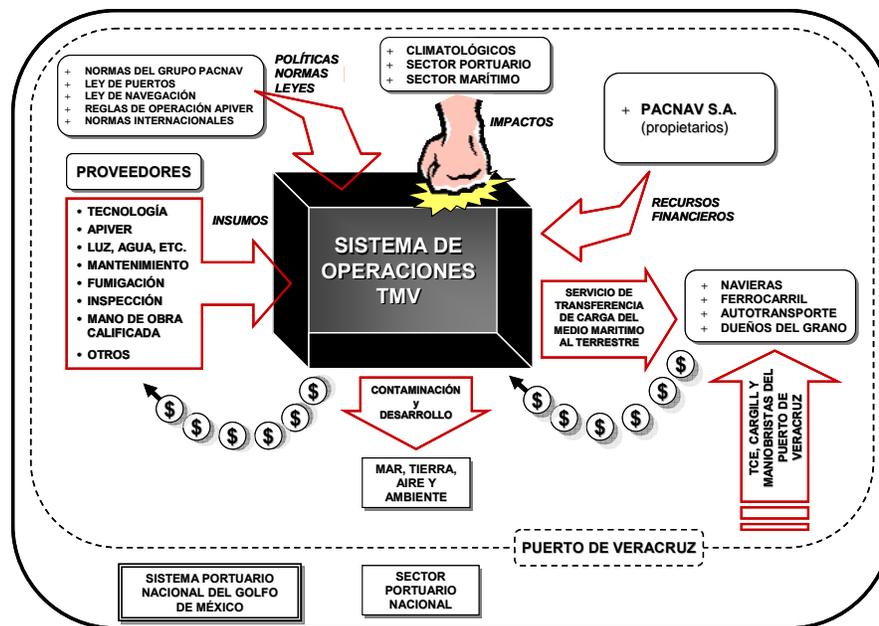
Comprensión y Conocimiento del Sistema de Operaciones de TMV

En el Capítulo 3 se explicó a profundidad la función que desempeñan las Terminales en el Puerto y éste a su vez en la Cadena de Transporte y en general en la Cadena de Suministro, por lo que el paso de comprensión quedará desarrollado con el estudio y entendimiento del anterior capítulo. El análisis de la propia Terminal de TMV está desarrollado en el tema anterior de este capítulo (en la descripción del proyecto) y se completa con el capítulo anterior, por lo que el conocimiento de la Terminal ha quedado cubierto y solo quedaría por parte del lector revisar los conceptos.

Elaboración del Modelo Conceptual del Sistema de Operaciones de TMV

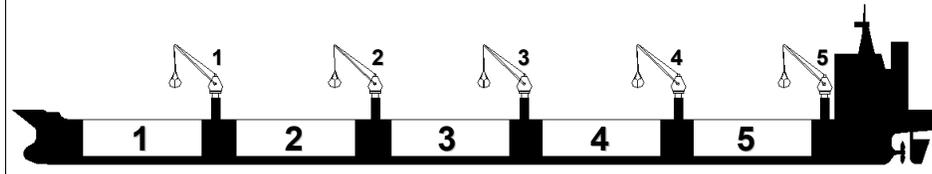
A continuación se presenta la Concepción de Caja Negra y Estructural del sistema de operaciones de TMV:

Mapa Conceptual de Caja Negra



----- Entorno de primer orden: Interacciones más fuertes e importantes del sistema con el medio en que se encuentra
 ————— Entorno de segundo orden: Interacciones más débiles o secundarias del sistema con el medio en que se encuentra

DIAGRAMA DE FLUJO SIMBÓLICO



Mapa Conceptual Estructural

- 1 Subsistema de Descarga de Buque
- 2 Subsistema de Traslación de Carga
- 3 Subsistema de Almacenamiento en Tránsito
- 4 Subsistema de Carga a Vehículo Terrestre

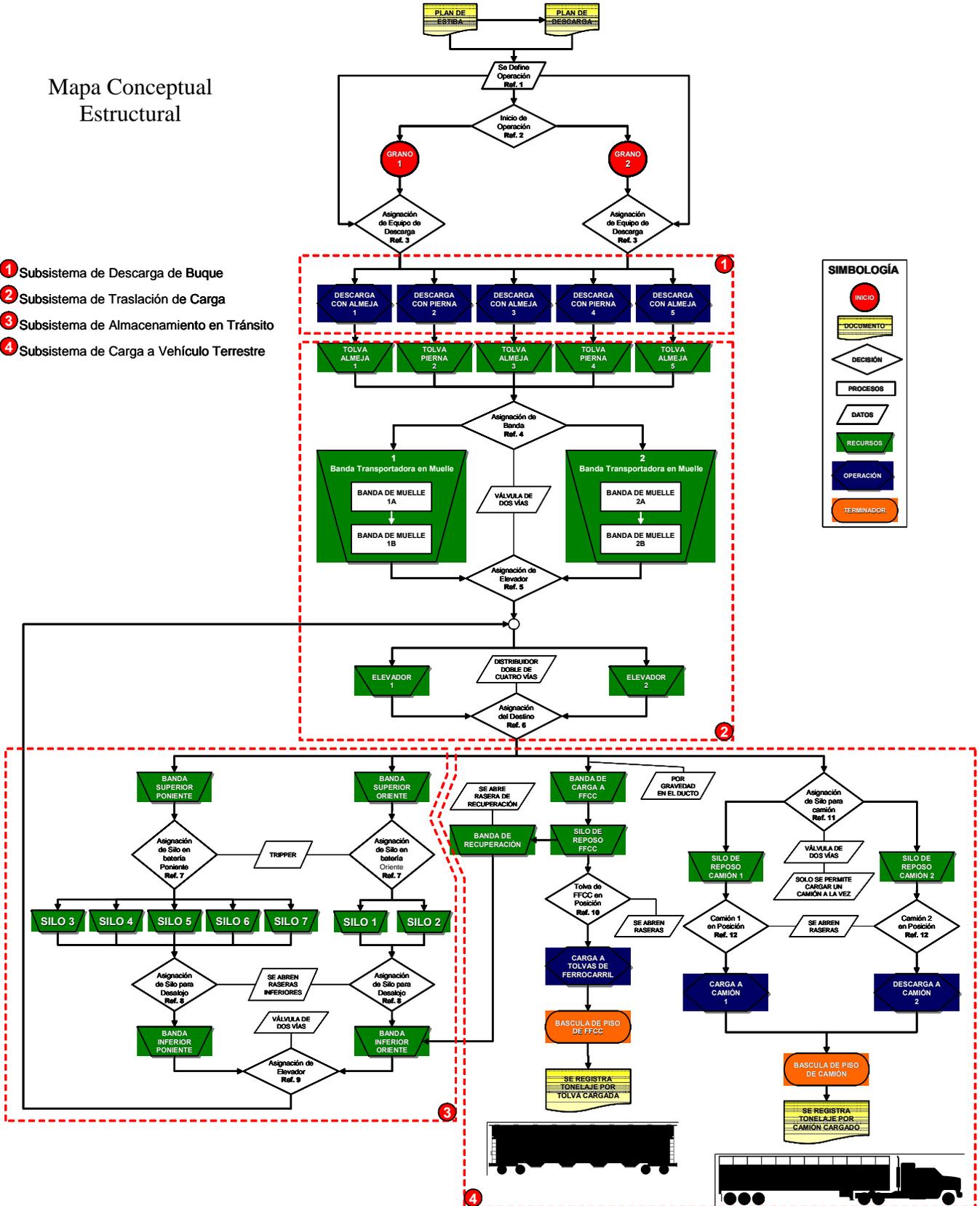
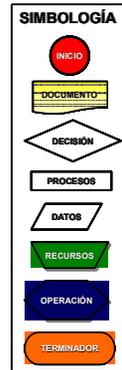
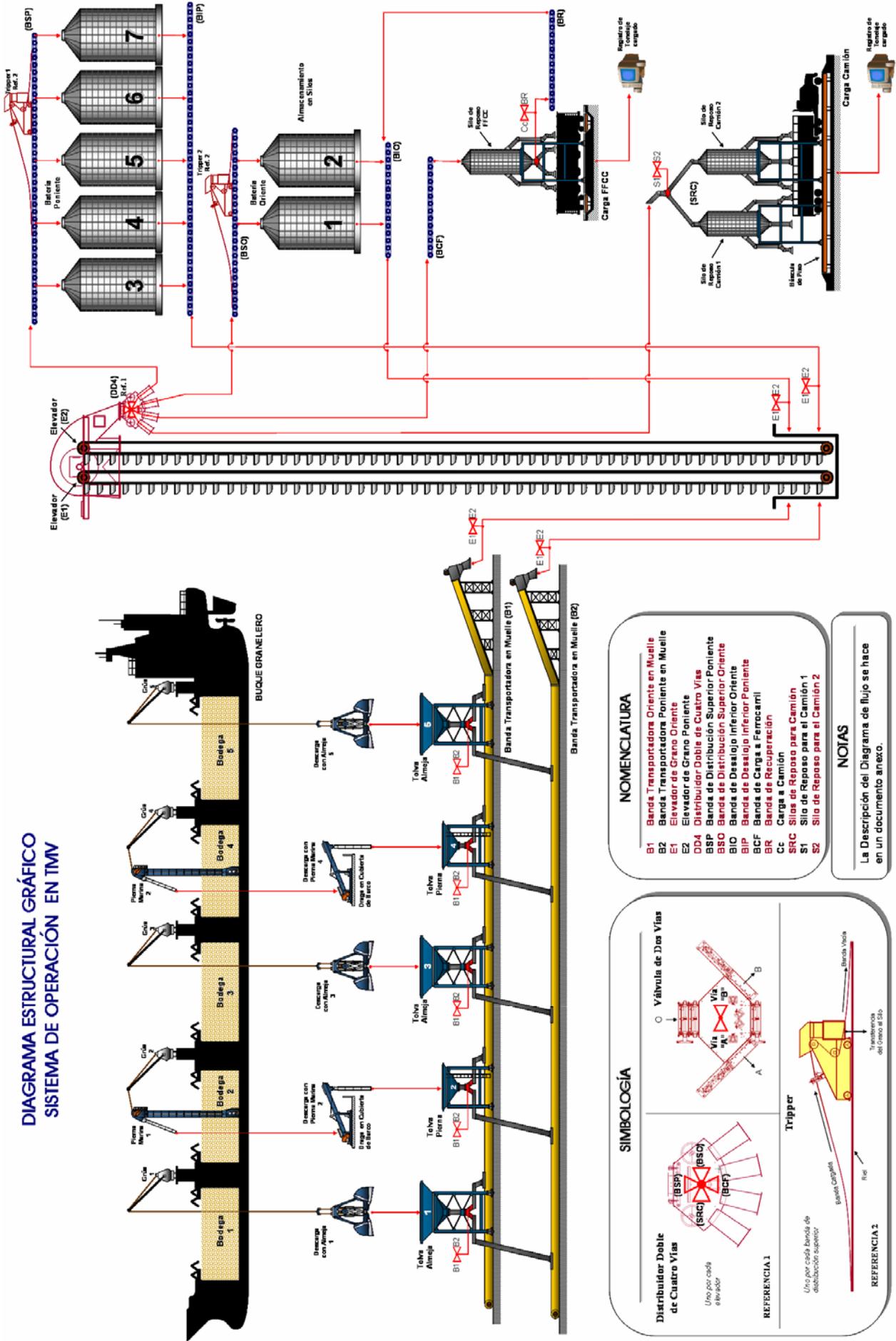


Tabla de Referencias:

Ref.	DESCRIPCIÓN
1	Mediante el Plan de Estiba que es entregado previamente al arribo del buque al puerto por el naviero a la Terminal, se diseña la forma y secuencia de operación en que va a ser descargado el buque. El Plan de estiba (ver en Anexos) contiene las características y volúmenes del tipo de grano que trae cada bodega del buque y precisa la secuencia de volúmenes que deben ser descargados de las diferentes bodegas en momentos y cantidades diferentes para mantener la estabilidad adecuada del barco. El diseño de la Operación define anticipadamente los equipos y recursos que se van a utilizar, el tiempo de descarga total, la asignación de los silos donde se va a trasladar el grano y el tiempo y forma en que va a desalojarse la carga de la Terminal.
2	Al atracar el buque en el muelle y después de haberse realizado y aprobado todas las inspecciones a cargo de las diferentes autoridades portuarias y gubernamentales, el naviero correspondiente da la autorización a TMV para que pueda empezar a operar el buque.
3	<p>TMV podrá asignar el equipo de descargar bajo las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Solo un mismo tipo de grano por banda transportadora. ✚ Una combinación máxima de una pierna marina con una o más almejas siempre y cuando no se rebase la capacidad de la banda transportadora (1,000 THBO) del sistema de traslación de carga del buque a los silos. ✚ No podrá utilizar las dos piernas marinas en una sola banda transportadora a menos que pueda regularse el flujo en las piernas para no rebasar la capacidad de traslación de cada banda. ✚ Podrá utilizar el número de almejas que se puedan (dependiendo del número de grúas del buque) siempre y cuando no rebase la capacidad de las líneas de traslación. ✚ El tipo de gancho utilizado en la descarga será determinado en base a la capacidad y características del buque.
4	<p>TMV podrá utilizar las bandas transportadoras bajo las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Se pueden utilizar al mismo tiempo las dos bandas transportadoras para la descarga del buque con la restricción de que no se puede cargar al vehículo terrestre simultáneamente. ✚ Solamente se puede descargar y cargar simultáneamente si se utiliza solo una de las dos bandas transportadoras para dejar libre alguno de los dos elevadores para la carga al vehículo terrestre. ✚ Solo se permite descargar un solo tipo de grano por cada una de las bandas transportadoras, por lo que se pueden descargar simultáneamente hasta dos tipos de grano sin opción de movimiento del inventario (ya sea para carga o para reacomodo de uno a otro silo).
5	<p>TMV podrá utilizar los elevadores bajo las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Solamente se permite ocupar un elevador con un solo tipo de carga a granel. ✚ Para la descarga se pueden utilizar exclusivamente los dos elevadores (uno para cada una de las bandas transportadoras) sin opción de hacer cualquier otro movimiento en el sistema (reacomodo o carga a vehículo terrestre). ✚ Para el desalojo se pueden utilizar exclusivamente los dos elevadores para cargar simultáneamente FFCC y camión aunque esto se puede lograr también mientras estén llenos los silos de reposo. ✚ Para el movimiento de inventario se pueden utilizar los elevadores para recuperar el grano excedente en los silos de reposo y para transferir inventario entre los silos.
6	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Esta decisión se toma antes de iniciar cualquier operación para asignar el lugar donde la carga va a ser transferida y que puede ser cualquiera de los 4 destinos. Es importante mencionar que cada elevador cuenta con una válvula de cuatro vías que puede dirigir el grano a cualquiera de los siguientes destinos: Batería de Silos Poniente, Batería de Silos Oriente, al Sistema de Carga a FFCC o al Sistema de Carga a Camión.

Ref.	DESCRIPCIÓN
7	<ul style="list-style-type: none"> ✚ El Tripper es un mecanismo móvil que permite dirigir la carga a cualquiera de los silos agrupados en cada batería, por lo que se tienen dos Trippers para cada una de las bandas superiores. ✚ En un solo silo no se pueden almacenar al mismo tiempo dos tipos de grano, por lo que la correcta planeación del inventario permitirá maximizar el espacio para evitar demoras en la operación. ✚ Cada vez que se necesite llenar un silo con otro tipo de grano se deberán de tomar las medidas de limpieza respectivas con la finalidad de que no se llegue a contaminar el grano entrante.
8	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Es importante que para poder realizar el desalojo de granel de cualquiera de los silos, esté disponible un elevador para realizar el movimiento correspondiente del grano. ✚ Se tendrá que ajustar y revisar la abertura de las raseras inferiores de cada silo para que no se rebase la capacidad de transferencia tanto de las bandas como la de los elevadores para evitar derrames de grano en la operación. ✚ Se tendrá que tener limpia la línea de transferencia del silo al destino correspondiente siempre y cuando se vaya a trasladar un tipo diferente de grano.
9	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Ver referencia 5.
10	<p data-bbox="315 831 829 856">La tolva del tren estará en posición cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Esté listo el pedimento y la cantidad de carga liberada suficiente para el embarque por la aduana del puerto. ✚ Esté revisado y autorizado el equipo ferroviario (tolva) por TMV para poder ser apto para ser cargado. ✚ Se haya destarado la tolva correspondiente. ✚ Se hayan sellado las raseras inferiores de la tolva correspondiente. ✚ Se haya verificado el vaciado del silo de reposo del FFCC. ✚ Se encuentren en línea las escotillas superiores de la tolva con las raseras inferiores de carga del silo de reposo. ✚ En caso de haberse quedado sobrantes de grano en el silo de reposo del FFCC, este puede reincorporarse al subsistema de almacenamiento mediante la banda de recuperación.
11	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Debido a que el subsistema de carga a camión contempla dos silos de reposo, se podrán almacenar temporalmente hasta dos tipos de grano para cargar en diferentes camiones. Sin embargo solamente puede ser cargado un camión a la vez con uno de cualquiera de los dos silos. ✚ Es muy importante calcular la cantidad exacta que se va a cargar por camión, de manera que no vayan a quedar sobrantes en los silos de reposo que puedan dificultar la operación ya que no se cuenta con una línea de recuperación que devuelva el grano sobrante al sistema de almacenamiento como lo tiene el subsistema de carga a FFCC.
12	<p data-bbox="315 1507 756 1533">El camión estará en posición cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Esté listo el pedimento y la cantidad de carga liberada suficiente para el embarque por la aduana del puerto. ✚ Esté revisado y autorizado el camión por TMV para poder ser apto para ser cargado. ✚ Se haya destarado el camión. ✚ Se haya verificado el vaciado del silo de reposo del camión correspondiente. ✚ Se encuentre en línea la caja del camión con las raseras inferiores de carga del silo de reposo correspondiente.

DIAGRAMA ESTRUCTURAL GRÁFICO SISTEMA DE OPERACIÓN EN TMW



Revisión de los Conceptos de Operación

TMV dará servicio al transporte de carga por vía marítima y se ubicará dentro del ambiente de la Cadena de Suministro de las Industrias Agroalimentarias para consumo humano y animal que se encuentren dentro de su área de influencia. El área de influencia de TMV comprende principalmente los estados de Veracruz (región central), Puebla, norte de Oaxaca, Tlaxcala, Distrito Federal, Morelos, Estado de México y en general la Zona Metropolitana del Valle de México¹⁰.

En base a los análisis anteriores, se pudieron concluir los siguientes conceptos:

- a. TMV participará dentro de las cadenas de aprovisionamiento y producción de las Industrias Agroalimentarias (compañías) ya que manejará productos agrícolas básicos y semiproductos¹¹ que sirven de insumo para elaborar productos derivados de consumo final¹².
- b. El beneficiario del servicio que ofrecerá TMV será directamente la Industria Agroalimentaria que vendría convirtiéndose en su cliente directo. Sin embargo no siempre es la Industria quien contrata el servicio directamente puesto que existen operadores logísticos que son contratados por esta para diseñar y encargarse de la transportación de sus mercancías. Por esta causa TMV además deberá tener bien identificado a los operadores logísticos que se encargan de subcontratar el servicio de la Terminal. Por lo que TMV tendrá que enfocarse a satisfacer las necesidades e intereses tanto de sus clientes como la de los operadores logísticos que contratan sus servicios.
- c. TMV manejará carga a granel de origen agrícola de clasificación pesada¹³ de forma indirecta y granel ligero¹⁴ de forma directa debido al sistema de silos. En

¹⁰ Ver figura 4.12 en el Capítulo 4

¹¹ Granos agrícolas procesados que no tienen utilidad para el consumidor final.

¹² Habrá el caso en que el grano no requiere de otro proceso para su consumo final (en el caso del alimento para animales) sin embargo esta actividad forma parte del aprovisionamiento de las industrias Ganaderas.

¹³ Granos naturales y oleaginosos.

¹⁴ Pastas, harinas y en general granel agrícola procesado.

su fase inicial operará en forma semimecanizada puesto que en su descarga utilizará almejas que requieren de intervención humana para ser manipulados, con la intención de hacerla totalmente mecanizada al poco tiempo de entrar en operaciones incorporando piernas marinas en la descarga de buque.

- d. TMV participa específicamente en el desplazamiento físico de la carga de origen agrícola como un enlace intermodal y puede ser considerada dentro de un movimiento de carga multimodal por los responsables de diseñar la cadena de transporte.
- e. TMV es un punto de ruptura de tracción y de carga para los clientes y operadores logísticos. La desconsolidación del grano se realiza en los almacenes o silos y posteriormente en la carga a los vehículos terrestres de los diferentes clientes.
- f. TMV es un puesto de atraque del Puerto de Veracruz destinado a atender carga a granel de tipo agrícola por vía indirecta.
- g. TMV existirá para materializar la transferencia de carga agrícola del modo marítimo al modo terrestre en forma confiable y oportuna ofreciendo utilidad en tiempo, lugar, precio y calidad a su cliente.
- h. TMV pertenece a un Entorno mayor que es el Puerto de Veracruz específicamente en el suprasistema de Operación Portuaria y a su vez actuará directamente en la Cadena de Transporte Intermodal/Multimodal.
- i. El análisis del Entorno de TMV se desarrollo al principio de este capítulo en la “Descripción General de Proyecto”.
- j. TMV es una Terminal Especializada en la importación de Granos Agrícolas, por lo que solamente transferirá la carga del buque granelero al ferrocarril o al camión según sea el caso.
- k. El Sistema de Operación de TMV se conforma por los siguientes subsistemas: Subsistema de Descarga de Buque, Subsistema de Traslación, Subsistema de Almacenamiento en Tránsito, Subsistema de Carga a Vehículo Terrestre.
- l. La velocidad y calidad de transferencia y el precio por tonelada transferida serán factores determinantes de competencia, por lo que la ventaja competitiva de

TMV radicará en su Operación. Es por esto que TMV deberá sostener su capacidad distintiva de operación en el Puerto.

- m. La capacidad distintiva de TMV es su sistema tecnológico de operación ya que esta diseñado para superar a sus competidores directos en el Puerto de Veracruz (Cargill, TCE y Maniobristas). Por lo que la manera de operar determinará la diferenciación de su servicio.
- n. Ya que TMV no se dedica a comercializar o almacenar grano agrícola, los silos deben ser considerados como una estación operativa transitoria en el proceso de transferencia de carga y no como un lugar para guardar grano por largos periodos. Por esta razón los silos deben ser considerados dentro de la planeación operativa como una válvula de regulación en el paso de la carga del medio marítimo al medio terrestre en donde se deberá procurar ante todo que estén disponibles para evitar demoras en la programación de barcos o paros en la operación de descarga cuando se tenga barco.
- o. El grano no tiene razón para permanecer almacenado en la Terminal ya que TMV no es el lugar de destino de la mercancía que se planea en las cadenas logísticas y de transporte. Por esta razón el almacén (silos) debe tener la capacidad mínima para cumplir su función en el proceso de transferencia y debe ser considerado solo para fines operativos de la Terminal.
- p. El tener almacenado grano en la Terminal representa un gran riesgo principalmente por dos cuestiones (daños predecibles a la carga): la primera porque el Tamo (polvo del grano) es volátil y explosivo y se concentra en el interior de los silos, lo que puede originar un gran desastre si no se toman las medidas adecuadas; la segunda es porque se trata de un producto perecedero y alimenticio que esta expuesto a la contaminación de plagas y a la descomposición natural.
- q. La eficiencia de la Terminal dependerá del tiempo en que el volumen total de carga del buque es transferido al vehículo terrestre (FFCC o al camión) y será definida por el proceso más lento de la operación ya que la Terminal funciona como una secuencia lineal de procesos. Por esta razón el sistema de recepción de barcos y el sistema de recepción de Vehículos terrestres del Puerto de

Veracruz tienen un papel importante en la eficiencia de la Terminal que esta fuera de su control.

- r. El proceso más lento de la operación será el que se presente inmediatamente después del cuello de botella más grande que se detecte en todo el proceso.

Especificación de Objetivos Rectores del Proyecto de TMV

Como se indica en el Programa Maestro Del Puerto de Veracruz, desde finales de 1999 ya *“se preveía un crecimiento sensible en el manejo de graneles agrícolas, lo que llevaría al Puerto a tener una mayor exigencia en la calidad y oportunidad de servicio para sus clientes. Por ello se deben considerar opciones para futuros desarrollos portuarios, que permitan atender la demanda de servicios, con el mayor nivel posible de calidad, eficiencia y con el propósito de llevar a Veracruz a niveles altamente competitivos. Se debe tomar en cuenta el mercado en el área de influencia y sus potenciales desarrollos “*.¹⁵

En los últimos 5 años, las terminales especializadas han sido parte clave del crecimiento y desarrollo del Puerto, en particular para la atención de graneles agrícolas que representaron, en el año 2003, el 36.42% de la carga que se mueve por el Puerto¹⁶; en el mismo Programa Maestro estas operaciones son evidentes ya que se ha incrementado su productividad en 40.7% de 1997 a 1999, mientras que las operaciones semi-mecanizadas de granel agrícola tan solo se han incrementado en 3.5% en el mismo periodo

Bajo estas consideraciones, los objetivos generales y particulares que se han planteado para este Proyecto en estricto apego al Programa Maestro del Puerto son los siguientes:

¹⁵ Plan Maestro de Desarrollo del Puerto de Veracruz 2000 - 2010

¹⁶ Movimiento de Carga, APIVER, 2003

- ✚ *Modernizar las operaciones, la infraestructura y la logística operativa del Puerto.*
- ✚ *Desarrollar infraestructura (que ya existe) que garantice la seguridad y eficiencia en el manejo de carga.*
- ✚ *Mejorar la calidad en la interfase entre el Puerto y el transporte terrestre.*
- ✚ *Adoptar medidas necesarias para evitar el deterioro del Medio Ambiente.*
- ✚ *Capacitación laboral que permita promover el desarrollo tecnológico y la adquisición de una mayor cultura portuaria.*

Premisas Rectoras para el Sistema de Operaciones de TMV

Para el diseño y construcción de la Terminal de Granos se han planteado las siguientes premisas rectoras que permitan cumplir con los objetivos del Proyecto:

- ✚ Posibilidad de Descarga de Barcos en ambos frentes de agua del Muelle Multipropósitos o Espigón.
- ✚ Incorporar un Sistema de Descarga de Buque de forma autónoma que opere a 800 TMH (Toneladas Métricas por Hora) efectivas.
- ✚ Equipo e instalaciones de TMV en el Muelle de Espigón, de acuerdo al equipamiento e instalaciones existentes previstas en la banda para Granos.
- ✚ Equipo e instalaciones que permitan el control eficiente y seguro de los polvos en suspensión (tamo: polvo del grano)
- ✚ Capacidad de Almacenamiento Estático para 62,000 toneladas métricas (7 silos con una capacidad de 8860 ton.).
- ✚ Capacidad de Carga a FFCC (Ferrocarril) y Camiones para un rendimiento de diseño de 800 TMH.
- ✚ Simultaneidad de operaciones para descarga y carga.
- ✚ Equipamiento que cumpla con la normatividad vigente aplicable.
- ✚ Uso de equipo auxiliar operativo idóneo para el tipo de maniobra.

- ✚ Sistema Lógico de Control de Operaciones Centralizado mediante PLC's (computadoras).
- ✚ Sistema de CCTV operativo (circuito cerrado de TV).
- ✚ Sistema Contra incendios

Figura 4.25
Terminal Marítima de Veracruz (TMV)

Conclusiones

La evaluación Ex-Opp, denominada así por el autor de esta tesis para hacer referencia a la Evaluación Operativa de un Proyecto, se le nombró así por el siguiente motivo: “Ex” que es un prefijo que significa fuera y “Opp” que significa OPeración en Práctica por lo que la evaluación Ex-Opp significa *evaluación de la operación fuera de práctica*.

La Ex-Opp se centra en desarrollar una forma de evaluar las operaciones de una Terminal Portuaria con el siguiente propósito:

“Desarrollar una forma ordenada de evaluar las operaciones antes de ponerlas en práctica que permita visualizar el panorama operativo que se apege a la realidad a la que estará sujeta dicha operación, para tomar decisiones operativas efectivas que anticipen contingencias y deficiencias en la operación de la Terminal cuando este funcionando”.

Además:

- ✚ Es un proceso lo suficientemente completo para determinar el grado de viabilidad de las operaciones sugeridas para poner en acción a la Terminal.
- ✚ Permite primero definir los fines operativos para luego comparar si los medios y formas de operar diseñados son los adecuados para alcanzar dichos propósitos y poder juzgar la operación en base a sus alcances y limitaciones.

- ✚ Puede garantizar en cierto modo la eficiencia, efectividad y eficacia de las operaciones para alcanzar los objetivos deseados ya que su análisis contempla constantemente estos conceptos con un enfoque totalizador del sistema.
- ✚ Revisa en un inicio la coherencia y congruencia de los propósitos de la operación con las aspiraciones y la razón de ser de la Terminal.
- ✚ Permite evaluar las operaciones integralmente considerando todos los elementos relevantes involucrados en la operación, la dinámica del sistema, las interacciones del sistema y emplea diferentes disciplinas tanto cualitativas como cuantitativas para dar una visión totalizadora de las condiciones, situaciones y variables a las que estará sujeta la operación diseñada apoyando así a la toma de decisiones operativas para implantar o rediseñar la operación y poder garantizar su éxito.
- ✚ Sirve para definir parámetros de operación que apoyen a la planeación operativa, para elaborar y evaluar políticas de operación¹ que rijan las acciones del sistema y para definir una efectiva medición del desempeño del sistema.
- ✚ Puede servir como instrumento para la planeación y control de las operaciones de una Terminal Portuaria.

La Ex-Opp desarrolla siete etapas en su proceso con los siguientes objetivos:

1. ***Etapas de Conceptualización:*** tiene el propósito de conocer y entender los conceptos de operación y representarlos en modelos conceptuales que puedan documentarse para revisar y/o establecer los objetivos de operación, y definir el objetivo, alcance y requerimientos de la evaluación para la operación seleccionada. Esta etapa es la más extensa y crítica de todo el proceso de evaluación, el nivel de profundidad y capacidad de síntesis determinarán el éxito de la evaluación.

¹ Un parámetro podría ser que la Terminal tiene la capacidad para recibir cierto número de barcos con características específicas en determinada frecuencia de arribo y sin dejar de cargar al FFCC para que su almacén no se sature. Una política podría ser que el almacén de la Terminal no puede ser considerado como valor agregado a sus clientes, es decir, que no puede ser utilizado para guardar por periodos extraordinarios las mercancías del cliente puesto que está diseñado para regular el paso de la carga del buque al vehículo terrestre por la diferencia de capacidades.

2. **Etapa de Formalización:** tiene como propósito elaborar el modelo formal adecuado para analizar la operación seleccionada, así como definir la forma en que se medirá su desempeño. Esta etapa requiere de una gran capacidad de abstracción de la realidad y se necesitan conocimientos cuantitativos suficientes para poder elaborar dicho modelo formal.
3. **Etapa de Validación:** tiene el propósito de verificar que el modelo formal no tenga errores y que opere correctamente y de acuerdo a como se tiene previsto en concordancia con el modelo conceptual de la operación seleccionada. Además validar que el modelo conceptual sea una representación significativa y correcta del sistema real. Esta etapa requiere de gran paciencia, dedicación y concentración por parte del modelador. Es además una etapa crítica para garantizar la efectividad del análisis.
4. **Etapa de Resolución:** tiene el propósito de identificar los alcances, limitaciones, condiciones, situaciones y variables relevantes que se tendrán con la operación seleccionada, mediante una serie de análisis y experimentos en el modelo formal para determinar los posibles escenarios. Esta etapa requiere de una gran capacidad de análisis.
5. **Etapa de Evaluación:** tiene el propósito de comparar los atributos y restricciones de la operación seleccionada que fueron obtenidos en la etapa anterior contra los objetivos de operación planteados en la primera etapa para determinar el grado en que puede cumplir dicha operación con los objetivos rectores del sistema (viabilidad operativa) y decidir si debe implementarse, rediseñarse o rechazarse esta operación. Esta etapa requiere de un amplio criterio y conocimiento del sistema de operaciones para juzgar el desempeño que tendrá la operación seleccionada para cumplir con los objetivos para la cual fue diseñada.
6. **Etapa de Retroalimentación:** en el caso de que la operación evaluada no pueda alcanzar los objetivos planeados y necesite ser refinada, esta etapa tiene como propósito replantear y rediseñar la operación no aceptada y retomarla para ser evaluada nuevamente. Esta etapa permite

que el proceso de evaluación sea iterativo para alcanzar el nivel de viabilidad operativa que se requiera.

7. ***Etapas de Implantación:*** En el caso de que la operación sea aceptada y por tanto viable, esta etapa tiene como propósito definir los parámetros, lineamientos y políticas operacionales que servirán para controlar, planear y dirigir la operación en la consecución de sus objetivos una vez que se encuentre en funcionamiento la Terminal.

Cada etapa desarrolla diferentes procesos ligados entre si y secuenciales que se dirigen a alcanzar los objetivos de cada una de ellas.

El proceso de la Ex-Opp puede además ser utilizado para diseñar las operaciones de la Terminal y no solo para evaluar las existentes o las sugeridas anticipadamente.

Por otra parte, la importancia de conceptualizar sistémicamente a las terminales portuarias radica en entender el ¿Para qué?, ¿Para quién?, ¿Cómo? y ¿Por qué? funciona y operar la Terminal con una visión totalizadora o integral para asegurarse que los objetivos de operación sean adecuados, congruentes y coherente con la existencia del sistema y que además sean compatibles con las aspiraciones (visión) y la razón de ser (misión) de la Terminal en cuestión y de esta forma poder abordar con éxito a la evaluación Ex-Opp.

Es así que esta tesis cumple con sus propósitos, quedando cubierta la forma de abordar la evaluación con la concepción sistémica de las terminales portuarias (Capítulo 3) y el modo de evaluar las operaciones con el proceso de la Ex-Opp (Capítulo 2).

Anexo 1

Terminal Marítima de Veracruz S.A. de C.V. Proyecto Operativo



Gerencia General

El Proyecto de Operación para la Terminal de Graneles Agrícolas de TMV se ha desglosado en tres procesos básicos para su análisis: Descarga de Barco, Almacenaje y Desalojo sin embargo y en base a la experiencia, la operación debe ser visualizada y analizada como una línea de proceso continuo y no como procesos aislados autónomos ya que las instalaciones portuarias funcionan como una transición del medio marítimo al medio terrestre y no como instalaciones para almacenamiento o de procesos de valor agregado y/o transformación de la carga.

Bajo esta consideración fundamental a continuación se presentan los resultados del análisis operativo de TMV, incorporando la información completa para soporte como anexo en este documento.

I. Proceso de Descarga de Barco

a) Análisis de Disponibilidad del Muelle en Espigón.

El aspecto relevante de nuestro análisis operativo, parte de determinar la estimación del crecimiento que puede tener las operaciones de descarga en el muelle en espigón tanto del operador de granel agrícola Cargill como las empresas que manejan fluidos VOPAK y Grupo Industrial Astro en los próximos años, para que con ello se pueda determinar la disponibilidad que se presentará en los dos frentes de agua del muelle en espigón y en los que TMV puede operar sus barcos.

Con esta metodología, del análisis de disponibilidad de muelle resultan tres estimaciones con los siguientes resultados:

DISPONIBILIDAD	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
<i>Operaciones de Cargill</i>	<i>293 días/año</i>	<i>278 días/año</i>	<i>251 días/año</i>
<i>Operaciones de Fluidos</i>	<i>151 días/año</i>	<i>132 días/año</i>	<i>115 días/año</i>
Operaciones de TMV	122 días/año	158 días/año	202 días/año

La disponibilidad para TMV está expresada en días al año en ambos frentes de agua.

Es importante señalar que para cada escenario de disponibilidad se considero un crecimiento esperado en las operaciones en el Muelle en Espigón, sobre todo para las empresas de fluidos donde se supone que pueden llegar a incrementar considerablemente sus operaciones en muelle, pasando del 27% de ocupación actual a 40% de ocupación proyectada lo que representa un crecimiento de 43% en los volúmenes de carga, considerando la productividad presente.

Para cada frente de agua, el porcentaje de ocupación no excede los rangos de saturación permisibles ya que en el escenario medio que se considera como una proyección real, la banda este presenta una ocupación del 78% y la banda oeste 80%.

a) Análisis de Disponibilidad en el Muelle de espigón

ESTIMACION	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
a Días del año por 2 frentes de agua: 365 x 2	730	730	730
b Días inoperables por mal tiempo (prom.)	74	58	42
Relación días mal tiempo / días calendario	11.3%	7.9%	5.8%
c Días laborables = a - b	656	672	688
d Días festivos	7	7	7
e Mantenimiento y Reparaciones programadas	49	65	81
f Mantenimiento y Reparaciones no programadas = e / 3	16	22	27
g Imprevistos	18	10	5
h Estadía Barcos Cargill banda este	293	278	251
i Estadía Barcos Fluidos banda oeste	151	132	115
j Total de días no laborables = e-f+g+h+i	534	514	486
Total de días operables = c - j	122	158	202

b) Rendimiento Efectivo de Descarga.

La eficiencia a través de altos rendimientos es la clave del éxito de este proyecto, por ello la Ingeniería conceptual del proyecto de TMV en la descarga de barcos pretende instalar la infraestructura y el equipamiento necesario para lograr descargar barcos a un ritmo de 1000 toneladas métricas por hora.

Para la estimación de los rendimientos de descarga que se pueden obtener, se consideró un barco tipo de 40,000 toneladas métricas de grano, operación con almejas de 9 yardas cúbicas (4.46 toneladas de grano de capacidad), la reducción en el rendimiento inicial a medida en que se vacían las bodegas del barco y el número de grúas que puede tener la embarcación.

Los resultados del análisis de productividad efectiva en la descarga son los siguientes:

ESTIMACION	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
Operación con 4 ganchos Rendimiento descarga/día	428.2 THBO 12,845 ton.	499.5 THBO 14,986 ton.	535.2 THBO 16,056 ton.

Cabe señalar que para cada estimación se consideró dos tercios del tiempo del ciclo (bodega-tolva-bodega) en el que opera la descarga con las grúas del barco, o bien el tiempo que dura cada “almejazo” que comúnmente se registra en las operaciones convencionales en los muelles fiscales; lo anterior obedece a que la descarga de barcos planeada por TMV, considera la descarga sobre la cubierta del barco y no sobre el muelle por lo que el tiempo de cada ciclo es menor y en consecuencia se pueden registrar más ciclos por hora al estar ligado a un sistema continuo de transportación con espacios suficientes de almacenaje transitorio, que proporcionen continuidad en la descarga.

b) Rendimiento de Descarga:

ESTIMACION	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
Capacidad de almeja: 9 yd ³ = 4.46 ton base sorgo pxh = 0 0.720			
Capacidad del Barco (ton):	40,000		
Operación con 4 gruas de barco	428.16 THBO	499.52 THBO	535.2 THBO
número de ciclos (bodega-tolva-bodega)	24 ciclos/hr	28 ciclos/hr	30 ciclos/hr
tiempo de ciclo	2.50 minutos	2.14 minutos	2.00 minutos
Operación con 5 ganchos	535.2 THBO	624.4 THBO	669 THBO
número de ciclos (bodega-tolva-bodega)	24 ciclos/hr	28 ciclos/hr	30 ciclos/hr
tiempo de ciclo	2.50 minutos	2.14 minutos	2.00 minutos
Operación con 6 ganchos	642.24 THBO	749.28 THBO	802.8 THBO
número de ciclos (bodega-tolva-bodega)	24 ciclos/hr	28 ciclos/hr	30 ciclos/hr
tiempo de ciclo	2.50 minutos	2.14 minutos	2.00 minutos
Rendimiento de Descarga diario:	12,845 ton/día	14,986 ton/día	16,056 ton/día

c) Capacidad de Servicio.

Considerando el análisis de disponibilidad de muelle en el año, la estimación de los rendimientos efectivos y el análisis de los tiempos que se registran antes, durante y al concluir la descarga de barcos se determinó la capacidad de servicio que puede tener la Terminal, con los siguientes resultados:

ESCENARIO	MEDIO BAJO	MEDIO	OPTIMISTA
Total días de operación (por barco)	4.16 días	3.29 días	2.91 días
Total de barcos atendidos (por año)	29 barcos	48 barcos	69 barcos
Volumen total por año	1'171,000 tm.	1'923,000 tm.	2'779,000 tm.

En síntesis y en un escenario conservador, TMV tendría 158 días al año de disponibilidad para ocupar cualquiera de las bandas de atraque del Muelle en Espigón, con una ocupación en conjunto con las empresas que operan en el muelle que no excede el 80% para cada frente de agua; en barcos de 40,000 toneladas métricas de carga puede obtener rendimientos efectivos de 500 THBO a la descarga (consideración con un mismo producto en todo el embarque); registrar descarga promedio diaria de 15,000 toneladas y tener una capacidad de servicio anual para atender 2'000,000 toneladas de granos.

c) Capacidad de Servicio Anual:

ESCENARIO	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
	eficiencia: 80%	eficiencia: 85%	eficiencia: 90%
Tiempo de atraque y desatraque	6 hrs	4 hrs	3 hrs
Tiempo de inspección y liberación	4 hrs	4 hrs	4 hrs
Tiempo de descarga	75 hrs	64 hrs	60 hrs
Otros (tiempo de aireación y ventilación)	15 hrs	7 hrs	3 hrs
Total (hrs / días)	99.7 hrs/ 4.16	79.1 hrs/ 3.29	69.8 hrs/ 2.91
Total de barcos atendidos x año	29	48	69
Total de volumen por año ('000 toneladas)	A 1,171	B 1,923	C 2,779

II. Proceso de Almacenaje

a) Rotación Anualizada o Turn Around.

De la Ingeniería básica que se ha desarrollado, el área de concesión y pretendiendo homologar las capacidades de las bodegas de barco con los espacios de almacenamiento de la Terminal, se ha concluido que la mejor configuración para almacenamiento es la edificación e instalación de 7 silos metálicos de 8,800 toneladas métricas de capacidad, lo que representarían 62,000 toneladas de capacidad de almacenaje.

A partir de la capacidad de servicio anual, del número de barcos promedio mensual a atender (de 40,000 toneladas métricas de porte) y de la optimización en el almacenaje, los resultados serían los siguientes:

ESCENARIO	MEDIO BAJO	MEDIO	OPTIMISTA
Volumen total por año	1'171,000 tm.	1'923,000 tm.	2'779,000 tm.
Número de barcos mensuales	2.4 barcos	4.0 barcos	5.8 barcos
Rotación anualizada	18.9	31.0	44.8
Rotación de Inventario/mes promedio	19.3 días	11.8 días	8.1 días

De estos resultados se desprende que la capacidad de almacenaje propuesta es suficiente para que en un escenario medio se pueda **recibir un barco cada 7 días (uno por semana)** y que la Terminal cuente con espacios suficientes para no reducir el rendimiento de descarga proyectado, teniendo una rotación de inventarios cada 12 días.

PROCESO DE ALMACENAJE

Rotación Anualizada (Turn Around):

PARAMETRO	MEDIA BAJA	MEDIA	ALTA
a Capacidad de Almacén:	62,000 ton	62,000 ton	62,000 ton
b Tonelaje a operar año (promedio)	1,171 ('000 ton)	1,923 ('000 ton)	2,779 ('000 ton)
c Barcos a operar mensual promedio	2.4	4.0	5.8
d Capacidad de Barco promedio (ton) 40,000			
e Rotación Anualizada (promedio) $e = b / a$	18.9	31.0	44.8
f Rotación Mensual (promedio) $f = (c \times d) / a$	1.57	2.58	3.73
g % de eficientización de almacén:	80%	85%	90%
Volumen a Desplazar promedio = f x a x g	47,989 mensual	107,513 mensual	175,749 mensual
Inventario mensual promedio = (c x d) - g	49,600 ton	52,700 ton	55,800 ton
Rotación de Inventario mensual promedio	19.3 días	11.8 días	8.1 días

III. Proceso de Desalojo

Para el análisis de la capacidad de carga necesaria que equilibre las expectativas de descarga con la capacidad de almacenaje previsto, se consideró únicamente la carga a ferrocarril siendo la de mayor representatividad para tal efecto, en consecuencia la demanda de carga a camión coadyuvará a que el desalojo global de la Terminal sea expedito.

a) Capacidad de Carga Ferroviaria.

Dado el comportamiento variable de las operaciones de granos que se registran durante el año, se determinó estadísticamente la representatividad mensual con respecto al volumen anual operado en base a los registros históricos del Puerto, con el fin de poder detectar los meses de mayor y menor demanda que permitan llevar el modelo en análisis a una condición operativa realista. De ahí se identifica que el mes de menor demanda (febrero) representa el 7.08% del volumen anual y el mes de mayor operación (octubre) registra el 9.29% del volumen anualizado.

Con esta información en función a la capacidad de servicio anual que puede tener TMV y considerando la rotación anualizada, la rotación de inventarios y un sistema de carga a 1000 toneladas por hora, se desprenden los siguientes resultados:

DEMANDA OPERATIVA	BAJA	MEDIA	ALTA
Desalojo mensual promedio	107,513 ton.	147,865 ton.	188,218 ton.
Tolvas FFCC promedio diarias	39 tolvas	54 tolvas	69 tolvas
Capacidad de Vía para Carga	13 tolvas	18 tolvas	23 tolvas

Por capacidad de vía para carga se considera que del total de tolvas diarias (Capacidad de Tolva de 90 tons. en promedio) , dividido entre tres movimientos de entrada y salida al Puerto que realiza Ferrosur, es el espacio necesario para alojar el equipo ferroviario a cargar desde el punto de carga hasta el final de la vía. Para el caso de una demanda operativa alta, el modelo prevé que se realicen cuatro movimientos de entrada / salida al día, condición que actualmente se realiza en el patio de la Escollera Norte del Puerto.

a) Capacidad de Carga a Ferrocarril

DEMANDA OPERATIVA	BAJA	MEDIA	ALTA
a Desalojo mensual (límite máximo)			188,218 ton
b Desalojo mensual (límite mínimo)	107,513 ton		
c Desalojo mensual promedio		147,865 ton	
d Tolvas promedio diarias (90.0 ton x tolva)	39 tolvas/día	54 tolvas/día	69 tolvas/día
Capacidad de Vía de Carga necesaria:	13 tolvas	18 tolvas	23 tolvas

b) Análisis de Tiempos y Movimientos.

En los procesos de segunda maniobra es indispensable identificar el tiempo requerido por los diversos actores que participan y es precisamente ahí, en la optimización del tiempo de cada proceso y de cada entidad que interviene para desalojar la carga del Puerto donde se debe generar una mejora a través de la estrecha supervisión de autoridades, prestadores de servicios, cesionarios y la propia Terminal a través del cumplimiento de las Reglas de Operación y sus compromisos asociados.

Con el propósito de verificar la certeza de que el volumen de carga estimado puede ser operado en función del tiempo requerido por las diversas actividades relacionadas, a continuación se presentan los resultados del análisis de tiempos y movimientos de desalojos para el proyecto de carga de TMV y en consecuencia que el proceso completo de la Terminal se cumpla satisfactoriamente:

DEMANDA OPERATIVA	BAJA	MEDIA	ALTA
Tolvas FFCC promedio diarias	39 tolvas	54 tolvas	69 tolvas
Tiempo asociado para carga	10.5 hrs/día	13.6 hrs/día	16.5 hrs/día
Tiempo de Liberación Aduanal	3.0 hrs/día	3.0 hrs/día	3.0 hrs/día
Tiempo de movimientos in/out de FERROSUR	4.5 hrs/día	4.5 hrs/día	4.5 hrs/día
Tiempo efectivo Entrada / Carga / Salida	18.0 hrs/día	21.1 hrs/día	24.0 hrs/día

De estos resultados se puede observar que para cada tipo de demanda operativa mensual, la cantidad de equipo ferroviario y el tiempo de operación diario son suficientes para cumplir las expectativas operativas que se presenten durante el año.

b) Análisis de Tiempos y Movimientos

DEMANDA OPERATIVA	BAJA	MEDIA	ALTA
	eficiencia 80%	eficiencia: 85%	eficiencia: 90%
e Capacidad de Carga del Equipo = 1,000 TMH	800 THO	850 THO	900 THO
f Tiempo de Revisión del Equipo Ferroviario	1.6 hrs/día	2.1 hrs/día	2.5 hrs/día
g Tiempo de Colocación de Sellos Fiscales inferiores	1.3 hrs/día	1.8 hrs/día	2.3 hrs/día
h Tiempo de "Destare" de Equipo vacío	0.7 hrs/día	0.9 hrs/día	1.1 hrs/día
i Tiempo de efectivo de Carga y Pesaje	4.4 hrs/día	5.7 hrs/día	6.9 hrs/día
j Tiempo de Colocación de Sellos Fiscales superiores	1.5 hrs/día	2.0 hrs/día	2.5 hrs/día
k Tiempo de Situado de Cargados y emisión de Boleta	1.0 hrs/día	1.1 hrs/día	1.1 hrs/día
l Proceso de Liberación Aduanal y entrega de doctos.	3.0 hrs/día	3.0 hrs/día	3.0 hrs/día
m Número de movimientos entrada / salida Ferrosur	3.0 diarios	3.0 diarios	3.0 diarios*
n Tiempo de movimiento	1.5 hrs	1.5 hrs	1.5 hr
o Tiempo Efectivo de Carga y Desalojo	18.0 hrs	21.1 hrs	24.0 hrs

* posibilidad de adicionar un movimiento mas al día

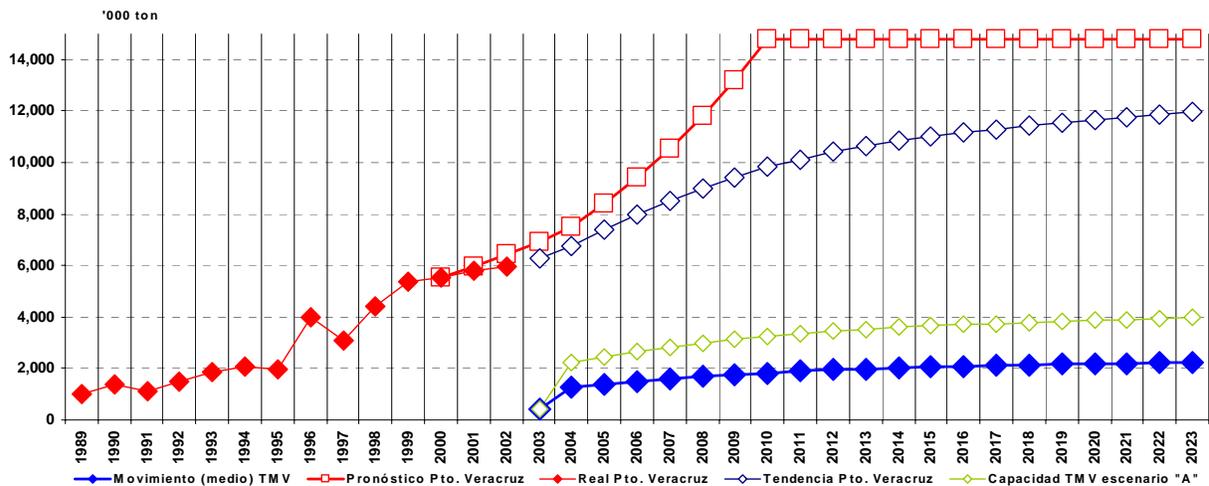
IV. Proyecciones de Carga para los próximos cinco años

Con esta información y los datos estadísticos en la operación de graneles agrícolas del Puerto, se exponen las proyecciones de carga mensuales y anuales (en toneladas) que se pretenden operar a través de la Terminal, considerando una evolución paulatina en el tamaño del buque, de acuerdo a las tendencias del usuario.

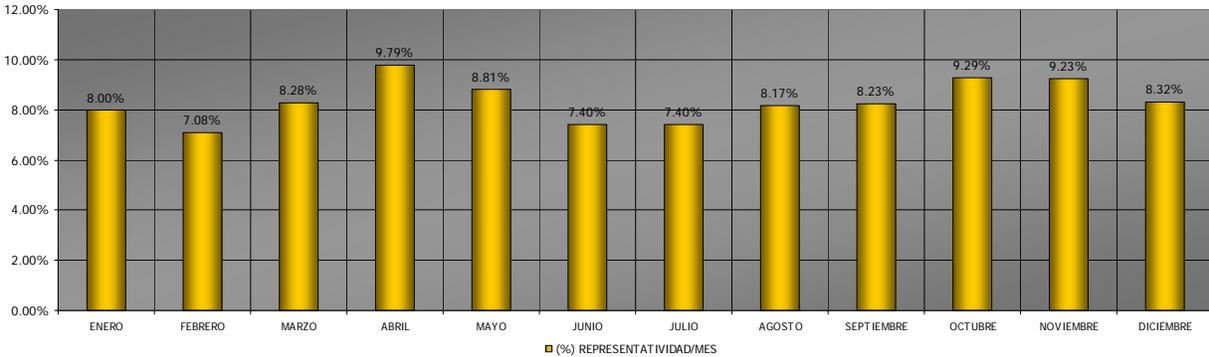
De esta proyección se puede observar el carácter complementario para el Puerto de este Proyecto en el corto plazo, con la capacidad de servicio suficiente a largo plazo en la condición operativa actual del muelle en espigón, es decir, dos cesionarios operando graneles agrícolas y dos cesionarios operando fluidos no peligrosos. La información detallada de estas proyecciones a continuación:

Operaciones TMV Projectadas a 5 años													TOTALES	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
2004	proyección	100,934	89,289	104,448	123,487	111,078	93,405	93,401	103,093	103,758	117,149	116,470	104,907	1,261,420
Porte barco	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	35,000	35,000	35,000	35,000	31,667
No. de barcos	3.36	2.98	3.48	4.12	3.70	3.11	3.11	3.44	2.96	3.35	3.33	3.00		40
2005	proyección	110,079	97,379	113,911	134,675	121,142	101,868	101,863	112,433	113,159	127,764	127,022	114,412	1,375,708
Porte barco	35,000	35,000	35,000	35,000	40,000	40,000	40,000	35,000	40,000	40,000	35,000	35,000	35,000	36,467
No. de barcos	3.15	2.78	3.25	3.85	3.03	2.55	2.91	3.21	2.83	3.19	3.63	3.27		38
2006	proyección	119,218	105,463	123,368	145,855	131,199	110,325	110,320	121,767	122,553	138,370	137,567	123,910	1,489,915
Porte barco	35,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	41,250
No. de barcos	3.41	2.64	3.08	3.65	3.28	2.76	2.76	3.04	2.72	3.07	3.06	2.75		36
2007	proyección	127,326	112,636	131,758	155,775	140,122	117,828	117,823	130,049	130,888	147,781	146,923	132,337	1,591,246
Porte barco	45,000	45,000	45,000	45,000	50,000	50,000	50,000	40,000	40,000	50,000	50,000	50,000	40,000	45,833
No. de barcos	2.83	2.50	2.93	3.46	2.80	2.36	2.95	3.25	2.62	2.96	2.94	3.31		35
2008	proyección	134,194	118,712	138,866	164,179	147,681	124,185	124,179	137,064	137,949	155,753	154,849	139,476	1,677,088
Porte barco	45,000	45,000	50,000	50,000	50,000	50,000	45,000	45,000	50,000	50,000	50,000	50,000	45,000	47,917
No. de barcos	2.98	2.64	2.78	3.28	2.95	2.48	2.76	3.05	2.76	3.12	3.10	3.10		35.0

Pronóstico de Movimiento de Granel Agrícola para el 2023



Movimiento Representativo Mensual de Granel Agrícola en el Puerto de Veracruz del 100% Anual promedio



Conclusiones.

A partir del modelo analizado como un proceso continuo y perfectamente ligado entre los tres procesos básicos, podemos aseverar por una parte que no existirá saturamiento en el muelle en espigón por razones propias de la operación de la Terminal, aún considerando el crecimiento en los volúmenes operados por los Cesionarios involucrados.

Es importante señalar que el efecto de los fondeos radica principalmente en el carácter aleatorio de los arribos, condición que no puede ser controlable por el Puerto y que sin embargo debe ser tomada en cuenta como una característica del mercado; para ello el incorporar una séptima posición de atraque y sobre todo mecanizada, resulta por si sola eficaz para responder a este comportamiento.

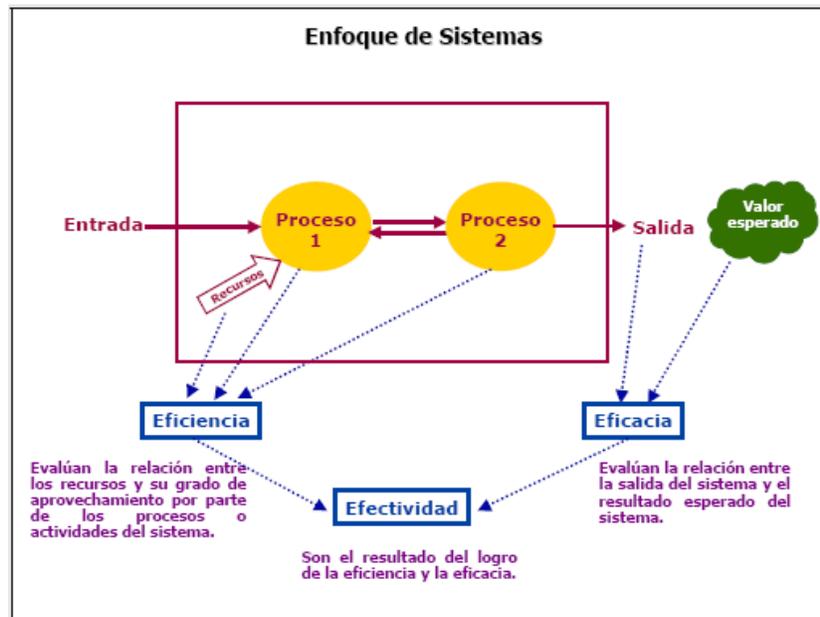
De este análisis se concluye inicialmente que las proyecciones operativas anuales expuestas por TMV son reales y perfectamente alcanzables aún con volúmenes de carga superiores a los dos millones de toneladas año.

Guía Metodológica para la Construcción de Indicadores de Desempeño

Secretaría Técnica del Consejo de Planeación
Dirección General de Planeación
Grupo Técnico de Responsables de Estadística y Planeación Institucional
UNAM

Para construir indicadores de desempeño se recomienda el siguiente procedimiento:

1. **Establecer un marco conceptual o modelo teórico:** El marco conceptual que se propone es el de Enfoque de Sistemas. En este contexto los indicadores se clasifican en indicadores de entrada, proceso, salida y resultados.



2. **Conocer, entender e identificar los objetivos, los programas estratégicos o las actividades clave de la institución.**

3. **Consensar las dimensiones¹ que se desea considerar:** eficiencia, eficacia, efectividad, calidad, distribución presupuestal, recursos humanos, impacto, etc.
4. **Definir los factores críticos de éxito (FCE):** Involucrar a los directamente responsables y a expertos en el área.

Para identificar los FCE es necesario responder a la pregunta ¿Qué cosas deberían ocurrir como resultado para considerar que se ha tenido éxito en el logro del objetivo? La pregunta no tiene que ver con lo que se tiene que hacer para lograr los resultados, sino a los resultados mismos que deben ocurrir para considerar que se ha tenido éxito en el logro del objetivo. Los FCE expresan resultados finales no los resultados intermedios.

5. **Elaborar una definición preliminar de los indicadores para cada uno de los FCE identificados:** Elaborar los indicadores con un enfoque participativo, buscando la intervención de los diferentes involucrados y de expertos en el área. Para cada uno de los FCE identificados determinar la mejor manera de medir su cumplimiento, es decir, construir el indicador enfocándose en la medición de resultados y no hacia la descripción de procesos o actividades intermedias. Para cada indicador elaborar:

- ✚ Nombre.
- ✚ Fórmula de cálculo.
- ✚ Frecuencia de cálculo.
- ✚ Información requerida: Identificando variables, fuente y responsable de la información.
- ✚ Descripción de variables: Texto que explica claramente la variable.

El análisis cualitativo se utiliza para comprender los procesos sociales, el por qué y cómo ha aparecido la situación que los indicadores permiten medir, y cómo esta situación puede ser modificada en el futuro. Es necesario realizar un análisis cualitativo que le permita al usuario determinar por qué se obtiene un resultado en particular y si ese resultado es bueno o malo.

6. **Verificar que las dimensiones de evaluación estén consideradas**

7. **Establecer metas para los indicadores:** Determinar la meta ideal o estándar a alcanzar para cada indicador, es decir, el valor o rango numérico necesario para

¹ **EFICIENCIA:** Optimización de los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos utilizados para la obtención de los resultados previstos (logro de los objetivos predefinidos). Esta noción resulta particularmente práctica ya que frecuentemente se utilizan recursos óptimamente en el logro de objetivos irrelevantes.

EFICACIA: Contribución de los resultados obtenidos al cumplimiento de los objetivos globales; relevancia, pertinencia, validez o utilidad socio-económica de los resultados (objetivos predefinidos).

EFFECTIVIDAD: Generación sistemática de resultados consistentes integrando la eficacia y la eficiencia.

decir que se ha logrado el cumplimiento del objetivo. Las metas pueden ser retadoras y alcanzables.

8. **Validar los indicadores:** Establecer claramente el contexto en el que se seleccionan los indicadores y para qué, es decir, que exista consistencia entre los indicadores y los objetivos que se quiere alcanzar con su uso. Es importante que exista alto grado de consenso entre los involucrados en la selección y validación de los indicadores.

La validación se considera un proceso continuo en el que la definición de los indicadores se va perfeccionando a la luz de la experiencia adquirida.

"... es esencial que una institución centre su atención en su misión y objetivos y que, en consecuencia, los indicadores de desempeño sean aquellos que se consideren más apropiados a estos propósitos."²

² Ball, R y R. Wilkinson (1994) citado en Carrión Carranza, Carmen. Una revisión del significado de los indicadores de desempeño en relación a la calidad de la docencia. Ponencia presentada el IV Encuentro Internacional de Responsables de Estadística en Educación Superior, UNAM, México, septiembre, 1998.

Anexo 3

ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD Tabla de Análisis y Decisión

ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD

OPERACIÓN ANALIZADA: Descarga de buque
SUBSISTEMA: Maniobras en Buque

Elaboró: Gerencia de Logística
Fecha: Mayo del 2005
Aprobó: Gerencia de Operaciones

Propiedades de la Operación	No.	Elemento A	Elemento B	INTERDEPENDENCIA			VARIABILIDAD			¿Se considerará en el Modelo Formal?	Motivo
				Descripción de interdependencia	Tipo de Relación (sólida o Frágil)	¿Es controlable por la Terminal?	Descripción de Variabilidad	Tipo de Variabilidad (Alta o Baja)	¿Como puede ser reducida?		
CAPACIDAD	1	Almeja	Grúa de Barco y Tipo de Grano	La capacidad volumétrica y peso de la almeja dependerá del peso volumétrico del grano y de la capacidad de carga de la grúa.	Sólida	En parte	El tipo de barco que llega es muy variable en cuanto a la capacidad, número y tipo de grúa, sin embargo la terminal debe considerar diferentes tamaños de almejas para atender a esta diversidad de	Alta	Si se tienen suficientes tamaños de Almejas	Si	Porque define las propiedades de los equipos utilizados en la operación y por tanto influyen en su desempeño.
	2	Almeja	Tolva de Recepción en Muelle	La capacidad volumétrica y de desajo de la tolva restringen el ritmo de descarga	Sólida	Si	No tiene	-	-	No	Porque las tolvas deben estar diseñadas para evitar este problema
RENDIMIENTO	3	Rendimiento de Descarga	Clima	Dependiendo de las condiciones climatológicas se puede parar la operación.	Frágil	No	Se presentan frecuentemente en temporada de Nortes	Baja (el clima no es extremo)	No se puede	No	Porque es inevitable cuando hay mal tiempo y al tener que para operaciones el rendimiento no es afectado (solo el tiempo de
	4	Rendimiento de descarga	Operador de Grúa	El rendimiento de descarga dependerá de los atributos del operador (experiencia, situación emocional, edad, etc.)	Sólida	En parte	El número de almejazos por hora (rendimiento) dependerá del operador	Alta	Si se controla el número de almejazos que debe dar mínimo cada operador por hora	Si	Porque influye en el desempeño de la operación y es variable
OTROS	5										
	6										
	7										
	n										

Se podrá utilizar la siguiente matriz de decisión para contestar la pregunta de ¿Si se debe o no considerar la propiedad analizada en el Modelo Formal?:

INTERDEPENDENCIAS

		<i>Sólida</i>	<i>Frágil</i>
VARIABILIDAD	<i>Alta</i>	Debe considerarse y buscar la mejor forma de representar la variabilidad en el modelo formal	Se deberá valorar el impacto que tiene la variabilidad en la operación analizada y decidir si se debe considerar en el modelo formal.
	<i>Baja</i>	Debe considerarse buscando la manera en que la variabilidad se descarte del modelo formal	Se puede descartar del modelo formal aunque debe tenerse presente
	<i>Nula</i>	Debe considerarse en el modelo formal como una constante aunque puede ser descartada	No considerar en el modelo formal

PLANOS

- 1. PLANO DE CONJUNTO GENERAL DE TMV**
- 2. EJEMPLO DE UNA SECUENCIA DE DESCARGA Y PRE-PLAN DE ESTIBA**
- 3. PLAN DE ESTIBA DE UN BUQUE GRANELERO**

PLANO DE CONJUNTO GENERAL DE TMV

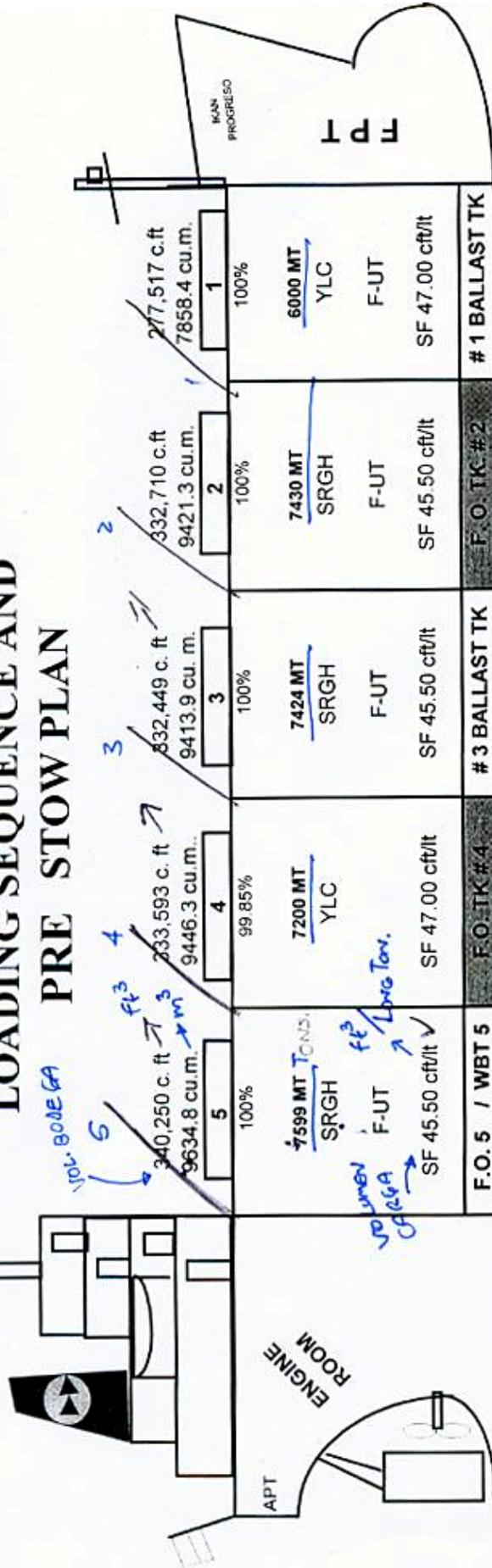
LOADPORT: GALVESTON USA
 DISPORT: Veracruz, Mexico
 VOYAGE #: 3930 / 72L
 Date: 05 DEC 2004

M.V. "IKAN PROGRESO"
 Singapore

PEÑO ESPECIFICO DE SRGH: 500564 5

7599 TONS = 0.7887 TON
 9634.8 m³

LOADING SEQUENCE AND PRE STOW PLAN



PREPARED BY:

/M CHEN YONG ZHONG

Seq No	Load Sequence, basis 1, or 2	Loader/CARGO	Deballast	DRAFT :	CARGO TO BE LDD:
1.	H/2	5000 Mt	PO DB 1,3 GO TS 2	F0.55M A6.13M T/2.58	SRGH=22453 MT
2	H/5	4000 Mt	PO DB 5, GO TS 4,5	F0.02 A7.14 T/4.12	YLC= 13200 MT
3	H/3	7424 Mt	GO TS3	4.98M 8.03M 3.05M	
4	H/2	2430 Mt	CMPLT	6.41M 7.62M 1.21M	TTL= 35653 MT MT
5	H/5	3599 Mt	CMPLT	5.55M 10.24M 4.69M	
6	H/1	4500 Mt	CMPLT	8.80M 8.63M -0.17M	
7	H/4	7200 Mt	CMPLT	9.24M 11.36M 2.12M	
8	H/1	1500 Mt	CMPLT	10.49M 10.81M 0.31M	
TTL		35653 Mt			

STOWAGE PLAN

TERMINAL STEVEDORES, INC.

FIRST GRAIN	DATE	HOJRS
LAST GRAIN	DATE	
AGENT		
OWNER		

ARRIVAL	1600	HR
SAILING	2400	NBS
MASTER	CAPT. MAX CANTILAGO	

LOCATION	ADM/ GLOMARK
VESSEL	MV IKAN PROGRESO
BERTH	DESTRA HAW

PROGRESO SHIPPING PTE. LTD

①	②	③	④	⑤
6111.629 C.W.H.W	7289 SRW1	2952.589 58M	7308.317 SRW1	7528.179 H.R.W.
6209.766 MT	7406.042 MT	3000.000 MT	7425.669 MT	7619.061 MT
TR160 3	TR160 1	SEPARATION MAIZ QUEBAGO	TR160 1	TR160 2
277517	332710	332449	333593	340250

FWD DRAFT	3802
DEAD WEIGHT	37086 1/2
FRESH WATER ALLOWANCE	9.75M
FREE BOARD	15' 01"
TONS PER INCH	114 1/2

KIND OF GRAIN	TOTAL BUSHELS	TOTAL TONS	TEST WEIGHT	STORAGE FACTOR
HRW	16863120 LBS	1528.179 4T	45.197 TM	45.197 TM
SRW	32697990 LBS	14597.317 4T	45.846 TM	45.846 TM
58M	6613800 LBS	2952.589 4T	45.540 081	45.540 081
C. CORN	6611850 LBS	2951.719 4T	45.203 TM	45.203 TM
C.W.H.W	13690 050 LBS	611.629 4T	45.408 TM	45.408 TM

AFT DRAFT	3506
FRESH WATER	340
FUEL	24172 DO 89.66
STORES	394-
CONSTRUCTION	A.C.
LOAD	DCAM 021

Bibliografía

1. *Sapag Chain, Nassir. PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS. McGraw – Hill.*
2. *Agerschou, Lundgren, (1983). PLANNING AND DESIGN OF PORTS AND MARINE TERMINALS. John Wiley & Sons.*
3. *Ernst G. Frankel, (1987). PORT PLANNING AND DEVELOPMENT. John Wiley & Sons, Massachusetts Institute of Technology*
4. *Robert S. Kaplan y Norton, (1997). CUADRO DE MANDO INTEGRAL. Ediciones Gestión 2000 S.A.*
5. *Olive, Roy y Wetter, (1999). IMPLANTANDO Y GESTIONANDO EL CUADRO DE MANDO INTEGRAL. Ediciones Gestión 2000 S.A.*
6. *Alan E. Branch, (1986). ELEMENTS OF PORT OPERATION AND MANAGEMENT. Chapman and Hall Ltd.*
7. *Thierauf y Grosse, (1972). TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. Editorial Limusa-Wiley, S.A.*
8. *Patrick M. Byrne & Markham, (1991). IMPROVING QUALITY AND PRODUCTIVITY IN THE LOGISTICS PROCESS. Council of Logistics Management.*
9. *Junichi Imakita, (1978). A TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE PORT TRANSPORT SYSTEM. Saxon House.*
10. *Douglas M. Lambert & Stock, (1993). STRATEGIC LOGISTICS MANAGEMENT. Irwin/McGraw-Hill.*
11. *Dirección General de Puertos y Marina Mercante, México, (1989). INDICADORES DE RENDIMIENTO PORTUARIO. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.*
12. *Gerhardt Muller, (1989). INTERMODAL FREIGHT TRANSPORTATION. Eno Foundation.*
13. *Thomas J. Schriber, (1991). AN INTRODUCTION TO SIMULATION USING GPSS/H. John Wiley & Sons.*
14. *R.B. Oram y C.C.R. Baker, (1971). THE EFFICIENT PORT. Pergamon Press.*
15. *Per Bruun, (1989). PORT ENGINEERING. Gulf Publishing Company, Vol. 1, 4a edición.*

16. Julio Pindter Vega, (1983). *PLANEACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN PORTUARIA*. UNAM, Facultad de Ingeniería, Cuaderno 2: Instalaciones para el Manejo de Carga. Cursos de la División de Educación Continua.
17. Guillermo Mac Donel Martínez, (1983). *PLANEACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN PORTUARIA*. UNAM, Facultad de Ingeniería, Cuaderno 3: Puertos Industriales. Cursos de la División de Educación Continua.
18. Napoleón Ramos Salido, (1954). *PLANEACIÓN DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO*
19. Secretaría de Marina, Dirección General de Obras Marítimas, México D.F.
20. Dr. R. L. Martino. *PLANEACIÓN DE OPERACIONES APLICADA*. Técnica S.A., Tomo 2, Colección: Administración y Control de Proyectos
21. Dirección General de Puertos, (2001). *MANUAL DE DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO 2001*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México.
22. Arturo Fuentes Zenón, (2001). *ENFOQUES DE PLANEACIÓN "Un sistema de metodologías"*. UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Postgrado, México
23. Facultad de Ingeniería. *CUADERNOS DE PLANEACIÓN Y SISTEMAS*. UNAM, División de Estudios de Postgrado, Departamento de Sistemas.
24. Harrell-Ghosh-Bowden, (2003). *SIMULATION USING PROMODEL*. Mc Graw Hill.
25. Sánchez Guerrero, Gabriel (2003). *CURSO PROPEDÉUTICO DE PLANEACIÓN*. UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Postgrado, México D.F.
26. Teodor Gabriel Crainic, Gilbert Laporte, (1997). *PLANNING MODELS FOR FREIGHT TRANSPORTATION*. European Journal of Operational Research 97 409-438
27. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, (1978). *MANUAL PARA LA PREPARACIÓN DE ESTUDIOS DE VIABILIDAD INDUSTRIAL*. Naciones Unidas, New York.
28. Programa de Capacitación y Adiestramiento para Proyectos de Desarrollo, (1984). *GUÍA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN*. Fondo Nacional de Estudios y Proyectos, México.
29. Enrique de la Peña Gonzales, (2000). *MEDICIÓN DE DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS NO LUCRATIVAS: USO DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL*. Tesis UNAM, Ciudad Universitaria.
30. Lilia Ojeda Toche, (2000). *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS LOGÍSTICAS*. UNAM, Tesis de Doctorado en Ingeniería, México.
31. Sánchez Guerrero, Gabriel. *MARCO TEÓRICO PARA LA EVALUACIÓN*. Cuadernos de Planeación y Sistemas No. 8, D-92, UNAM, México D.F.
32. Hamdy A. Taha, (1995). *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. Alfa Omega, 5a edición, México D.F.
33. Facultad de Ingeniería, (2004). *SIMULACIÓN UTILIZANDO PROMODEL*. UNAM, División de Ingeniería Mecánica e Industrial, Curso de Simulación, México D.F.
34. Checkland, P. B., (1981). *SYSTEMS THINKING, SYSTEMS PRACTICE*. John Wiley & Sons, New York.

35. Ackoff, R. L., (1970). *TOWARDS A SYSTEM OF SYSTEMS CONCEPTS*. John Wiley & Sons, New York.
36. Ackoff, R. L., (1978). *THE ART OF PROBLEM SOLVING*. John Wiley & Sons, New York.
37. Guba, E. and Lincoln, Y., (1989). *FOURTH GENERATION EVALUATION*. Sage Publications, California.
38. Manaus, G., Scriven, M. and Stufflebeam, D., (1983). *evaluation models*
39. Klawer-Nijhoff Publishing, Boston.
40. Rossi, P. and Freeman, H., (1989). *EVALUATION: A SYSTEMATIC APPROACH*. Sage Publications, California.
41. Rossi, P. and Freeman, H. and Wright, S., (1979). *EVALUATION*. Sage Publications, Beverly Hills.

Glosario de Términos

(API) Administrador portuario: Es el titular de una concesión para la administración portuaria integral.

Barcaza: Embarcación grande que se utiliza para transportar pasajeros o mercancías de los buques a tierra y que navegan cerca de la costa o en los ríos.

Barco: Construcción dispuesta para flotar y deslizarse por el agua, para transportar personas o mercancías.

Buque: Embarcación destinada a la navegación en alta mar.

Cangilones: Vasijas de barro o metal que extraen el grano en una draga.

Contingencia: Posibilidad de que una cosa suceda o no.

Cubicación: Actividad que tiene por objetivo determinar el volumen o la capacidad de un cuerpo.

Efectividad: Es el resultado del logro de la eficiencia y eficacia. Calidad con que se produce un efecto.

Eficacia: Grado en que cumplen los resultados obtenidos con los resultados esperados. *Eficaz*- virtud de producir el efecto deseado.

Eficiencia: Grado en que se aprovechan los recursos por parte de los procesos y actividades del sistema. Virtud y facultad para lograr un efecto.

Eslinga: Cuerda, Lazo, cordón que se utiliza para unificar.

Estrategia: Habilidad para dirigir y coordinar las operaciones hasta conseguir el objetivo propuesto.

Exógeno: Que se forma u origina en el exterior.

Ex–Opp: Nombre que se le da en esta disertación a la “Evaluación Operativa de un Proyecto”. El prefijo “Ex” significa fuera y “Opp” significa Operación en Práctica.

Fardo: Paquete grande y apretado.

Garita: Oficina, caseta o puesto de aduana, por donde pasa la carga para su inspección.

Holístico: Característica básica del enfoque sistémico que considera todos los aspectos relevantes del objeto de estudio, esto es que considera a todos los involucrados que integran un problema.

Instalaciones portuarias: Las obras de infraestructura y las edificaciones de superestructuras, construidas en un puerto o fuera de él, destinadas a la atención de embarcaciones, a la prestación de servicios portuarios o a la construcción o reparación de embarcaciones.

Intinerario: Programa de salidas de trenes, el cual establece: Tiempos de salida y llegada para cada estación, velocidades de recorrido y tiempos de permanencia en las estaciones, frecuencia del servicio, categoría y lote con sus características.

Inventario: Cualquier bien que se utilice para producir un artículo y puede clasificarse en Materias Primas, Trabajos en proceso y Productos Terminados.

Marina: El conjunto de instalaciones portuarias y sus zonas de agua y tierra, así como la organización especializada en la prestación de servicios a embarcaciones de recreo o deportivas.

Mercancía: Cualquier producto que se puede comprar o vender.

Pictograma: Dibujo de una escritura en la que se pintan los objetos que se desea expresar.

Porte de Barco: Cantidad de carga que se paga para su transportación.

Recinto Portuario: Es la zona federal delimitada y determinada por la Secretaría y por la de Desarrollo Social en los puertos, terminales y marinas, que comprende las áreas de agua y terrenos de dominio público destinados al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios.

Secretaría: La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Servicios portuarios: Los que se proporcionan en puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, para atender a las embarcaciones, así como para la transferencia de carga y transbordo de personas entre embarcaciones, tierra u otros modos de transporte.

Sistema: Conjunto de elementos interconexos que forman una integridad.

Táctica: Conjunto de operaciones ordenadas (método) que se siguen para conseguir un objetivo. Conjunto de reglas a las que se someten las operaciones.

Zona de desarrollo portuario: El área constituida con los terrenos de propiedad privada o del dominio privado de la Federación, de las entidades federativas o de los municipios, para el establecimiento de instalaciones industriales y de servicios o de cualesquiera otras relacionadas con la función portuaria y, en su caso, para la ampliación del puerto.