



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
POR SU EXCELENCIA ACADEMICA

TESIS DE MAESTRÍA

**MEDICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA TIPO PORT
COMMUNITY SYSTEM EN EL DEPARTAMENTO DEL
ATLÁNTICO**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE PRODUCTIVIDAD Y
COMPETITIVIDAD**

ADRIANA MILENA MOROS DAZA

NOVIEMBRE 2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

TUTOR:

Ing. Rene Amaya Mier PhD.

CO-TUTOR:

Ing. Guisselle García PhD.

COORDINADOR DE LA MAESTRIA:

Ing. Rene Amaya Mier PhD.

JURADOS:

Ing. Alcides Santander PhD.

Ing. Ruben Yie PhD.

DEDICATORIA

Para mi motor, mi orgullo y mi gran inspiración: mi madre, quien siempre me ha apoyado en todo momento, quien ha sido mi amiga y compañera y quien me ha enseñado que con dedicación y perseverancias mis sueños se hacen realidad. A mi padre que me apoya en todas mis decisiones, quien me ha enseñado a luchar y siempre ha tratado de cumplir mis sueños. A mi hermanito quien siempre me acompaña en mis aventuras y sigue creyendo que soy uno de sus mejores modelos a seguir. No puedo dejar de lado a ese angelito que siempre me cuida y el cual donde quiera que este se enorgullece de mis logros y los celebra como se debe.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sin lugar a dudas a mi tutor Rene Amaya, quien siempre me apoyo y se aguato todas y cada una de mis insistencias semanales en su oficina. A mi co-tutora Guisselle García, quien siempre con una sonrisa trataba de recibirme y ayudarme en lo que podía. Muchísimas gracias a los dos por guiarme en este proceso y confiar en mí para comenzar y terminar esta aventura. Y no puedo dejar de lado a mis compañero de estudio (aquellos que estudiaron y trasnocharon conmigo), a cada uno de ellos, por el apoyo mutuo y el entendimiento en todo momento.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
CAPITULO I.....	13
Generalidades del Proyecto.....	13
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1 Justificación.....	24
1.2 OBJETIVOS.....	26
1.2.1 Objetivo General.....	26
1.2.2 Objetivos Específicos.....	26
1.3. METODOLOGÍA.....	27
CAPITULO II.....	29
Revisión Literaria.....	29
2.1 MARCO TEÓRICO.....	30
2.1.1 Tipos de colaboración.....	31
2.1.2 Atributos de la colaboración.....	31
2.1.3 Ventajas y desventajas.....	32
2.1.4 Problemas de aplicar colaboración en las Cadenas de Suministro.....	33
2.1.5 Como implementar la colaboración en las cadenas de suministro.....	34
2.1.6 ¿Por qué usar colaboración electrónica?.....	35
2.1.7 Factores que afectan el uso de colaboración electrónica.....	36
2.1.7 Tipos de herramientas de colaboración electrónica en cadenas de suministro.....	36
2.1.8 Ejemplos de herramientas de colaboración electrónica basados en la ejecución en cadenas de suministro.....	37
2.1.9 Problemas para implementar la integración de herramientas de colaboración electrónica basados en la ejecución de cadenas de suministro.....	39
2.1.10 Plataformas de Sistemas de comunidades Portuarias PCS.....	39
2.1.11 Herramientas para la diagramación de procesos y simulación basada en eventos discretos para representar el impacto de un PCS.....	41
2.2 ESTADO DEL ARTE.....	42
2.2.1 Método de consecución de literatura.....	42
2.2.2 Taxonomía de Colaboración en Cadenas de Suministro.....	54
CAPITULO III.....	57
Diseño y reingeniería de procesos para la implementación de plataforma tecnológica PC-DM-.....	57
3.1 Descripción del estado actual del sistema.....	58
3.2 Descripción de la tecnología utilizada en la actualidad en las operaciones ComEx.....	59
3.3 Proceso de Importación.....	61
3.3.1 Diagramas EPC de la operación de Importación Estado Actual.....	63
3.4 Proceso de Exportación.....	76
3.4.1 Diagramas EPC de la operación de Exportación Estado Actual.....	77
3.5 Cuellos de Botella y problemas asociados a ambos procesos.....	88
3.6 Análisis Multivariado.....	89
3.6.1 Desarrollo Metodológico.....	90
3.6.2 Estandarización de Datos.....	92

3.6.3	Análisis de datos	94
3.6.4	Conclusiones	100
3.7	Reingeniería de Operaciones Portuarias.....	101
3.7.1	Supuestos de mejora	102
3.7.2	Convenios para la ilustración de Diagramas EPC de la operación de Importación y Exportación situación mejorada	103
3.7.3	Rediseño Proceso de Importación	103
3.7.3.1	Diagrama EPC TO BE Importación	105
3.7.4	Rediseño Proceso de Exportación	118
3.7.4.1	Diagrama EPC TO - BE Exportación	120
CAPITULO IV		132
Cuantificación del impacto de la implementación de un PCS en un Puerto del Atlántico.		132
4.1	Modelo basado en eventos discretos	133
4.1.1	Inputs del Modelo	134
4.1.2	Descripción del Modelo	136
4.1.3	Validación	137
4.1.4	Análisis de Escenarios.....	139
4.1.5	Conclusiones	143
CAPITULO V.....		145
Evaluación financiera de la propuesta		145
5.1	Descripción de la propuesta para la evaluación financiera	146
5.2	Análisis de Sensibilidad 1.	149
5.3	Análisis de Sensibilidad 2	149
5.4	Mejor Escenario	152
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		156
BIBLIOGRAFÍA		160
ANEXO 1		166

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Índice de desempeño logístico, 2014	15
Ilustración 2 Índice de desempeño logístico Colombia 2014 – Desagregado por factores ..	16
Ilustración 3 Tiempo en días para operaciones de comercio exterior, 2010	17
Ilustración 4 Tiempos para operaciones de comercio exterior en Colombia, 2008.....	18
Ilustración 5. Comparación de los procesos de importación (Doing Business – LogPort) ..	21
Ilustración 6 Documentación necesaria para la importación de mercancía	22
Ilustración 7 Necesidad de empresas Generadoras de Carga del departamento del Atlántico de tener visibilidad entre los diferentes eslabones de las cadenas.	25
Ilustración 8 Estadísticas de Colaboración en cadenas de Suministro	55
Ilustración 9 Diagrama EPC de Importación estado actual (AS-IS)	74
Ilustración 10 Representación macro de actividades ComEx Importación.....	75
Ilustración 11 Diagrama EPC de Exportación estado actual (AS-IS)	86
Ilustración 12 Representación macro de actividades ComEx Exportación.....	87
Ilustración 13 Grafica de Sedimentación	96
Ilustración 14 Flujo de información entre eslabones de las cadenas de importación	102
Ilustración 15 Actividad Automatizada	103
Ilustración 16 Diagrama de Importación Mejorado	116
Ilustración 17 Representación macro de actividades ComEx Importación Mejorado	117
Ilustración 18 Diagrama de Exportación Mejorado	129
Ilustración 19 Representación macro de actividades ComEx Importación Mejorado	130
Ilustración 20 Pseudo-código del proceso de importación para el modelo de simulación discreta.....	134
Ilustración 21 Pseudo-código del proceso de importación con la implementación de un PCS.....	139
Ilustración 22 Tiempo de importación situación actual y con PCS.....	141
Ilustración 23 Tiempo de importación todos los escenarios.....	141
Ilustración 24 Tiempo de las colas de camiones para el cargue de mercancía (minutos) ..	142

TABLAS

Tabla 1 Número de procesos por importación.....	23
Tabla 2 Sistemas de comunidades portuarias alrededor del mundo.....	41
Tabla 3 Listado clasificatorio de la literatura sobre Colaboración en Cadena de Suministro	54
Tabla 4 Tabla de sistemas de información actuales en las cadenas del departamento del Atlántico	61
Tabla 5 Sistemas o plataformas de información de los diferentes actores de las cadenas ...	61
Tabla 6 Muestra de Importadores y Exportadores.....	90
Tabla 7 Tamaño de Muestra	90
Tabla 8 Estandarización de Datos	94
Tabla 9 Eigen análisis de la correlación de la matriz de Importadores	94
Tabla 10 Variables and Factors Importers No Rotado.....	95
Tabla 11 Variables and Factors Importers Varimax Rotado	95
Tabla 12 Eigen análisis de la correlación de matrices de exportadores.....	96
Tabla 13 Variables y Factores de los exportadores.....	97
Tabla 14 Resumen de clasificación	98
Tabla 15 Distancia cuadrada entre grupos	98
Tabla 16 Función de discriminante lineal por grupos.....	98
Tabla 17 Valores de las variables.....	99
Tabla 18 Distribuciones de tasas de servicio y cantidades.....	135
Tabla 19 Probabilidades por tipo de barco.....	135
Tabla 20 Probabilidad por tipo de carga.....	135
Tabla 21 Validación de Colas	137
Tabla 22 Tiempo de Macro Operaciones (días).....	138
Tabla 23 Validación de Recursos.....	138
Tabla 24 Análisis de escenarios (días).....	140
Tabla 25 Numero de Operaciones de Importaciones y Exportaciones por año (aproximación)	146
Tabla 26 Transacciones por eslabón.....	147
Tabla 27 Tarifas	147
Tabla 28 Flujo de Caja	148
Tabla 29 Escenario 1	149
Tabla 30 Escenario 2	149
Tabla 31 Escenario 3	150
Tabla 32 Escenario 4	150
Tabla 33 Escenario 5	150

Tabla 34 Escenario 6	151
Tabla 35 Escenario 7	151
Tabla 36 Escenario 8	151
Tabla 37 No. De Operaciones/ año y tarifas.....	152
Tabla 38 Flujo de Caja Escenario Propuesto.....	154
Tabla 39 Datos estandarizados Importadores	167
Tabla 40 Datos estandarizados Exportadores	168

RESUMEN

La presente propuesta consiste en el re-diseño y evaluación del impacto en el cambio de los procesos de negocio de una terminal internacional de carga mediante una futura implementación de una plataforma Port Community System (PCS) para el departamento del Atlántico. La plataforma en mención consiste en una aplicación web que integra los diferentes sistemas de información de múltiples actores protagonistas de los procesos ComEx¹ en una terminal de carga internacional bajo un esquema Service Oriented Architecture (SOA - (Perrey & Lycett, 2003)). Es posible verificar oferta de tales plataformas integradoras en diferentes países del mundo².

El alcance que se visiona es 1) Diseñar la administración del flujo físico, administrativo y documental de diferentes tipos de carga (carga suelta y contenedores) con posibilidades de trazabilidad y monitoreo de cargas y documentos, mediante un diagrama EPC. 2) Diseñar la coordinación de los procesos globales del terminal internacional de carga Palermo Sociedad Portuaria (PSP), y así poder extrapolar a los diferentes puertos de Colombia, para reducir costos y tiempos de los mismos. 3) Medir el impacto de una futura implementación de la plataforma PCS, mediante un modelo de simulación discreta. 4) Evaluar la factibilidad económica de la futura implementación de un PCS en Palermo Sociedad Portuaria, mediante flujos de caja.

El entregable final de este proyecto es el diseño y la cuantificación de la reingeniería de los procesos para una futura implementación de una plataforma computacional multi-agente y multi-tecnológica, con énfasis al seguimiento de entidades ComEx (carga + documentos + medio de transporte), teniendo como actor principal a uno de los puertos más importantes de la región y con posibilidad de extrapolación a los demás puertos de Colombia, mediante la utilización de diagramas Event-Process-Chain (Schmidt & Wienberg, 2001; Trienekens &

¹ En corto, para denominar procesos de Comercio Exterior

² Ejemplos de PCS en el mundo: DAKOSY, ADEMAR, INTIS, SEAGHA, SEA, TRADENET, BHT, PORTIC, DTEDI, MARNET (Kurosawa, 2012).

Hvolby, 2001), en los cuales se ilustre la interacción de todos los eslabones de las cadenas de comercio exterior de la región.

Los propósitos principales que se persiguen con esta iniciativa son: 1. Demostrar la medida en que un PCS es una opción costo-efectiva factible y beneficiaria para la región. 2. Comprobar en cuanto se reducen los tiempos de servicio mediante el supuesto de la automatización de diversos procesos de importación. Los anteriores posibilitan el proveer un seguimiento al proceso de exportaciones e importaciones, con énfasis en la detección de cuellos de botella y brechas de seguridad, haciendo explícita la participación y responsabilidad de los múltiples actores participantes del proceso. De esta forma, se anticipa como principal elementos de aportes, 1. La descripción detallada de procesos PCS, mediante diagramas EPC, ya que el momento no hay nada de esto en la literatura. 2. La cuantificación en forma de modelos DES, usando datos reales; existen modelos de este tipo pero de características muy inferiores y sin buenos datos. Y con esto comprobar que el impacto de una futura implementación de un PCS provoca una disminución del tiempo de procesamiento de importaciones del orden de un 35% y un aumento de operaciones de alrededor del 10% de carga suelta y contenerizada; estos valores de referencia se obtuvieron mediante pruebas tempranas basadas en simulación de eventos discretos para validar la propuesta, que además supondría una importante disminución de costos transaccionales ComEx. 3. La incorporación de carga suelta en un PCS, ya que no hay reportes técnicos de este tipo de carga. 4. Plantear la herramienta como sistema fundamental para romper resistencia al cambio del medio, mediante métodos rigurosos.

Tales aportes son justificados a la luz de diversos diagnósticos entre los que se destaca aportes del Doing Business (DB) y Logistic Performance Index (LPI), que soportan una falta de competitividad logística en tema de costo y trámites del orden de un 23% de los costos logísticos como porcentaje del PIB para la economía Colombiana (Barbero, 2010). Complementariamente, un diagnóstico previo realizado sobre cadenas ComEx del Atlántico (Amaya et al, publicación pendiente) reporta que al mirar de cerca los eslabones componentes de dichas cadenas ComEx, se encontró una falta de colaboración entre eslabones que son partícipes de un elevado número de procesos u operaciones necesarias

para los procesos de ComEx; a cada proceso se le asocia un elevado número de transacciones, las cuales son necesarias y no disponibles para muchas otras partes involucradas, lo que hace de éste un proceso complejo y desintegrado debido a la falta de comunicación entre las mismas. A estos dispendiosos procesos se le suman controles ejercidos con celo excesivo de parte de la policía. Entre varios hallazgos principales, se reporta la falta de infraestructura adecuada para atender las necesidades de los usuarios, desde herramientas tecnológicas hasta la capacitación del personal en cada uno de los eslabones de la cadena logística; también se reporta la existencia de corrupción y prácticas ineficientes dentro de las entidades gubernamentales, obstaculizando los procesos y al mismo tiempo creando demoras que se traducen en mayores costos para las empresas.

CAPITULO I.

Generalidades del Proyecto

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional la Logística ha sido ampliamente usada como una de las variables que define el nivel de competitividad de un país en el momento de insertar sus productos en mercados globalizados. Los análisis muestran que la mejora del desempeño logístico está asociada en forma significativa a ganancias de competitividad, productividad y a una mayor sofisticación de las exportaciones (Barbero, 2010), lo que resulta fundamental para poder incorporar a la economía colombiana en las cadenas globales de valor.

Sin embargo, las empresas en el país enfrentan grandes retos en términos de desempeño logístico. Más aún, los resultados para Colombia distan de alcanzar a los líderes en América Latina en desempeño logístico, tal como lo muestra el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial (LPI) — Logistics Performance Index (World Bank, 2007)— por sus siglas en Inglés. Este bajo desempeño está explicado, en parte, por falencias en eficiencia y eficacia en las aduanas, carencia de capacidades de seguimiento y localización de mercancías, falta de un sector de transporte de carga eficiente y debilidad en el diseño de cadenas logísticas que permitan contratar envíos a precios competitivos (Banco Mundial, 2013).

Para el caso de Colombia, las últimas mediciones arrojaron cifras preocupantes, ya que se obtuvo un descenso en materia de este indicador, pasando del puesto 64 entre 155 países en 2012, al puesto 97 entre 160 países en 2014; lo anterior se observa en su detalle en la siguiente figura.

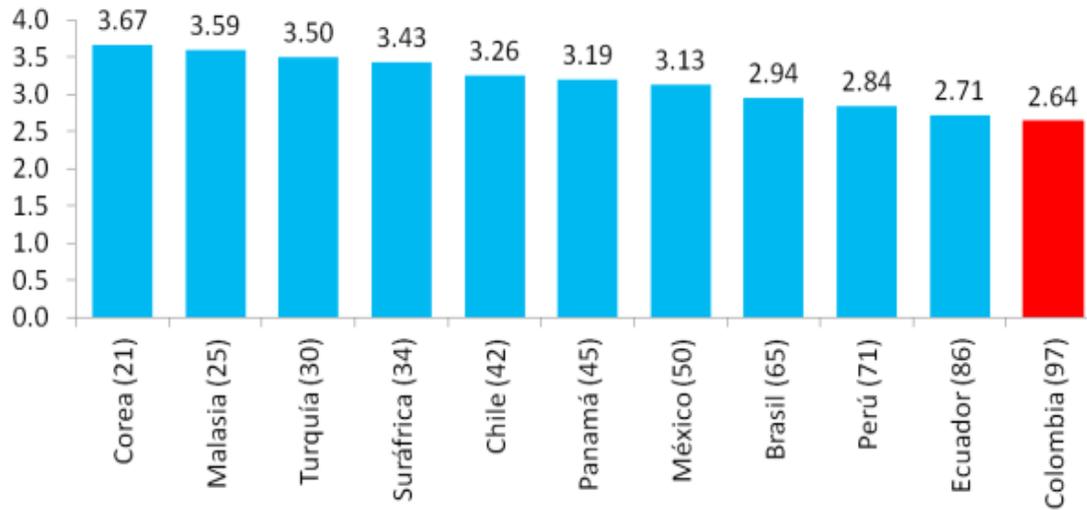


Ilustración 1 Índice de desempeño logístico, 2014

Fuente: adaptado de (Consejo Privado de Competitividad, 2014)

Dejando de lado el factor Infraestructura, encontramos preocupante la medición que resultó al evaluar la capacidad de los envíos de llegar a su destino a tiempo, donde el resultado fue del puesto 111; similarmente, se tiene la capacidad de seguimiento y localización de las mercancías, donde se ocupó el lugar número 108; y por último la facilidad para contratar envíos a precios competitivos en el lugar 95. Lo anterior se evidencia en la Ilustración 2.

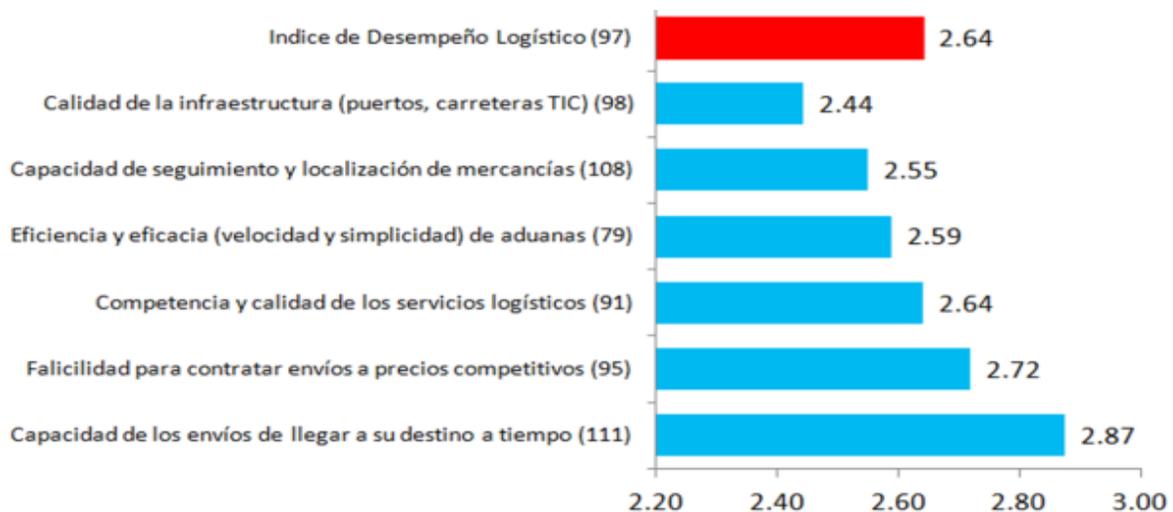


Ilustración 2 Índice de desempeño logístico Colombia 2014 – Desagregado por factores

Fuente: adaptado de Consejo Privado de Competitividad (2014)

Otro importante referente en este aspecto es la publicación del Banco Mundial “Doing Business”, reporte anual que busca proporcionar una perspectiva sobre las regulaciones de la actividad empresarial y de su puesta en práctica (The World Bank, 2014). Por otra parte Doing Business provee reportes subnacionales donde se estudia de manera detallada las principales ciudades y regiones económicas del país. Para el caso particular de Colombia existen actualmente 3 reportes subnacionales, uno en el 2008, otro en el 2010 y el más reciente del año 2013. De interés especial para los propósitos del presente proyecto, se revisaron específicamente algunos apartes del aspecto de Comercio Transfronterizo de dicho reporte.

Para el año 2008 las importaciones colombianas requerían en promedio 8 documentos, 20 días y alrededor de 1160 USD, desde que la mercancía llega a puerto marítimo/fluviál hasta que este es entregado en bodega del destino final (Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional, 2010). Para esta época el documento que requería la mayor cantidad de tiempo era la carta de crédito, que tomaba alrededor de la mitad del tiempo de exportación para su obtención y aproximadamente un tercio del tiempo de importación.

En el año 2010 los puertos colombianos eran competitivos a nivel regional en cuanto al tiempo para exportar e importar, pero aún podrían mejorar ya que en ese año se mostraba

como principal cuello de botella los tramites documentarios ya que tomaban entre el 35% y 40% del tiempo total requerido para las operaciones de exportación, y un 54% para la importación desde Barranquilla (Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional, 2010).

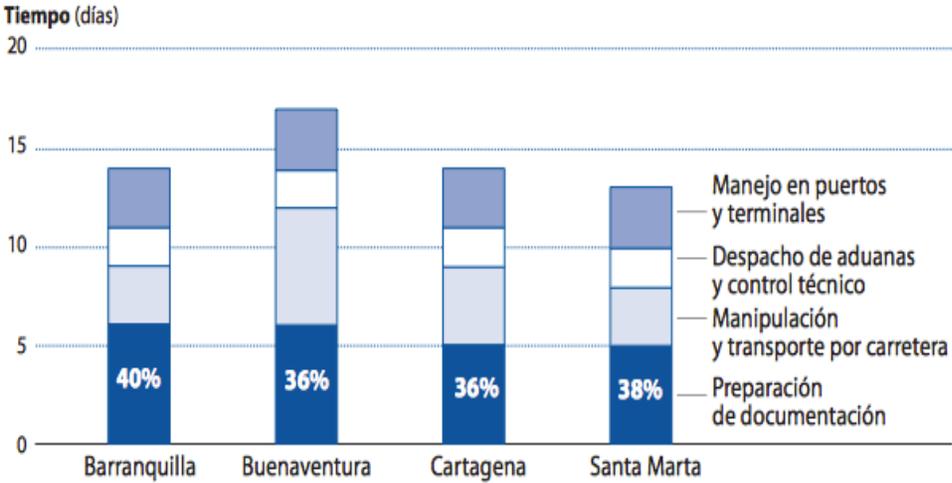


Ilustración 3 Tiempo en días para operaciones de comercio exterior, 2010

Fuente: adaptado de Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional (2010)

En la Ilustración 3, se puede apreciar como los tiempos para exportación en el 2010 son en total muy similares entre los principales puertos de la costa atlántica, donde Santa Marta va a la cabeza como el puerto más ágil, y los tiempos utilizados para documentos para la exportación alcanzaban hasta el 40% para el caso de Barranquilla.

Del 2008 a 2012, se avanzó en una reducción de hasta un 60% del tiempo requerido para la preparación documentaria y en un 40% para las importaciones. Aun así, el componente del Comercio transfronterizo que más tiempo tomaba seguía siendo la preparación de documentos (incluyendo la carta de crédito) con un 34% del tiempo de exportar y 44% para la importación. Actualmente el número de documentos requeridos es igual en los tres puertos de la costa atlántica 5 para la exportación y 6 para la importación, con el tiempo de 5 días para la exportación 6 días para importación.

En lo referente a los tiempos utilizados para llevar a cabo una importación y/o exportación, la **Ilustración 4**, muestra que Santa Marta, Cartagena, y después Barranquilla, para el año 2008 poseían los menores tiempos nacionales para las dos operaciones de comercio exterior (Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional, 2007). Este factor se ve influenciado por el hecho de que la carga hace menor tránsito terrestre, ya que estas ciudades cuentan con sus propios puertos, mientras que para las ciudades del interior del país las demoras en carretera logran ser un factor determinante en la consumación de los días de espera.



Ilustración 4 Tiempos para operaciones de comercio exterior en Colombia, 2008

Fuente: adaptado de Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional (2007)

Se puede decir que actualmente este liderazgo por parte de los puertos de Barranquilla y Santa Marta se mantiene, ya que exportar por alguno de estos es más rápido 13 días, seguidas de cerca por Cartagena con 14 días. Mientras que los tiempos para importar toman 13 días en las tres ciudades de la Costa del Caribe.

En los puertos de la región Caribe, el control técnico y despacho de aduanas demora 2 días para la exportación. Mientras que el manejo en puerto demora hasta 3 días para la misma operación. En cambio para la importación todos estos procedimientos tardan 2 días. A diferencia de años anteriores (2010), donde la gestión en el puerto suponía un 25% del tiempo total, mientras que las aduanas e inspecciones representan el 15%; se tiene actualmente que por el lado de la exportación, el tiempo de manejo en el puerto y terminal

un 22% y a la aprobación de la aduana y otras inspecciones un 14%; mientras que para las importaciones éstas es del 15% y 16% respectivamente.

De lo anterior se desprende que los mayores retrasos para los comerciantes se producen antes y después de que el cargamento haya atravesado las puertas de los puertos, no en las propias instalaciones, haciendo toda la operación menos eficiente. Entretanto, las mejoras en la eficiencia del manejo en los puertos desde 2008 han recortado el tiempo requerido de 3 a 2 días en Barranquilla (Banco Mundial & Corporación Financiera Internacional, 2010). Como resultado final, el tiempo requerido para las inspecciones y despachos aduaneros no ha cambiado significativamente desde 2010, a pesar de la reforma del “Manual de Procedimientos de Inspección Física Simultanea de Mercancías”, la cual buscó regular y agilizar las inspecciones mediante la separación de acuerdo al tipo de mercancía en instituciones particulares para cada tipo ICA (productos agrícolas), INVIMA (productos que requieren permiso fitosanitarios) y la DIAN para el resto del tipo de carga.

No obstante de las anteriores mejoras, es de importancia estratégica el no perder de vista el incumplimiento del sistema logístico ComEx Colombiano en cuanto a algunos de los términos especificados en los recientemente suscritos Tratados de Libre Comercio, con socios comerciales estratégicos como la USA (Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, 2012). En las mismas líneas que se viene presentando, la dimensión de tiempo especificada en el TLC con la USA dicta la necesidad de contar con procedimientos aduaneros ágiles y facilitadores, conocidos como envíos de entrega rápida (Ministerio de Industria y Comercio de Colombia, 2012); para el caso de importaciones, implica la necesidad de implementar procedimientos aduaneros separados y expeditos, con presentación y procesamiento de la información antes del arribo de las naves, que incluya un solo manifiesto que ampare todas las mercancías contenidas en el envío, prever despachos con un mínimo de documentación dentro de las 6 horas siguientes a la llegada de la mercancía.

Claramente, esto impone una presión ante los diferentes agentes participantes en el proceso ComEx, y particularmente a entidades oficiales como la DIAN, que le significa una serie de

retos en automatización dirigida hacia el uso de normas internacionales, de sistemas accesibles para los usuarios aduaneros, con disponibilidad para el análisis del riesgo y compatibilidad para el intercambio de datos, de acuerdo con recomendaciones y lineamientos de conectividad provistos en modelos de datos de la OMA (DIAN, Subdirección de Gestión de Comercio Exterior, 2012).

Bajo el marco del proyecto LogPort, se encontraron diferentes datos estadísticos que soportan lo anteriormente expuesto. Todo esto teniendo en cuenta 2 factores claves, tiempos y documentación. En la actualidad, las diferentes cadenas de suministro del departamento del Atlántico presentan múltiples cuellos de botella asociados a los factores de tiempos, costos y documentación en los procesos de comercio exterior; esto es, tomando de estadísticas del estudio previo realizado sobre el marco del proyecto Clúster Logístico del Atlántico, LogPort (Ver Ilustración 5).

Para la Ilustración 5, para el caso específico del Clúster del Atlántico, se tiene como referencia 4 procesos de SCOR (Supply Chain Operations Reference), con el fin de estimar el tiempo total de una importación desde el momento que el buque llega al muelle hasta el momento en que la mercancía llega al generador de carga. Estos procesos son asociados a su vez con los macro procesos presentados por el Doing Business. Los procesos tomados en cuenta de SCOR son: Abastecimiento del terminal portuario, Despacho del terminal portuario, abastecimiento del transportista local y despacho del transportista local. Para los procesos de abastecimiento y despacho del terminal portuario se tienen en cuenta todos los tiempos de manipuleo de la mercancía, descargue, acomodación en patios, almacenamiento en puerto y liberación de la mercancía. Para los procesos de abastecimiento y de despacho del transportista local se tienen en cuenta tiempos de manipuleo de la mercancía para el cargue en puerto y para el descargue en la generadora de carga. Teniendo en cuenta esto, es evidente que hay un vacío en los procesos de SCOR y no se logra apreciar procesos como Aprobación de Aduana y Preparación de Documentos. Por lo que se estandarizan los procesos en relación a los planteados por el Doing Business.

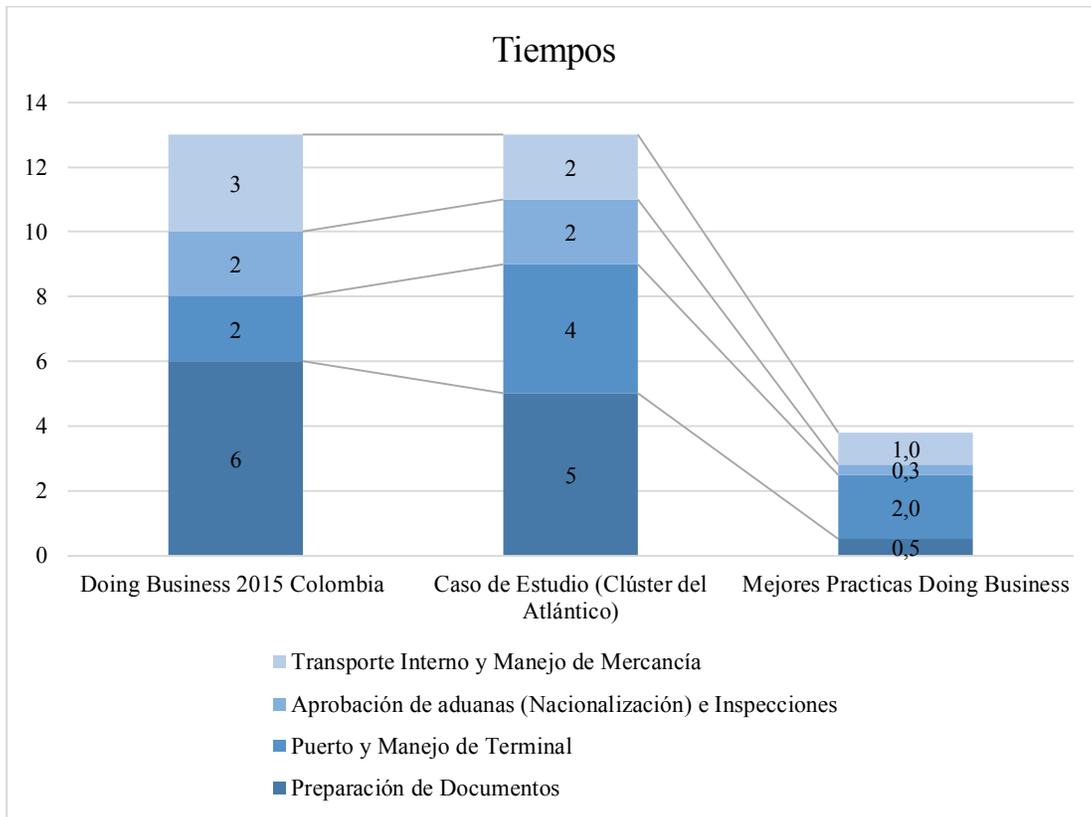


Ilustración 5. Comparación de los procesos de importación (Doing Business – LogPort).

Como se observa en la gráfica anterior, de la muestra seleccionada bajo el proyecto de LogPort, los procesos de mayor relevancia son la preparación de documentos, y manejo en puerto, representando casi el 75% del tiempo total del proceso de importación. Aunque los tiempos totales son equivalentes entre el reporte de 2015 del Doing Business en Colombia y los hallazgos bajo el proyecto de LogPort, los procesos que componen una actividad de comercio exterior difieren en sus tiempos, esto es debido a las condiciones específicas del departamento del Atlántico. Por ejemplo, debido a la cercanía de las empresas generadoras de carga del departamento con los puertos de la región, los tiempos del transporte interno se reducen. A su vez debido al tipo de carga que predomina en la región los tiempos de manejo en puerto se elevan en relación a los del país. Sin embargo en relación a las mejores prácticas expresadas por el Doing Business todavía nos falta muchísimo por mejorar.

De otra parte, es importante destacar cual es la documentación y los trámites necesarios para la importación y exportación en Colombia y en qué momentos del proceso se realiza; esto es posible visualizarlo en la Ilustración 6 y 7.

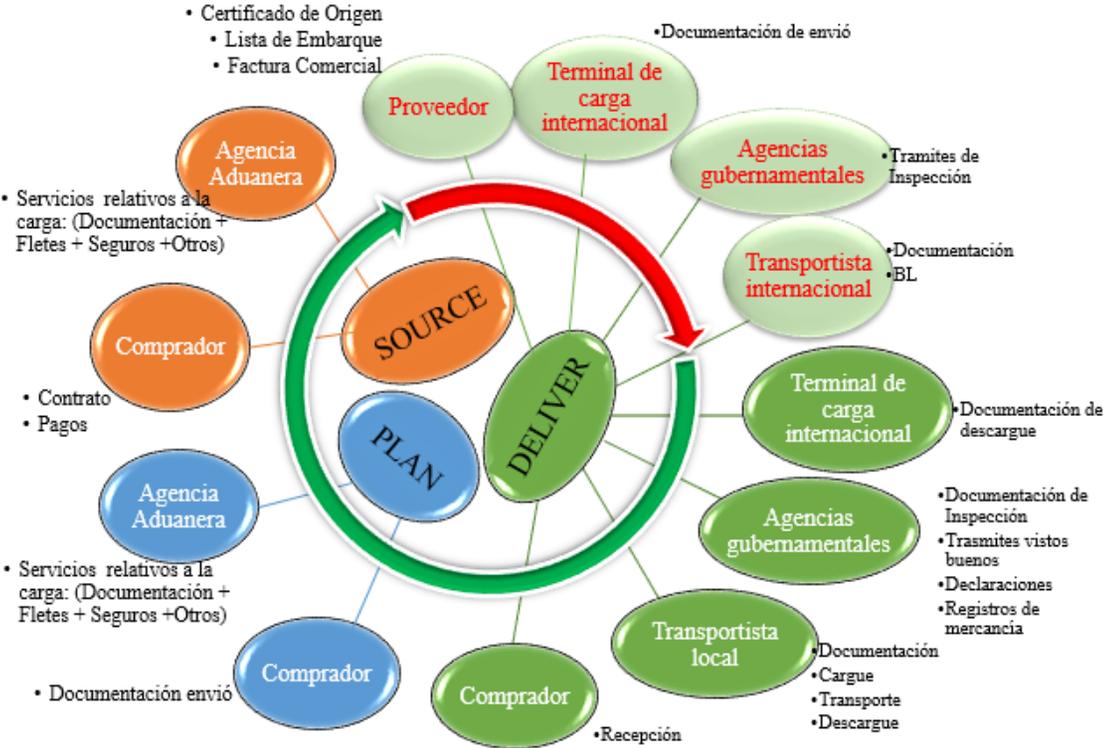


Ilustración 6 Documentación necesaria para la importación de mercancía

Según la ilustración anterior se puede observar que existen diferentes actores que interactúan con los múltiples documentos necesarios para una importación o exportación, lo que ocasiona cuellos de botellas debido al sobre consumo de tiempo. Aunque existen unos documentos que pueden ser realizados antes de la llegada de la mercancía al país, es indispensable presentar esos documentos ante diferentes entidades, hasta el momento se hace mediante forma electrónica y física.

Según los gráficos anteriores se puede observar que en promedio una importación en el Departamento del Atlántico desde el momento que el buque arriba al puerto hasta el momento en que llega la mercancía a la Generadora de Carga se demora 6 días. A su vez se

puede decir que en promedio la documentación total para una importación demora 5 días y el número promedio de documentos necesarios es de 8.

Según el Reporte Doing Business del 2014 para unas buenas y económicas prácticas de importación el número de documentos necesarios es de 3 y las peores prácticas presentan 14 documentos, ubicando estos en el último escalafón de 5 presentados (Business, 2014). Esto ubica a la muestra anterior en el escalafón 4 de 5 posibles, confirmando un cuello de botella en la documentación. Otro cuello de botella claro está en el tiempo de preparación de la documentación. Según el mismo reporte del 2014, las mejores prácticas ejecutan esto en un lapso de 1 día, mientras que la muestra anterior en promedio es de 5 días. Otra de las causas de cuellos de botella en trámites de documentación radica en la pérdida de tiempo por el uso de documentos en papel que requieren de presencia para visar aprobaciones.

Además de la documentación, otro cuello de botella visible se presenta en los tiempos en puerto. Según la muestra, en promedio la mercancía se demora en el puerto alrededor de 5.5 días, mientras que para el Doing Business las mejores prácticas de importación tienen que tener tiempos promedios de 1 días en puerto (Business, 2014).

Otro de los problemas visibles que afectan el tiempo es la cantidad de procesos por importación y exportación. Para ilustrar esto se muestra a continuación una tabla basada en una aproximación del proceso de importación de la muestra comentada anteriormente.

Tabla 1 Número de procesos por importación

	Proveedor	Terminal Portuario	Naviera	SIA	DIAN	Importador	Transportista
No. Procesos	4	23	3	12	13	6	11

La tabla anterior confirma la existencia de múltiples procesos, aproximadamente 72 por importación, lo que eleva los tiempos y causa cuellos de botella.

Según la información anterior se encontró que existe un sobreconsumo de tiempo, ya que el proceso es bastante complejo y extenso. A su vez se presentan potenciales errores debido a que la misma información es digitada en múltiples sistemas y hay una clara falta de visibilidad dentro de toda la cadena (Ver Tabla 1 e Ilustración 4). Los actores están desconectados, usando cada uno un sistema propio e interno dentro de sus organizaciones.

También se puede decir que los tiempos en los diferentes terminales portuarios de la región se ven afectados considerablemente por la inadecuada programación del sistema de transporte terrestre, ocasionando múltiples cuellos de botella en la entra y salida de camiones de dichos terminales.

1.1.1 Justificación

Teniendo en cuenta que la meta de Colombia para el 2032 es ser uno de los 3 países más competitivos de América Latina es necesario incursionar en soluciones para problemas como el anteriormente expuesto. A su vez es importante destacar que implementación de sistemas de comunidades portuarias no se ha realizado hasta el momento en el país (Córdoba Rosario et al., 2013).

También por medio del estudio previo se rescata la necesidad expresada por 33 diferentes generadores de carga de la región por tener visibilidad entre los diferentes eslabones de las empresas. Mostrando que el 28% de la muestra requiere de visibilidad de parte de todos los eslabones que componen las cadenas (Ver Ilustración 8).

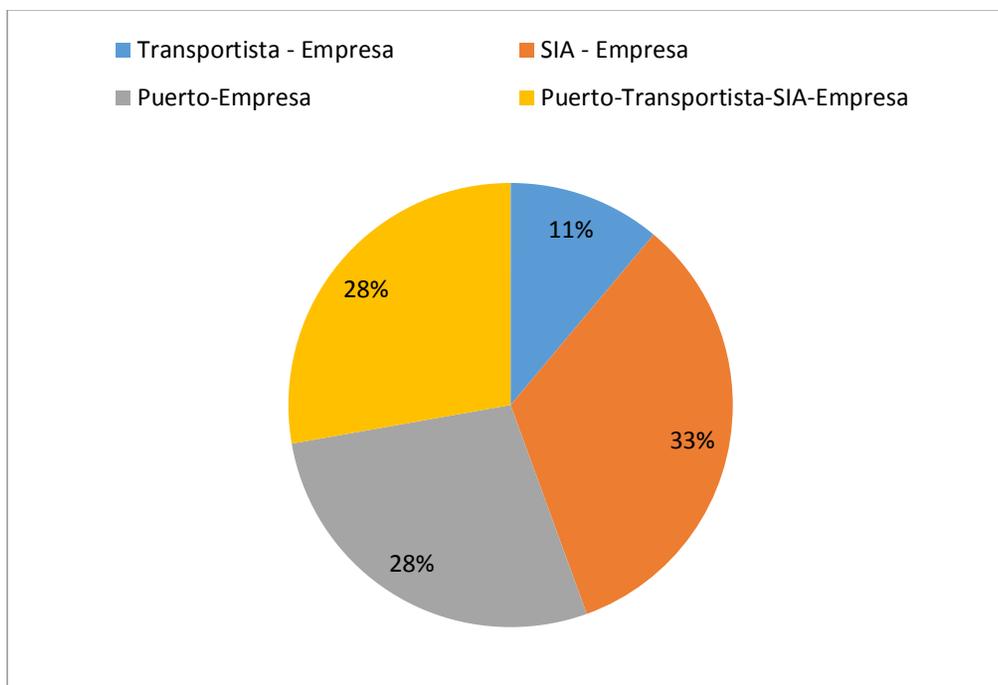


Ilustración 7 Necesidad de empresas Generadoras de Carga del departamento del Atlántico de tener visibilidad entre los diferentes eslabones de las cadenas.

Cabe destacar que los problemas en los procesos de ComEx no son solo de tipo operacionales o documentales, ya que otro de los problemas importantes en logística que se presenta en Colombia es la deficiencia en las tecnologías de información y comunicaciones, lo que conlleva a incurrir en costos, tiempos y tramites agregados innecesariamente en las cadenas de suministro. Es importante destacar que el acceso y la aprobación de dichas tecnologías se han convertido en prerrequisitos en mercados globales, ya que el uso de estas herramientas permite incrementar la productividad y el desarrollo social de un país, aumentando los volúmenes y la velocidad de transmisión de la información (Córdoba Rosario et al., 2013). Debido a esto se dice que es preciso promover e implementar sistemas en el sector de logística, transporte y control de mercancías, con el objetivo de la integración operacional que permita la fluidez en el manejo de mercancías, sin retrasos ni altos costos (Bernal González, 2014).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Re-diseñar y cuantificar el desempeño de los procesos resultantes al implementar una Plataforma Tecnológica para Sistemas de Comunidades Portuarias (PCS) en un Terminal Internacional de Carga en el Departamento del Atlántico.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar la administración del flujo físico, administrativo y documental de diferentes tipos de carga (carga suelta y contenedores) con posibilidades de trazabilidad y monitoreo de cargas y documentos, mediante un diagrama EPC.
2. Diseñar la coordinación de los procesos globales de un terminal internacional de carga de la ciudad de Barranquilla, y así poder extrapolar a los diferentes puertos de Colombia, para reducir costos y tiempos de los mismos.
3. Medir el impacto de una futura implementación de la plataforma PCS, mediante un modelo de simulación basado en eventos discretos.
4. Evaluar la factibilidad económica de una futura implementación de un PCS, mediante flujos de caja.

1.3. METODOLOGÍA

Fase 1. Estudio del Estado del Arte

Esta fase tiene como propósito estudiar el estado del arte que envuelve la propuesta y el marco bajo el cual se va a trabajar. Se considera una duración de 3 meses.

Fase 2. Recolección datos de casos de estudio

La fase 2 tiene como propósito involucrarse con la industria y ver como es el funcionamiento de la misma, para así poder obtener una modelación de los procesos emulando la realidad. Para esta fase se espera tener contacto con diferentes empresas (eslabones importantes dentro de los procesos de importación y exportación: generadores de carga, transportistas, agencias de aduana, puertos), principalmente se planean varias visitas a uno de los puertos más importante de la región, (aproximadamente 10 visitas). Esto tiene una duración de ejecución de 3 meses.

Fase 3. Diseño y reingeniería de procesos para la implementación de plataforma tecnológica PC-DM-CT

Tienen como propósito diseñar los procesos de una plataforma tecnológica soportada en Infraestructuras Computacionales extendidas y arquitecturas empresariales, basada en comunidades portuarias, gestión documental y seguimiento de la carga. Se espera una caracterización de los procesos de importación y exportación, para ilustrar las operaciones de comercio exterior, basada en un diagrama de proceso EPC, y un análisis de los sistemas de comunicación existentes para realizar dichos procesos, culminando con una sustentación de la carencia de tecnologías existentes en el ámbito logístico. Esta fase tiene un tiempo estimado de 3 meses para su ejecución, como se puede observar en el cronograma.

Fase 4. Cuantificación del impacto de la implementación de un PCS en un Terminal Internacional Portuario del Atlántico

En esta fase se espera la construcción de un modelo de simulación basado en eventos discretos y el análisis de diferentes escenarios en los que se incluya la implementación de un PCS en la empresa. Se espera que esta fase dure aproximadamente 1.5 meses para su total ejecución.

Fase 5. Evaluación financiera de la propuesta

Se espera la evaluación económica de la propuesta, mediante una cuantificación costo-financiera de una futura implementación en un Terminal Internacional Portuario del Atlántico de un PCS. Se evaluarán diferentes escenarios y se propondrá un ideal. La ejecución de esta fase tiene un tiempo estimado de 1 mes.

Fase 6. Análisis de Resultados

Esta fase se espera el análisis de todos los resultados y con ello la producción literaria de un artículo científico, tipo ISI/SCOPUS, el tiempo estimado para la ejecución de este se espera que dure alrededor de 1.5 meses.

Fase 7. Socialización con entidades académicas y de investigación

Esta fase busca socializar los hallazgos esperados con la comunidad, tanto académica como industrial, públicos o privados. Todo esto en un lapso de 1 mes aproximadamente.

CAPITULO II.

Revisión Literaria

2.1 MARCO TEÓRICO

Día a día se puede ver como se crean asociaciones entre empresas para mejorar la cadena de suministro (Maheshwari, Kumar, & Kumar, 2006). Esto es debido a que en la realidad las demandas son irregulares, por lo cual es común ver cada vez más escenarios colaborativos dentro de las cadenas de suministro, los cuales tienden a ser significativamente más competitivos que los escenarios de no colaboración (Tian-jian, 2008; Yang, 2009).

Uno de los inconvenientes más significativos y contundentes a la hora de implementar colaboración es el entendimiento de dicho termino, teniendo en que abarca y que limitaciones posee (Akintoye, McIntosh, & Fitzgerald, 2000). Hay que tener en cuenta que se puede dar una colaboración parcial o total dentro de la cadena, pero se ha demostrado que el beneficio es mayor al implementar una colaboración total (Crespo Marquez, Bianchi, & Gupta, 2004).

Se puede decir que la colaboración en la cadena de suministro se basa en diferentes prácticas de planeación, coordinación e integración de procesos entre dos o más eslabones de la cadena (McLaren, Head, & Yuan, 2002). La ejecución de dichas prácticas colaborativas puede tener diferentes fines basados en la efectividad de las mismas, pero en general la implementación de la colaboración tiene una meta en común: crear un patrón de demanda visible y transparente por toda la cadena de suministro. (Holweg, Disney, Holmström, & Småros, 2005)

Estudios recientes han demostrado que la colaboración mejora el desempeño de la cadena de suministro en varias aéreas centrales, en las que se incluye un incremento de las ventas, mejoramiento de pronósticos, más información precisa y oportuna, reducción de costos, reducción de inventario y mejoramiento del servicio al cliente (Barratt & Oliveira, 2001).

Existen diferentes planteamientos colaborativos, los cuales son divididos en 3 grupos y son: administración de transacciones colaborativas, gestión de eventos colaborativos y gestión

de procesos colaborativos (Whipple & Russell, 2007). Es debido a esto que existen diferentes tipos de colaboración.

2.1.1 Tipos de colaboración

En la actualidad existen diferentes tipos de colaboración presentes en una cadena de suministro, los cuales se pueden catalogar según varios criterios. Uno de ellos es dependiendo su estructura y se divide en: Colaboración Vertical (VMI, ECR, CPFR, etc.), Colaboración Horizontal (comparten información privada o recursos) y Colaboración Lateral (Nistevo, Lean Logistics, Transport Dynamics, etc.) (Chan & Prakash, 2012). También se pueden clasificar según el tipo de alianza, las cuales serían: alianza minorista-proveedor, logística de terceros, integración del distribuidor. O según el uso en común de recurso: misma función, función cruzada o desarrollo paralelo de un nuevo producto (Simatupang & Sridharan, 2002).

Como ya se ha mencionado anteriormente existen diferentes tipos de colaboración en las cadenas de suministro, los cuales son diferentes entre sí (Dobrzykowski, Hong, & Park, 2012). Estos autores exploran 4 prácticas integrativas de la SC, las cuales son: integración de tecnología en la información del cliente, integración de tecnología en la información del proveedor, colaboración del cliente y colaboración del proveedor. – usando un modelo SDL (lógica del servicio dominante) (Dobrzykowski, Hong, & Park, 2012). La implementación de las mismas en las empresas difiere de la baja o alta obtención de capacidades que poseen las empresas. Por lo cual es muy importante identificar de manera adecuada cada eslabón de la SC para así poder aplicar el tipo de colaboración adecuada para obtener beneficios significativos de ello.

2.1.2 Atributos de la colaboración

No muchos saben que para poder ver un impacto al implementar prácticas de colaboración en la cadena de suministro depende significativamente de la calidad de la información que

se cambia a través de la misma y varía sin lugar a dudas dependiendo de lo mismo. (Wiengarten, Humphreys, Cao, Fynes, & McKittrick, 2010)

Se necesita crear alianzas para ser efectivos y eficientes al implementar colaboración, las cuales son: planificación conjunta de la ejecución de horario, planificación conjunta para aumentar y compartir mercados, cultura colaborativa, compartir recursos operacionales, medición de solución conjunta de problemas y el rendimiento y crear un mercado basado en compartir información (Skjoett-Larsen, Thernøe, & Andresen, 2003).

Hay que tener en cuenta que la colaboración se presenta en diferentes formatos, a su vez que en un punto de la colaboración los grupos presentarán restricciones que limitarán la colaboración futura. También cabe destacar que las SC y los canales no son todos colaborativos y principalmente es importante subrayar que la colaboración termina en fracaso si se comienza mal (Kampstra, Ashayeri, & Gattorna, 2006). Es por esto que Kampstra, Ashayeri y Gattorna proponen 3 prerrequisitos en forma de bucles, que son: bucle estratégico, bucle de cambio y bucle de control.

Unos de los atributos de la colaboración en SC son: conectividad abierta a bajos costos, capacidad flexible y muy grande de almacenaje de datos multimedia, integración de canales y aplicaciones, alto nivel de capacidad de auto servicio, análisis y reunión de información, capacidades de seguridad sofisticadas, intercambio de colaboración en la SC y nuevas capacidades de comercio electrónico (Horvath, 2001).

2.1.3 Ventajas y desventajas

En la realidad la colaboración en las SC presenta tanto ventajas como desventajas, que afectan a cada eslabón de la cadena. Se dice que en la actualidad la colaboración en SC la mayoría de las veces falla, pero todavía el mundo sigue viendo el valor de la colaboración selectiva (Kampstra et al., 2006). Esto es debido a que la colaboración trae consigo tanto beneficios grupales como privados a cada una de las empresas presentes en la cadena de suministro (Cao & Zhang, 2011). Estudios teóricos han demostrado que la colaboración en

las cadenas de suministro alza y mejora el desempeño de la cadena de suministro (Vereecke & Muylle, 2006).

Unas de las ventajas presentes en la implementación de estas prácticas colaborativas es el mejoramiento del nivel de atención al cliente, así como también la reducción de los niveles de inventarios, a su vez elimina el efecto bullwhip, mejora la utilización de recursos de transporte y controla el riesgo de materiales restringidos (Holweg et al., 2005).

Otra de las ventajas de la colaboración es la agilización de la distribución de la SC, la cual se presenta mediante prácticas de colaboración en la distribución (Khan, Bakkappa, Metri, & Sahay, 2009).

Uno de los tipos de colaboración son los clústeres, los cuales sin lugar a dudas traen consigo una gran variedad de ventajas y pueden ser considerados un antídoto para compartir conocimiento e innovar en la SC. Las ventajas de aplicar dichos clústeres son: colaboración de los miembros de las empresas, intercambio de conocimiento e innovación (Connell, Kriz, & Thorpe, 2014).

2.1.4 Problemas de aplicar colaboración en las Cadenas de Suministro

Cuando se implementa estrategias como la colaboración en las cadenas de suministro es muy importante tener en cuenta la confianza en las relaciones de las mismas. Muchas veces debido a esto se presentan diferentes problemas. Principalmente, dichos problemas radican en la manera en que se usa el término confianza, en los factores que guían el comportamiento de confianza entre la relación cliente-proveedor, y en el efecto que causa la confianza entre el cliente y el proveedor (Sahay, 2003).

Otro de los problemas relacionado con la aplicación de colaboración en cadenas de suministro está asociado con el riesgo económico de la inversión, debido a el comportamiento oportunista de alguna de las partes (Granovetter, 1985). En algunos casos

el que tiene más capacidades de recursos y o tecnología, termina teniendo mayores ganancias y dejando poco a poco a un lado a sus colaboradores (Villena, Revilla, & Choi, 2011).

Además de estos, otro de los obstáculos de la colaboración en cadenas de suministro está asociado al compromiso (Nyaga, Whipple, & Lynch, 2010). Este indica que en la práctica, muchos actores van perdiendo compromiso con lo planteado inicialmente, debido a fracasos o mejoras a corto plazo, y esto produce una pérdida de la colaboración entre ellos (Grover, Lim, & Ayyagari, 2006).

Para solucionar este tipo de problemas, estudios anteriores proponen implementar teoría de restricciones (Simatupang, Wright, & Sridharan, 2004) así como implementar teoría de juegos (Leng & Parlar, 2009), para garantizar el funcionamiento de la cadena de suministro y así obtener beneficios mutuos.

2.1.5 Como implementar la colaboración en las cadenas de suministro

Hoy en día se dice que la mejor manera de implementar prácticas colaborativas en las cadenas de suministro, es realizar una segmentación de las mismas, basada en el comportamiento de compra del cliente y las necesidades del servicio. Pero es de suma importancia destacar que hay que tener en cuenta la relevancia cultural y estratégica para la implementación de elementos que se relacionaran unos con otros (Barratt, 2004). A su vez cabe destacar que estudios han demostrado que se tienen que efectuar estas prácticas de manera progresiva (E. Lefebvre, L. Cassivi, L. A. Lefebvre, & P.-M. Léger, 2003).

También es muy importante enfatizar que hay que compartir información de diferente tipo a la hora de establecer dichas prácticas. La información a compartir tiene que ser del producto, demanda y transacciones del cliente e inventarios (Rubiano Ovalle & Crespo Marquez, 2003).

Para implementar la colaboración además de compartir información de todo tipo como se expuso anteriormente, también se tiene que hacer un sistema que muestre el desempeño de la colaboración y especifique métricas y objetivos de toda la cadena de suministro, a su vez se propone crear incentivos basados en el desempeño, para así inducir a un buen comportamiento de productividad y mejoramiento (Simatupang & Sridharan, 2008). Los sistemas que muestran el desempeño de la colaboración en la cadena de suministro constan de 3 ciclos, el ciclo 1: de excepción, ciclo 2: de mejoramiento y ciclo 3: de revisión. Todo esto con el fin de obtener oportunidades que conduzcan a una evaluación global para mutuo mejoramiento (Simatupang & Sridharan, 2004). Dando esto claridad a futuros cambios necesarios en cada eslabón de la cadena y a su vez futuras consecuencias de los mismo (Simatupang & Sridharan, 2005).

2.1.6 ¿Por qué usar colaboración electrónica?

Sin lugar a dudas nos encontramos en la era del comercio electrónico, por lo cual es indispensable ir a la vanguardia, creando algún tipo de diferenciación que haga competitivos los negocios. Es aquí donde entra la colaboración electrónica como alternativa clave para crear ventajas competitivas y productivas (Chao, Hadavi, & Krizek, 2000).

Es importante destacar que aunque anteriormente se ha justificado que la colaboración es significativa para un mejor desempeño de la cadena de suministro es recomendable acompañar esto con tecnologías y hacer uso de algún tipo de herramienta que ayude a complementar estas tácticas (Whipple & Russell, 2007). De aquí se deriva el término de colaboración electrónica, el cual junto con herramientas funcionales en la web, innovan el comportamiento de las cadenas de suministro en términos logísticos, incrementando la flexibilidad y rapidez de distribución de las mismas (É. Lefebvre, L. Cassivi, L. A. Lefebvre, & P.-M. Léger, 2003).

Se ha demostrado recientemente que el beneficio de la colaboración electrónica se da al identificar muy claramente con quien se usa este tipo de colaboración, el cual la mayoría de las veces es más eficiente al usarla con proveedores que con clientes. (É. Lefebvre et al.,

2003). A su la colaboración se considera completamente exitosa si se presenta por ambos lados, tanto en socios descendentes como ascendentes (Cassivi, 2006).

Quizás el benéfico más significativo al usar colaboración electrónica en lugar de los otros diferentes tipos colaboración está en la alta reducción de costos que se derivan de esta alternativa (Kioses, Pramadari, Doukidis, & Bardaki, 2007). Todo esto se comprueba con el caso de la industria automotriz alemana, la cual ha implementado colaboración electrónica y con ello se ha demostrado que es este el factor más influyente a la hora de impactar en los costos y desempeño de la cadena de suministro (Wiengarten, Humphreys, McKittrick, & Fynes, 2013).

2.1.7 Factores que afectan el uso de colaboración electrónica

Existen diferentes factores que afectan la implementación de la colaboración electrónica, como es el caso de la confianza, factor que es persistente a la hora de efectuar cualquier tipo de colaboración, pero existen otros diferentes como son: la complejidad del producto, el volumen y la frecuencia del mismo (Chong, Ooi, & Sohal, 2009).

2.1.7 Tipos de herramientas de colaboración electrónica en cadenas de suministro

Existen dos tipos de herramientas para el manejo de cadenas de suministro, las SCP (de planeación) y SCE (de ejecución). Ambas tienen diferentes objetivos, pero son complementarias entre sí. Las SCP se enfocan en la previsión de la demanda del consumidor final y la capacidad de producción, a su vez estas herramientas usualmente ofrecen funcionalidades para el manejo de la demanda, planeación de ventas, programación de producción y planeación de esquemas de distribución. Las SCE se enfocan por su parte en aspectos operacionales del manejo de las cadenas de suministro. Usualmente involucran el manejo de inventarios, transporte y almacenamiento (Cassivi, Lefebvre, Lefebvre, & Léger, 2004).

2.1.8 Ejemplos de herramientas de colaboración electrónica basados en la ejecución en cadenas de suministro

Estudios han demostrado que la aplicación de tecnologías de información y comunicación a procesos de transporte y logística ha sido exitosa (Whipple & Russell, 2007) siempre y cuando la solución propuesta no ha remplazado los sistemas anteriores, sino que los ha complementado y mejorado, y a su vez cuando existen reglas claras sobre el uso de la información y neutralidad en la forma de gobernar las plataformas (Bernal González, 2014).

Existen diferentes herramientas de colaboración electrónica basadas en la ejecución de cadena de suministro. Una de ellas es la herramienta de adquisición directa, la cual se basa en reenviar órdenes de compra a los proveedores pre-calificados; esta está parcialmente fundamentada en la web para la contratación directa, es una alternativa del EDI y está vinculado al ERP. El proveedor por lo general indica en la plataforma electrónica el conocimiento del recibo y la confirmación de la cantidad, fecha y precio del suministro a comprar.

También existe la herramienta de reposición, esta se basa en la necesidad de material en una lineal de producción, cuando esto ocurre se hace un pedido a través del sistema de reposición. El proveedor por lo general tiene una cantidad específica de tiempo para entregar el material ordenado, ya sea directamente a la línea de producción o en un almacén especificado.

A su vez se encuentra la herramienta de diseño, la cual hace uso de la ingeniería de dibujo interactivo y almacenamiento de diseño asistido por computadora (CAD), teniendo en cuenta el diseños de todos los actores clave de la cadena de suministro que participan en la tarea del diseño del producto. Esta herramienta de colaboración se utiliza en su mayoría para asegurarse de que el diseño final cumple con todos los requisitos de las partes

interesadas. Teniendo como objetivo reducir el tiempo de comercialización, aumentar al máximo la calidad y minimizar los costos del producto.

Otra de las herramientas de colaboración electrónica en la ejecución de cadenas de suministro es la herramienta de proyección de faltantes, esta se basa en escanear el plan de producción del comprador para proyectar componentes esperados o materiales faltantes. La herramienta también proporciona información en tiempo real de las unidades de fabricación reduciendo el tiempo de respuesta en la cadena.

Una de las más comunes es la herramienta de entrega y seguimiento, esta genera un pago y una solicitud de entrega de forma automática cuando un producto pasa de un proveedor a su cliente. También está diseñada para recoger información de envíos de los proveedores de logística de terceros. Tiene también como objetivo reducir el número de comunicaciones entre socios y está estrechamente vinculada a la herramienta de adquisición directa, lo cual busca evitar automáticamente las órdenes de compra (Lefebvre, Cassivi, Lefebvre, Léger, & Hadaya, 2003).

Teniendo en cuenta las herramientas anteriormente expuestas, es común encontrar la integración de las mismas para una mayor eficiencia de la cadena. En su mayoría esta integración está compuesta por herramientas desplegadas en plataformas virtuales basadas en el transporte y almacenamiento o en transporte e inventarios de la cadena de suministro, como es el caso de la plataforma española integral de servicios tecnológicos PSE-Globalog. Esta plataforma es una de las más completas a nivel mundial, sin embargo no logra integrar los tres grandes componentes de la colaboración electrónica en la ejecución de cadenas de suministro presentados anteriormente (PSE-Globalog, 2011).

2.1.9 Problemas para implementar la integración de herramientas de colaboración electrónica basados en la ejecución de cadenas de suministro

Se ha encontrado que uno de los problemas más significativos para implementar la integración de las herramientas de colaboración electrónica basados en la ejecución de cadenas de suministro radica en la involucración de todos los eslabones de la cadena, ya que para que dichas herramientas funcionen se necesita información de todos los eslabones de la cadena en tiempo real (E. Lefebvre, L. Cassivi, L. A. Lefebvre, & P.-M. Léger, 2003).

Otros de los problemas para dicha integración se basan en la complejidad del producto, en el volumen del producto y frecuencia de transacción, en la confianza y en el entorno cultural que rodea la cadena de suministro (Chong et al., 2009).

2.1.10 Plataformas de Sistemas de comunidades Portuarias PCS

Según la asociación Europea de sistemas de comunidades portuarias un PCS se caracteriza por ser una plataforma electrónica neutral y abierta que permite el intercambio inteligente y seguro de información entre los agentes públicos y privados con el fin de mejorar la eficiencia y competitividad de las comunidades de puertos y aeropuertos. Este optimiza, gestiona y automatiza puertos y procesos logísticos a través de una sola presentación de datos y mediante la conexión de las cadenas de transporte y logística (EPCSA, 2015).

A continuación se presenta una tabla con los diferentes sistemas exitosos de comunidades portuarias implementados alrededor del mundo hasta la fecha.

Puerto	Sistema de Información	Operaciones Marítimas	Operaciones Terrestres	Transacciones Financieras	Cargas Peligrosas	Tipo de SI implementado	TI aplicada	SI integrados	Mensaje
---------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------	--------------------------------	--------------------	----------------------	----------------

Puerto	Sistema de Información	Operaciones Marítimas	Operaciones Terrestres	Transacciones Financieras	Cargas Peligrosas	Tipo de SI implementado	TI aplicada	SI integrados	Mensaje
Hamburg	Dakosy	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S.C.; Biometría Digital; Container Scan.	ZAPP; SEEDOS; TALDOS; SHIP ACTION.	EDIFACT XML
Lê Havre	ADEMAR	x	x		x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.	SOFI	EDIFACT XML
Rotterdam	INTIS	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S. C.; Biometría Digital; Container Scan.	RODOS; SAGITTA; COCASYS.	EDIFACT XML
Antwerp	SEAGHA	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S.C.; Biometría Digital; Container Scan.	APICS	EDIFACT XML
Yokohama	SEA	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S.C.; Biometría Digital; Container Scan.		EDIFACT XML
Singapur	TRADENET	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S.C.; Biometría Digital; Container Scan.		EDIFACT XML
Bremen	BHT	x	x		x	EDI	R.F.O. – L.O.		EDIFACT XML
Corea	KL-NET	x	x	x	x	EDI	R.F.O. – L.O.; Red Wireless	Port-MIS; EIPOS; ATOMOS; YESFULL KOSIS.	EDIFACT XML

Puerto	Sistema de Información	Operaciones Marítimas	Operaciones Terrestres	Transacciones Financieras	Cargas Peligrosas	Tipo de SI implementado	TI aplicada	SI integrados	Mensaje
España/ Barcelona	PORTIC		x	x	x	WEB-EDI	R.F.O. – L.O.	SAP	EDIFACT
Portugal	MARNET	x	x			WEB-EDI	Cableado por red		EDIFACT XML
EUA	DTEDI	x	x	x	x	EDI/WEB-EDI	R.F.O. – L.O.; S.C.; Biometria Digital; Container Scan.		EDIFACT XML

Tabla 2 Sistemas de comunidades portuarias alrededor del mundo.

Fuente: Adaptado de Kurosawa, (2012)

2.1.11 Herramientas para la diagramación de procesos y simulación basada en eventos discretos para representar el impacto de un PCS

Para la diagramación de procesos existen diferentes herramientas para representar dichos procesos, como es el caso de BPR (Business Process Reengineering), ERP (Enterprise Resource Planning) o EPC (Event-Driven Process Chains) (Mendling, Neumann, & Nüttgens, 2005; Wamba & Boeck, 2008). Los diagramas EPC son una de las herramientas más comunes y más utilizadas, esto es debido a su gran adaptabilidad y su facilidad en proporcionar sinergias entre procesos de diferentes empresas, lo que produce un flujo limpio y constante ideal para la representación de cadenas de suministros (Schmidt & Wienberg, 2001; Trienekens & Hvolby, 2001).

En la literatura encontramos muy poco sobre métodos para la medición del impacto de las plataformas de comunidades portuarias. Algunos estudios dicen que la mejor manera para ilustrar esto es el uso de simulación basada en eventos discretos (Aydogdu & Aksoy, 2015). Sin embargo, estos estudios presentan una carencia de datos reales y están sesgados en solo un tipo de carga (contenedores), por lo que nuestro aporte es significativo para la comunidad, ya que nos basamos en datos reales aportados por uno de los puertos más importante de la región, el cual es un puerto multipropósito, por lo que podemos representar

diferentes tipos de carga (para este caso en especial: carga suelta y contenerizada). Debido a esto, logramos representar de manera adecuada todas las operaciones de comercio exterior, utilizando datos históricos (tiempos y cantidades) de aproximadamente 18 meses atrás.

2.2 ESTADO DEL ARTE

2.2.1 Método de consecución de literatura

Como primera medida se planteó un sistema inicial de búsqueda fundamentado en la colaboración en cadenas de suministro, lo cual dio paso a un mar de posibilidades. Debido a esto fue necesario enfocar la búsqueda en variables basada en tipos y formas de colaboración. A su vez se tomaron en cuenta criterios como la asociación de la búsqueda a situación del departamento del Atlántico y sus características.

Los tipos de colaboración representados son:

- Horizontal
- Vertical
- Lateral

Tipo de Paper o Artículo

- Teórico
- Caso de Estudio

Tipo de Caso de Estudio o Sector

- Estos varían según cada sector.

A su vez se especificaron seis grandes factores: Almacenamiento, Transporte, Inventarios, Compras, IT, y Formas de Distribución. A los factores de Almacenamiento, Transporte,

Inventarios y Compras fue necesario incorporar unas subcategorías para poder caracterizar mejor la investigación.

Almacenamiento

- Compartir Capacidad
- Rediseño de Sistemas (Tecnología e Infraestructura)

Transporte

- Compartir Capacidad (Transporte Nacional)
- Compartir Capacidad (Transporte Internacional)
- IT
- Escolta/Seguridad
- Manejo de Materiales
- Cargue y Descargue
- Unitarización, Empaque y Embalaje

Inventarios

- Centralización

Compras

- Centralización

Se revisaron aproximadamente 160 artículos, entre los cuales se incluye artículos de revistas de opinión, artículos científicos, artículos de conferencias, entre otros. De todos estos, se seleccionaron y aprobaron 124 artículos como muestra representativa y contundente para la revisión del estado del arte. El criterio de aprobación fue la contundencia en los hallazgos, los aportes científicos y la relevancia en relación a similitud con el entorno colombiano.

La caracterización de esta revisión se encuentra a continuación en la siguiente tabla.

No.	Año	Autor/es	Tipo de Colaboración	Tipo de Paper	Tipo de Caso / Sector	Almacenamiento		Transporte						Inventarios	Compras	Activos, Tecnología, Información	Distinción	
						Compartir Capacidad	Rediseño de sistema	Compartir Capacidad (Transporte nacional)	Compartir Capacidad (Transporte Internacional)	IT	Servicios relativos a la carga				Centralización			Centralización
							Tecnología e Infraestructura				Escolta/ Seguridad	Manejo de Materiales	Cargue y descargue	Unitarización, Empaque y Embalaje				
1	2001	Laura Horvath	Vertical	Teórico						1							E-business/ Información	
2	2011	Per Hilletoth	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero / Industrial									1	1		Socialización de Demanda/ EDI	
3	2012	Dobrzykowski, Hong, Park	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Variado											1	Capacidad de Adquisición	
4	2006	Kampstra, Ashayeri, Gattorna	Vertical	Teórico												1	Capacidad de Adquisición	
5	2003	B.S. Sahay	Vertical	Teórico												1	EDI	
6	2009	Arif Khan K, B. Bakkappa, Bhimaraya A. Metri, B.S. Sahay	Vertical / Interna	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero/ Industrial/ Clúster					1						1	Transparencia de Información	
7	2002	Ashish Agarwal, Ravi Shankar	Vertical	Teórico						1						1	EDI	
8	2008	Alan Blankley	Vertical / Interna	Teórico												1	Capacidad	
9	2010	Frank Wiengarten, Paul Humphreys, Guangming Cao, Brian Fynes, Alan McKittrick	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Industria Automotriz											1	EDI	

10	2006	Bharat Maheshwari, Vinod Kumar, Uma Kumar	Vertical	Teórico														Compartir conocimiento
11	2013	Sufian Qrunfleh, Monideepa Tarafdar	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero / Industrial					1					1	1		Compartir conocimiento
12	2004	Mark Barratt	Vertical	Teórico											1	1		EDI
13	2010	Vasco Sanchez-Rodrigues, Andrew Potter, Mohamed M. Naim	Vertical / Interna	Teórico						1								
14	2014	Julia Connell, Anton Kriz, Michael Thorpe	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Clúster Industrial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EDI, infraestructura y coordinación de recursos
15	2014	Julia Connell, Anton Kriz, Michael Thorpe	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Clúster Industrial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EDI, infraestructura y coordinación de recursos
16	2014	Julia Connell, Anton Kriz, Michael Thorpe	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Clúster HR, Educación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EDI, infraestructura y coordinación de recursos
17	2014	Julia Connell, Anton Kriz, Michael Thorpe	Lateral	Caso de Estudio	Clúster IT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EDI, infraestructura y coordinación de recursos
18	2000	Miryam Barad, Tzvi Raz	Vertical / Interna	Caso de Estudio-Teórico	Software/ HT												1	EDI
19	2004	James H. Foggin, John T. Mentzer, Carol L. Monroe,	Vertical	Teórico						1					1	1	1	EDI
20	2012	Pradip Kumar Bala	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Cadenas Comerciales										1		1	VMI
21	2003	Andreas Otto, Herbert Kotzab	Vertical	Teórico													1	Métricas
22	2002	Togar M. Simatupang, R. Sridhara n,	Vertical	Teórico		1	1	1	1	1					1		1	EDI/ VMI/ CPFR
23	2005	Matthias Holweg,	Vertical	Teórico						1					1		1	ECR/ VMI/

		Stephen Disney, Jan Holmström and Johanna Smâros															CPFR/ CR	
24	2004	Vicky Manthou, Maro Vlachopoulou, Dimitris Folinas	Vertical	Teórico												1	Herramientas electrónicas	
25	2003	Oscar Rubiano Ovallea, Adolfo Crespo Marquez	Vertical	Teórico									1			1	Herramientas electrónicas	
26	2002	Tim McLaren, Milena Head, Yufei Yuan	Vertical	Teórico												1	EDI	
27	2000	Akintola Akintoye, George McIntosh, Eamon Fitzgerald	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Construcción		1								1	1	1	EDI/ VMI/ CPFR
28	2007	Judith M. Whipple, Dawn Russell,	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero/ Comercial										1	1	1	EDI/ VMI/ CPFR/ Por eventos
29	2010	Mei Cao, Qingyu Zhangb	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero		1								1	1	1	Recursos, Herramientas, Conocimiento, Información
30	2012	Chan, F. T. S., & Prakash, A.	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero										1			Simulación
31	2006	Ann Vereecke, Steve Muylle,	Vertical	Caso de Estudio	Industrial		1	1	1						1	1	1	
32	2003	Adolfo Crespo Marquez, Carmine Bianchi, Jatinder N.D. Gupta	Vertical	Teórico											1		1	Herramientas electrónicas
33	2003	Élisabeth Lefebvre, Luc Cassivi, Louis A. Lefebvre, Pierre-Majorique Léger	Vertical	Teórico	Telecomunicaciones												1	Herramientas electrónicas
34	2003	Élisabeth Lefebvre, Luc Cassivi, Louis A. Lefebvre, Pierre-Majorique Léger	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Telecomunicaciones												1	Herramientas electrónicas
35	2007	Walter Rodriguez,	Vertical	Teórico											1		1	Herramientas

		Janusz Zalewski and Elias Kirche																electrónicas			
36	2008	Togar M. Simatupang, Ramaswami Sridharan	Vertical	Teórico														1	Herramientas electrónicas		
37	2004	Togar M. Simatupang, Ramaswami Sridharan	Vertical	Teórico														1	Herramientas electrónicas		
38	2004	Togar M. Simatupang, Alan C. Wright, Ramaswami Sridharan	Vertical	Teórico										1	1				Métricas		
39	2005	Togar M. Simatupang, Ramaswami Sridharan	Lateral	Teórico														1	Herramientas electrónicas - No electrónicas		
40	2007	Eleftherios Kioses, Katerina Pramadari, Georgios Doukidis, Cleopatra Bardaki	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Minoristas alimentos													1	Herramientas electrónicas		
41	2008	YANG Tian-jian	Vertical	Caso de Estudio-Teórico						1								1	1	Simulación/ Herramientas electrónicas	
42	2004	Togar M. Simatupang and Ramaswami Sridharan	Vertical	Teórico														1	1	Métricas	
43	2000	Chian-Hsueng Chao , Ahmad Hadavi, and Raymond J. Krizek	Vertical	Teórico															1	E-business/ Herramientas electrónicas	
44	2009	YANG Tian-jian	Vertical	Caso de Estudio-Teórico															1	Simulación/ Herramientas electrónicas	
45	2004	Luc Cassivi, Élisabeth Lefebvre, Louis A. Lefebvre, Pierre-Majorique Léger	Lateral	Teórico		1	1											1	1	1	Herramientas electrónicas
46	2013	Frank Wiengarten, Paul Humphreys, Alan McKittrick, Brian Fynes -	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Automotriz														1	E-business	
47	2006	Luc Cassivi,	Lateral	Teórico														1	1	Herramientas	

		Chen ,Aaron D. Arndt,R. Glenn Richey,																	
59	2009	Prakash J. Singh, Damien Power	Vertical	Caso de Estudio- Teórico	Manufacturero										1		1	Herramientas	
60	2003	Luc Cassivi, Élisabeth Lefebvre, Louis A. Lefebvre, Pierre- Majorique Léger	Vertical	Teórico													1	Herramientas electrónicos	
61	2012	Bahinipati, B. K., & Deshmukh, S. G	Vertical	Teórico													1	1	Herramientas electrónicas
62	2012	Chan, F. T. S., & Prakash, A.	Lateral	Teórico													1		Simulación
63	2012	Che, Z. H., & Chiang, T.	Vertical	Teórico													1		Simulación
64	2011	Dror, M., & Hartman, B. C.	Vertical	Teórico													1		Métricas
65	2004	Fu, Y., & Piplani, R.	Vertical	Teórico													1		Simulación
66	2014	Hudnurkar, M., Jakhar, S., & Rathod, U.	Vertical	Teórico														1	Herramientas
67	1995	Kalwani, M. U., & Narayandas, N.	Vertical	Teórico															
68	1995	Lee, H. L., & Billington, C.	Vertical/ Interna	Caso de Estudio- Teórico	Telecomunicaciones HP												1		Herramientas
69	2012	Li, J., & Chan, F. T. S	Vertical/ Interna	Teórico											1			1	Herramientas
70	2013	Ramanathan, U.	Vertical	Caso de Estudio- Teórico	Manufacturero													1	EDI/ Herramientas
71	2013	Ramanathan, U.	Vertical	Caso de Estudio- Teórico	Embalaje													1	EDI - Herramientas

72	2014	Ramanathan, U., Bentley, Y., & Pang, G.	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Variado											1	Colaboración medioambiental
73	2008	Selim, H., Araz, C., & Ozkarahan, I.	Vertical/Interna	Teórico						1						1	Simulación
74	2008	Shen, W., Hao, Q., & Li, W.	Vertical	Teórico												1	Herramientas
75	2010	Wadhwa, S., Mishra, M., Chan, F. T. S., & Ducq, Y.	Vertical	Teórico												1	Recursos, Herramientas, Conocimiento, Información
76	2014	Wu, I., Chuang, C., & Hsu, C.	Vertical	Teórico												1	Información
77	2008	Wu, Y. N., & Edwin Cheng, T. C.	Vertical	Teórico						1			1			1	Información
78	2007	Zhou, H., & Benton Jr., W. C.	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero											1	Información/Herramientas
79	2009	Bikram K. Bahinipati, Arun Kanda, S. G. Deshmukh	Horizontal	Teórico													
80	2012	Julia Connell Ranjit Voola	Lateral	Caso de Estudio-Teórico	Clúster											1	Conocimiento
81	2006	Chwen Sheu HsiuJu Rebecca Yen Bongsug Chae	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Variado											1	Herramientas
82	2006	Danny Pimentel Claro, Priscila Borin de Oliveira Claro Geoffrey Hagelaar	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Floral												Métricas
83	2006	Vaidyanathan Jayaraman, Anthony D. Rossb & Anura	Vertical	Teórico				1						1		1	Herramientas
84	2007	Stanley E. Fawcett Matthew W. McCarter	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Variado											1	Información/Herramientas
85	1998	Robert E.	Vertical	Caso de													

		Spekman Niklas Myhr		Estudio- Teórico																
86	2008	PSE-Globalog	Vertical	Caso de Estudio	Logístico												1	1	Sistema AVANT (Advanced Value Added Network for Transport)	
87	2008	PSE-Globalog	Vertical	Caso de Estudio	Alimentos fríos								1		1			1	Etiquetas RFID, sistema GPRS y GPS	
88	2008	PSE-Globalog	Vertical	Caso de Estudio	logístico													1	Manejo de contenedores vacíos - modelo matemático MLP (Mixed Integer Linear Programming)	
89	2014	Samsul Islam Tava Olsen	Lateral	Teórico	Transporte				1										Capacidad compartida/ Contenedores vacíos	
90	2007	Robert Mason Chandra Lalwani Roger Boughton	Lateral	Caso de Estudio	Transporte/ Tesco (distribuidor)	1			1										factory gate pricing (FGP)	
91	2007	Robert Mason Chandra Lalwani Roger Boughton	Vertical / Horizontal	Caso de Estudio	Transporte/ Skylark				1										Rastreó, Capacidad compartida	
92	2007	Robert Mason Chandra Lalwani Roger Boughton	Vertical/ Horizontal	Caso de Estudio	Transporte/ Pallet networks											1			Consolidación Pallets	
93	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	DAKOSY/ Port community, Hamburg	1	1		1										1	Mail box, EDIFACT, GDACS*, DGIS**, Port-EDI, Customs clearance
94	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	ADEMAR+, Port community, Le Havre	1	1		1										1	Mail box, EDIFACT, GDACS*, DGIS**, Port-EDI, Customs clearance
95	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	FCPS, Maritime Cargo, Processing, Plc, (MCP)	1	1		1						1				1	Mail box, DGIS, Inventory control, Customs clearance
96	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	INTIS, Port Community, Rotterdam	1	1		1										1	Mail box, EDIFACT, GDACS*, DGIS**, Port-EDI,

																		Customs clearance
97	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	SEAGHA, Port community, Antwerp	1	1	1	1	1							1	Mail box, EDIFACT, GDCS*, DGIS**, Port-EDI, Customs clearance
98	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	TRADENE, Maritime Community, Singapore	1	1	1	1	1							1	Mail box, GDCS*, DGIS**, Port-EDI, Customs clearance
99	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	BHT, Bremen Harbor, Telematics	1	1	1	1	1							1	Mail box, EDIFACT, GDCS*, DGIS**, Port-EDI, Customs clearance
100	2000	TAE-WOO LEE NAM-KYU PARK JOHN F. JOINT WOONG GYU KIM	Vertical/ Lateral/ Horizontal	Caso de Estudio	KL-NET, Maritime community, Korea	1	1	1	1	1							1	Mail box, Port-EDI
101	2013	Andrea C. González Cárdenas	Vertical / Horizontal	Caso de Estudio	Flor fresca cortada, Colombia				1	1			1	1			1	Consolidación
102	2011	E. de la Hoz Granadillo, T. Fontalvo Herrera, J. Morelos Gómez	Vertical	Caso de estudio/ Teórico	Textil												1	Sistemas de información
103	2007	Josep Capó-Vicedo, Manuel Expósito-Langa, Enrique Masía-Buades	Horizontal	Caso de estudio	Textil		1										1	Sistemas de información
104	2014	Cámara Empresaria de Operadores Logísticos CEDOL	Lateral	Caso de estudio	Químicos		1											Sistemas de información
105	2014	Cámara Empresaria de Operadores Logísticos CEDOL	Lateral	Caso de estudio	Alimentos					1								Sistemas de información
106	2014	Cámara Empresaria de Operadores Logísticos CEDOL	Lateral	Caso de estudio	Tecnología												1	CRM
107	2014	Cámara Empresaria de Operadores Logísticos CEDOL	Lateral	Caso de estudio	Alimentos		1										1	Infraestructura
108	2014	Cámara	Lateral	Caso de	Plásticos/	1	1											Infraestructura

		Empresaria de Operadores Logísticos CEDOL		estudio	Automotriz													
109	2009	Yahia Zare Mehrjerdi	Vertical / Lateral	Revisión de casos														
110	2004	Turkay, M., Oru, C., Fujita, K. and Asakura, T.	Lateral	Caso de estudio	Manufactura												1	Modelación matemática
111	2008	Selim, H., Araz, C. and Ozkarahan.	Vertical	Caso de estudio	Manufactura					1								Collaborative Planning
112	1997	JEFFREY H. DYER	vertical	Caso de estudio	Automotriz												1	Costos de transacción
113	2001	Mark BarrattAlexander Oliveira	Vertical	Revisión literaria	múltiples												1	CPFR
114	1996	Mauro Caputo and Valeria Mininno	Vertical/Lateral	Caso de Estudio	Alimentos					1		1	1	1				ECR
115	2004	Daniel Corsten Jan Felde	Vertical	Investigación	Múltiples												1	Modelación matemática
116	2008	Claudine A. Soosay Paul W. Hyland Mario Ferrer	Vertical/lateral	Caso de Estudio	Múltiples													Clasificación taxonómica
117	2009	R. Anbanandam, D.K. Banwet and Ravi Shankar	Vertical	Caso de estudio	Retail Textil											1	1	Modelación matemática
118	2013	Ramanathan, U.	Vertical	Caso de Estudio-Teórico	Manufacturero												1	Intercambio de información
119	2010	Anuj Prakash. S.G.Deshmukh	Horizontal	Caso de Estudio	Manufacturera					1							1	Intercambio de información
120	2013	Fernández, Juan P.	Vertical	Caso de Estudio	Alimentos					1						1	1	1
121	2011	Cadena, Angela & Pinzon, William	Horizontal / Vertical	Caso de Estudio	Minero Energético													

122	2007	Bektas, Tolga & Crainic, Teodor	Vertical	Caso de Estudio	Logístico			1	1				1				
123	2013	Montoya, Jairo & Ortiz, Diego	Vertical	Revisión Literaria	Logístico	1											
124	2005	Groothedde, Bas; Ruijgrok, Cees & Tavasszy, Lori	Vertical	Caso de Estudio	Logístico			1	1					1			

Tabla 3 Listado clasificatorio de la literatura sobre Colaboración en Cadena de Suministro

2.2.2 Taxonomía de Colaboración en Cadenas de Suministro

Para la taxonomía se tienen en cuenta varios intereses, el primero de ellos es la cuantificación de casos en la literatura de herramientas de colaboración en puertos. Este interés nace de las necesidades encontradas en el Departamento del Atlántico y la gran afinidad hacia este tema luego de su investigación.

La siguiente taxonomía espera mostrar el cruce que hay en la literatura entre los casos reales de implementación de colaboración, los factores en los que se basó la colaboración, enfatizando en IT, para finalmente incursionar en herramientas de colaboración para comunidades portuarias. También se espera demostrar un vínculo entre cada uno de las variables con los factores y así caracterizar de manera adecuada la colaboración. A continuación se presenta un cuadro con una taxonomía sobre colaboración en cadenas de suministro.

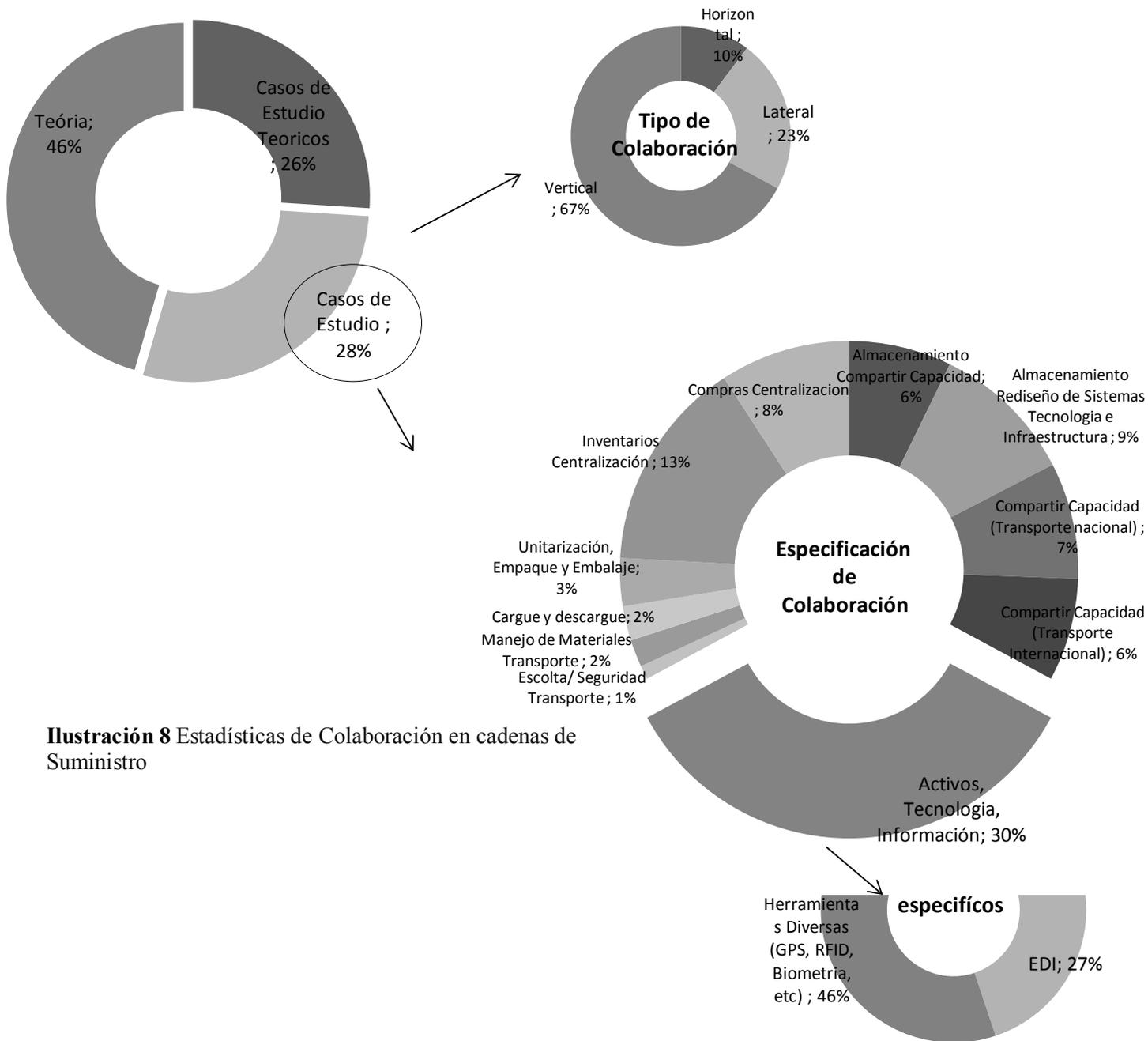


Ilustración 8 Estadísticas de Colaboración en cadenas de Suministro

En la literatura el 28% de los reportes estudiados tienen relación con casos reales y prácticos de incursión en colaboración en cadenas de suministro. Es importante destacar que estos casos involucran a todo tipo de sector industrial en su mayoría colaboración entre cadenas manufactureras e industria automotriz. Estos casos dan buenas referencias para la

investigación, sin embargo no se ajustan a las necesidades encontradas en las empresas ComEx de la región, lo que indica una gran oportunidad de investigación en este nicho.

De lo anterior también se destaca que la colaboración horizontal es infrecuente en los reportes, aproximadamente este tipo de colaboración es planteada para investigaciones en un 10%. Lo cual indica gran posibilidad de estudio e incursión en nuevas e innovadoras investigaciones. Otro de los grandes hallazgos es que la mayoría de las investigaciones son enfocadas en IT (30%), sin embargo de esas investigaciones solo el 9% de ellas está relacionada con los puertos o las comunidades portuarias y no hay investigaciones relacionadas con el Departamento del Atlántico.

Además es importante destacar que la reingeniería de procesos para la implementación de un PCS mediante diagramas EPC: NO EXISTE, no hay existencia de esto en la literatura. Además los EPC no contemplan la diferenciación de procesos automatizados, por lo que se considera importante incursionar en la investigación.

Otro de los hallazgos importantes es que en la literatura hay muy poco sobre métodos para la medición del impacto de las plataformas de comunidades portuarias, esto representa aproximadamente el 2% de los casos de estudio. Algunos estudios dicen que la mejor manera para ilustrar esto es el uso de simulación basada en eventos discretos (Aydogdu & Aksoy, 2015). Sin embargo no se ha simulado el impacto de la implementación de un PCS con datos reales (histórico).

A su vez no se ha desarrollado investigaciones en donde se consideren una reingeniería de procesos para la implementación de un PCS con la posibilidad de manejar diferentes tipos de cargas, en su gran mayoría debido al tipo de puerto en que se centra el PCS.

CAPITULO III.

Diseño y reingeniería de procesos para la implementación de plataforma tecnológica PC-DM-

En esta sección se mostrará la descripción del estado actual de las actividades de comercio exterior (Importaciones y Exportaciones). Para lo cual se propone una caracterización de los procesos a nivel macro y una caracterización a nivel micro mediante diagramas EPC. A su vez se hará la descripción detallada de la tecnología asociada a los procesos y se expondrá cada uno de los cuellos de botella presentes en la actualidad.

Seguido de eso se realizara un análisis multivariado con el fin de ilustrar las necesidades de los importadores y exportadores de la región en cuanto a la mejora de procesos asociados a cada una de estas actividades. Esto con el fin de demostrar la utilidad de la implementación de un PCS y a su vez confirmar los procesos a re-diseñar.

Se continuará con el planteamiento de uno supuestos de mejora y se explicaran los cambios realizados a las actividades mediante la ayuda de diagramas EPC modificados. Todo esto con el fin de culminar con el diseño de la administración del flujo físico, administrativo y documental de diferentes tipos de carga (carga suelta y contenedores) con posibilidades de trazabilidad y monitoreo de cargas y documentos. Y a su vez el diseño de la coordinación de los procesos globales de un terminal internacional de carga de la ciudad de Barranquilla.

3.1 Descripción del estado actual del sistema

Según estudios previos realizados bajo el marco del proyecto Clúster del Atlántico y posteriores profundizaciones se encontró que las cadenas de suministro de comercio exterior son muy particulares y se diferencian de las cadenas de suministro de manufactura o servicios generales, esto es debido a los múltiples actores que interactúan en ellas y el traslape constante entre la carga y los documentos.

El departamento del atlántico se caracteriza por tener en su mayoría actividades de importación, más que de exportación. Esto es debido en su gran mayoría al nivel de competitividad que presenta en dichas actividades, el cual se ve afectado netamente por el manejo y diseño de los procesos, el sobre consumo en tiempos, costos y trámites. Esto sin

lugar a dudas es una oportunidad de mejora para el Clúster para proyectos a futuro incrementar los niveles de exportaciones por encima de importaciones.

Los actores que interactúan en las cadenas son los siguientes:

- Generadores de Carga (Importadores o Exportadores)
- Puertos
- Agencias de Aduana
- Terminales Portuarios
- Transportistas
- Autoridades
- Operadores logísticos
- Aduanas
- Navieras

3.2 Descripción de la tecnología utilizada en la actualidad en las operaciones ComEx

A su vez, para contextualizar la situación actual, se ilustra a continuación como algunas de las actividades de los procesos de ComEx y los diferentes documentos se mueven por las cadenas mediante los siguientes sistemas de información:

Transacción	Puertos	Navieras	Transportista	Importador	Exportador	Aduanas	Autoridades
Salidas de barcos		Correo	Correo		Correo		
Llegadas de barcos	Aplicación Propietaria		Correo	Correo			Correo/Muisca
Orden de Transporte		Correo	Correo				
Declaración de Expo	Aplicación Propietaria	Correo			Correo	Muisca	
Orden del Puerto Expo	Aplicación Propietaria	Correo			Correo		
Colocación (Instrucción de la operación de Importación)	Aplicación Propietaria						
Resumen de Declaración		Correo			Correo	Muisca	

Transacción	Puertos	Navieras	Transportista	Importador	Exportador	Aduanas	Autoridades
Declaración de Impo		Correo		Correo		Muisca	
Anuncio de importación	Aplicación Propietaria	Correo		Correo		Muisca	
Pase a patios / Orden liberación	Aplicación Propietaria	Correo	Correo				
Pre anuncio de transporte	Aplicación Propietaria		Correo				
Bill of Lading		Correo			Correo		
Consignación de Datos		Correo			Correo		
Reserva / confirmación de la reserva		Correo			Correo		
Manifiesto de datos		Correo				Muisca	Correo/Muisca
Declaración de la Tarifa portuaria		Correo					Correo/Muisca
Informe de Entrada	Aplicación Propietaria	Correo					
Informe de salida	Aplicación Propietaria	Correo			Correo		
Reporte Carga- /Reporte de descarga	Aplicación Propietaria	Correo					
Reporte de daños y reparaciones	Aplicación Propietaria	Correo					
Declaración de bienes peligrosos	Aplicación Propietaria	Correo					Correo/Muisca
Plan de estiba/ Plan Bahías	Aplicación Propietaria	Correo					
Factura	Aplicación Propietaria						
Estado de Mensajes		Correo	Correo	Correo	Correo	Muisca	Correo/Muisca
Datos Estadísticos	Aplicación Propietaria						
Orden de Carga de camiones			Correo	Correo	Correo		

Transacción	Puertos	Navieras	Transportista	Importador	Exportador	Aduanas	Autoridades
Estado de la orden de camiones			Correo	Correo	Correo		

Tabla 4 Tabla de sistemas de información actuales en las cadenas del departamento del Atlántico

De la tabla anterior se destaca que para cada terminal portuario de la región existe un sistema interno diferente de información.

A continuación se presenta una tabla con los diferentes sistemas de información existentes en el país para manejar operaciones ComEx. Es importante destacar que cada uno de estos sistemas funciona de manera independiente y no hay manera de compartir información entre ellos, por lo que muchas veces se hace un esfuerzo doble en tramites lo que aumenta los tiempos. Esto se mostrará más adelante mediante la ayuda de un modelo de simulación que ilustre una cadena completa de comercio exterior.

Organismos	Sistema
DIAN	MUISCA
INSPECCIONES (Antinarcóticos, INVIMA, ICA, DIAN)	SIIS
Ministro de Comercio y turismo	VUCE
Los Puertos	Sistemas diferentes por cada puerto, para este caso Palermo = SIS Puertos
Aduanas	SYGA

Tabla 5 Sistemas o plataformas de información de los diferentes actores de las cadenas

3.3 Proceso de Importación

El proceso de importación en Colombia es un proceso complejo y requiere de muchas actividades para completar una importación. Este empieza con el envío de la mercancía en un buque de algún país alrededor del mundo. A su vez una serie de documentación se va preparando y enviando a los actores correspondientes e involucrados con la misma. Cuando

el buque llega al puerto destino en Colombia, en este caso un puerto de la ciudad de Barranquilla, la mayoría de las veces toca esperar un tiempo considerable ya que la documentación necesaria para seguir el proceso no se encuentra lista y/o entregada a su destinatario correspondiente.

Cuando estos dos flujos, tanto el de documentación como el flujo de mercancía se encuentran, se procede a descargar la mercancía en puerto. Para ello es necesario una serie de inspecciones previas y un proceso de verificación de cantidades llamado tarja. Este proceso se hace de manera manual, toma mucho tiempo y le resta seguridad a la actividad de importación.

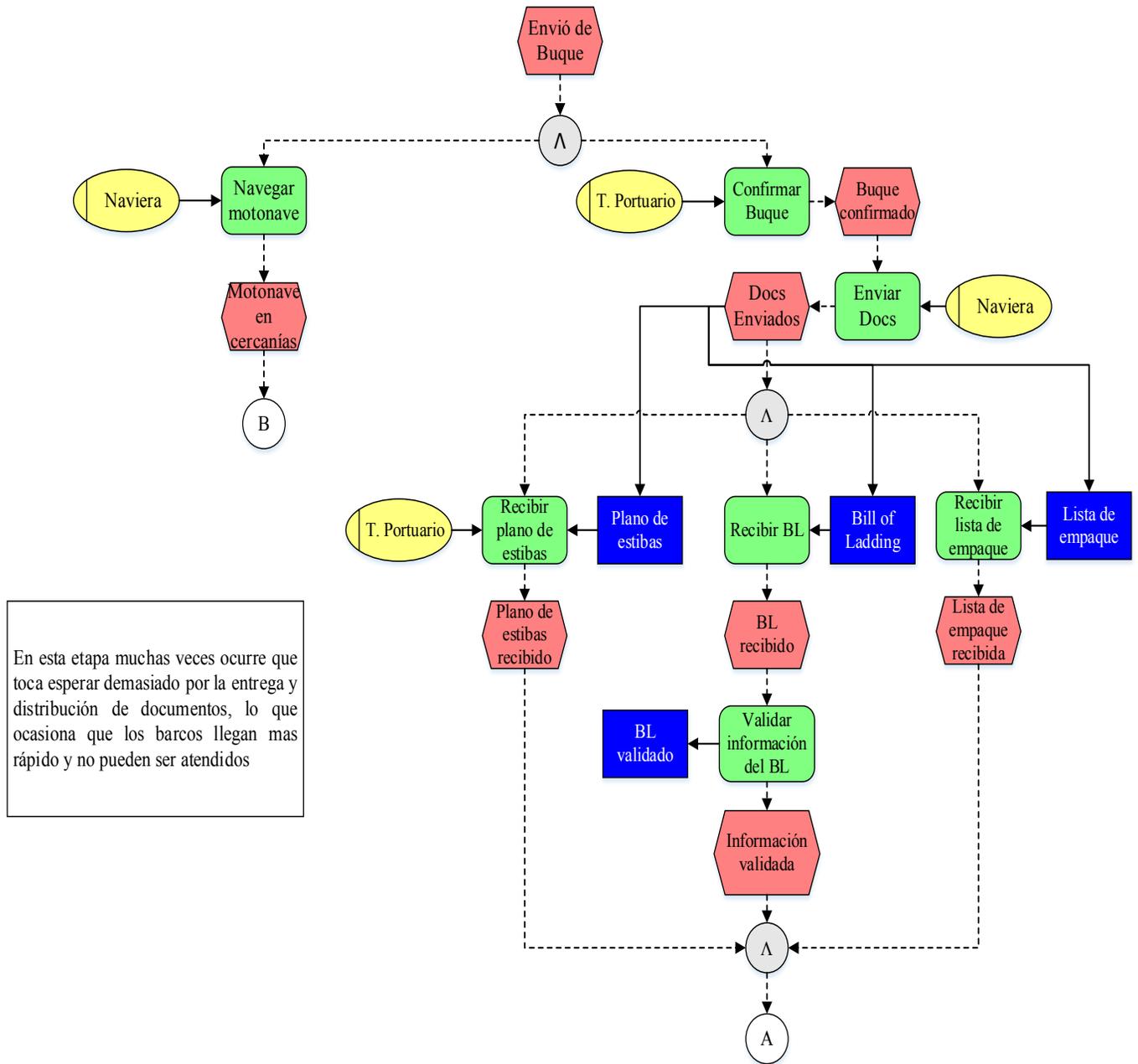
Luego de que la mercancía está en los patios del puerto se procede a dar aviso a las autoridades aduaneras para hacer la nacionalización de la misma. Proceso que debido a los diferentes documentos y sistemas asociados demora un tiempo considerable el despacho final de la mercancía.

Ya nacionalizada la mercancía se procede a su despacho, para este es indispensable llenar una documentación asociada a cada uno de los camiones que van a recoger la mercancía en puerto. Esta documentación se tiene que hacer de manera física en puerto y luego requiere unas aprobaciones de los importadores para autorizar la entrada de cada uno de los transportistas al puerto. Cuando los camiones llegan por la carga la verificación de personal y de documentación se hace manual y ocasiona innumerables filas en la entrada del puerto. Los camiones son pesados para luego ser cargados y nuevamente pesados en una báscula sin conexión con el sistema. Lo cual produce que una persona tiene que digitar manualmente la información de dicho peso en el sistema para controlar inventarios y esto ocasiona filas, pérdidas, inseguridad de la carga y altos tiempos asociados al proceso.

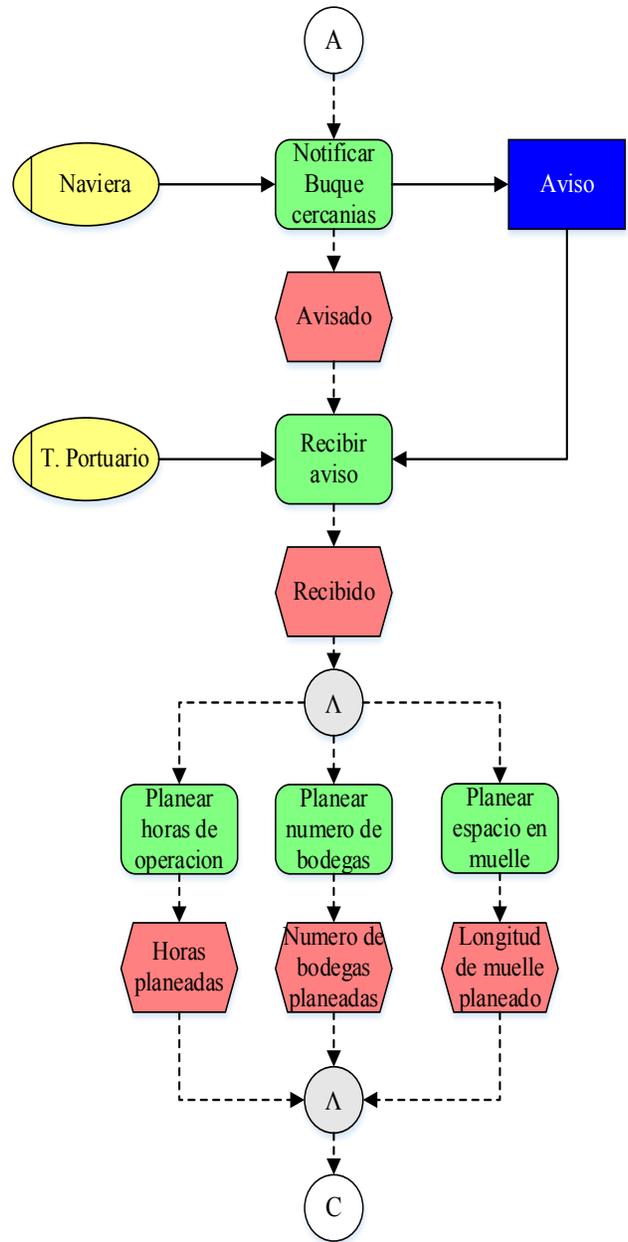
Nuevamente se procede a hacer una verificación de la información por camión a la salida del puerto, para ser despachada la mercancía al importador.

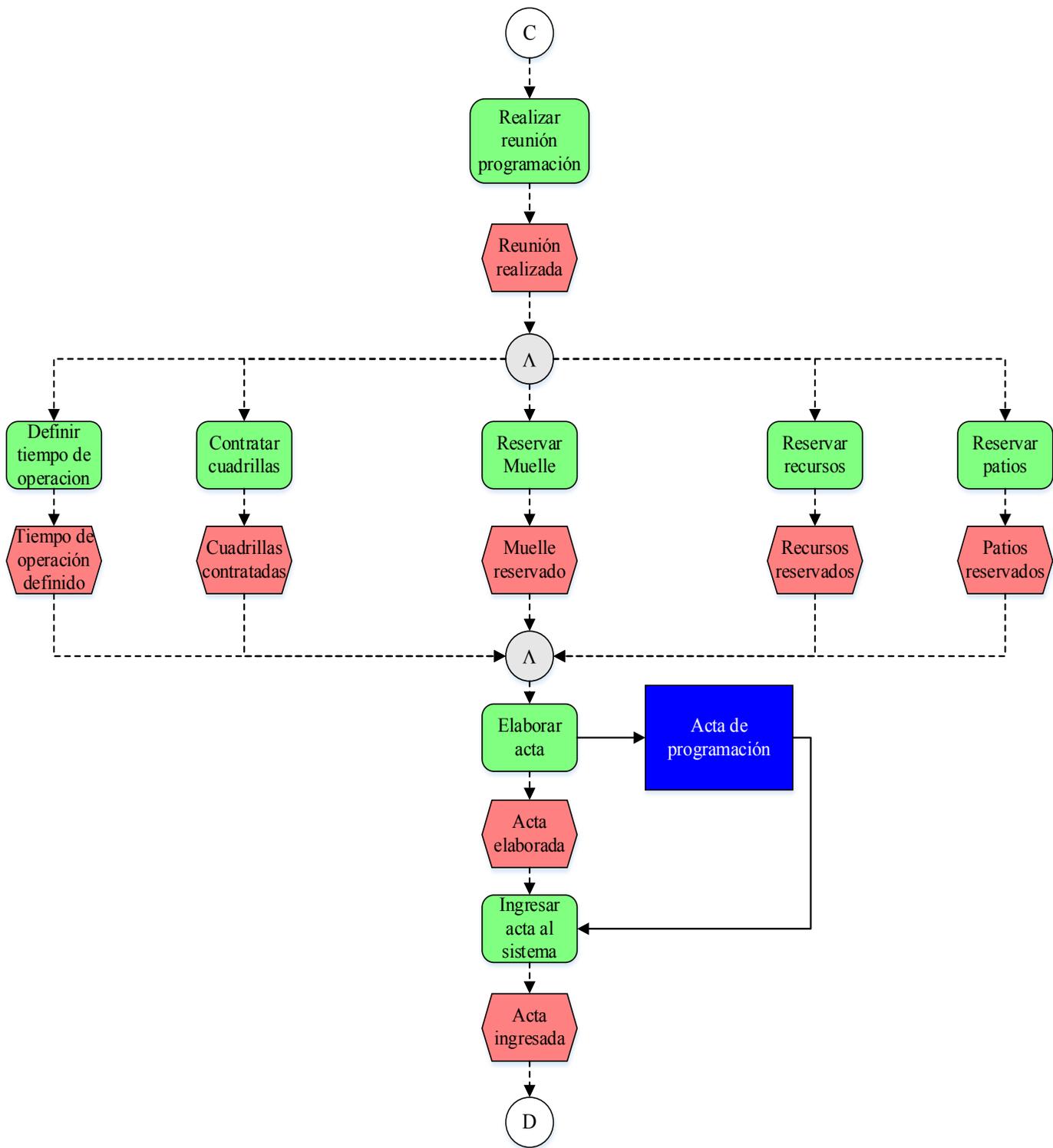
3.3.1 Diagramas EPC de la operación de Importación Estado Actual

A continuación se ilustra la representación gráfica del proceso de Importación mediante diagramas EPC, los cuales para su mejor visualización tienen convenios modificados como es el caso de la adecuación de conectores y la utilización de textos explicativos por secciones.

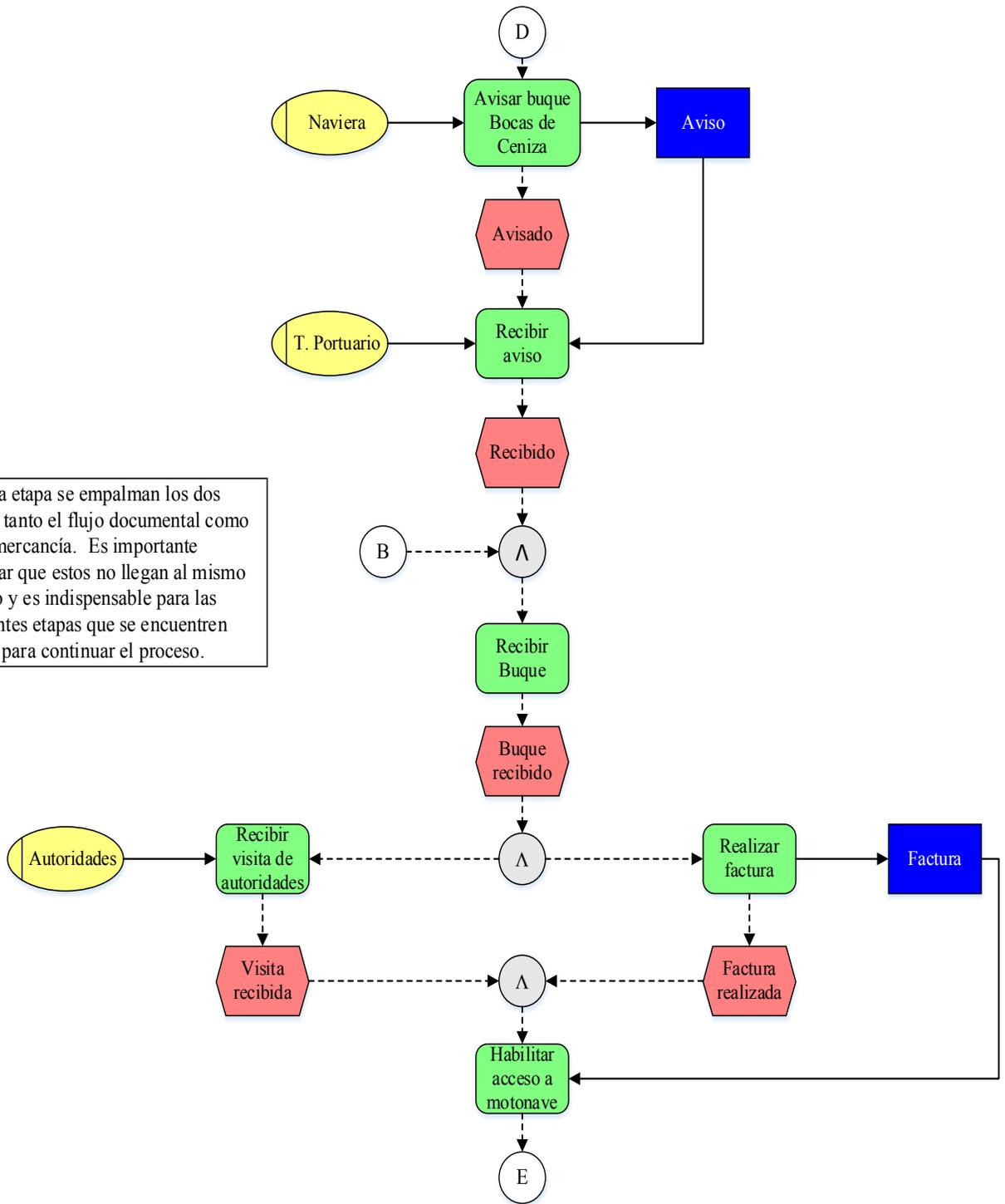


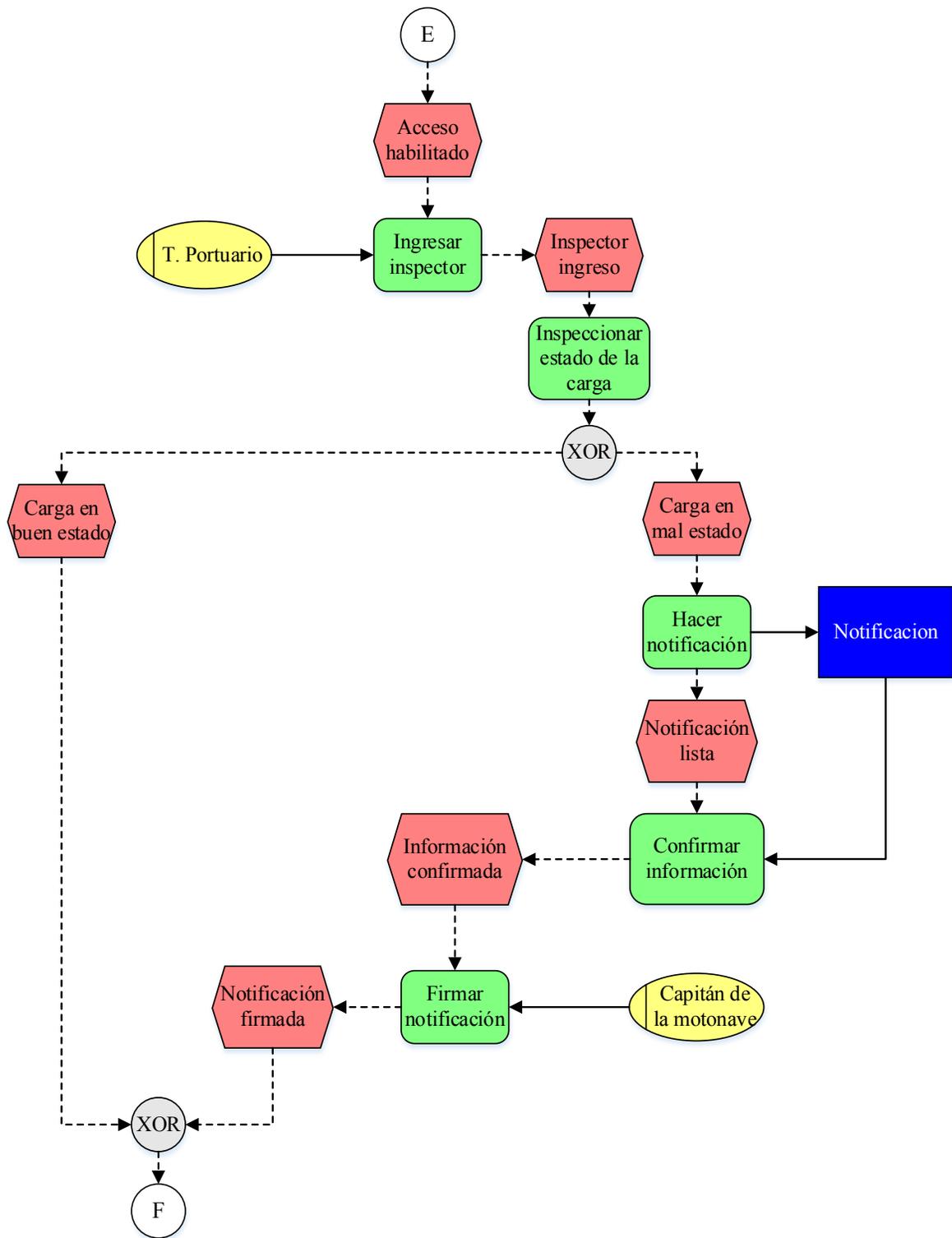
En esta etapa solo se ve el flujo de documentos y se empieza todo el proceso protocolario en puerto para poder recibir el buque.

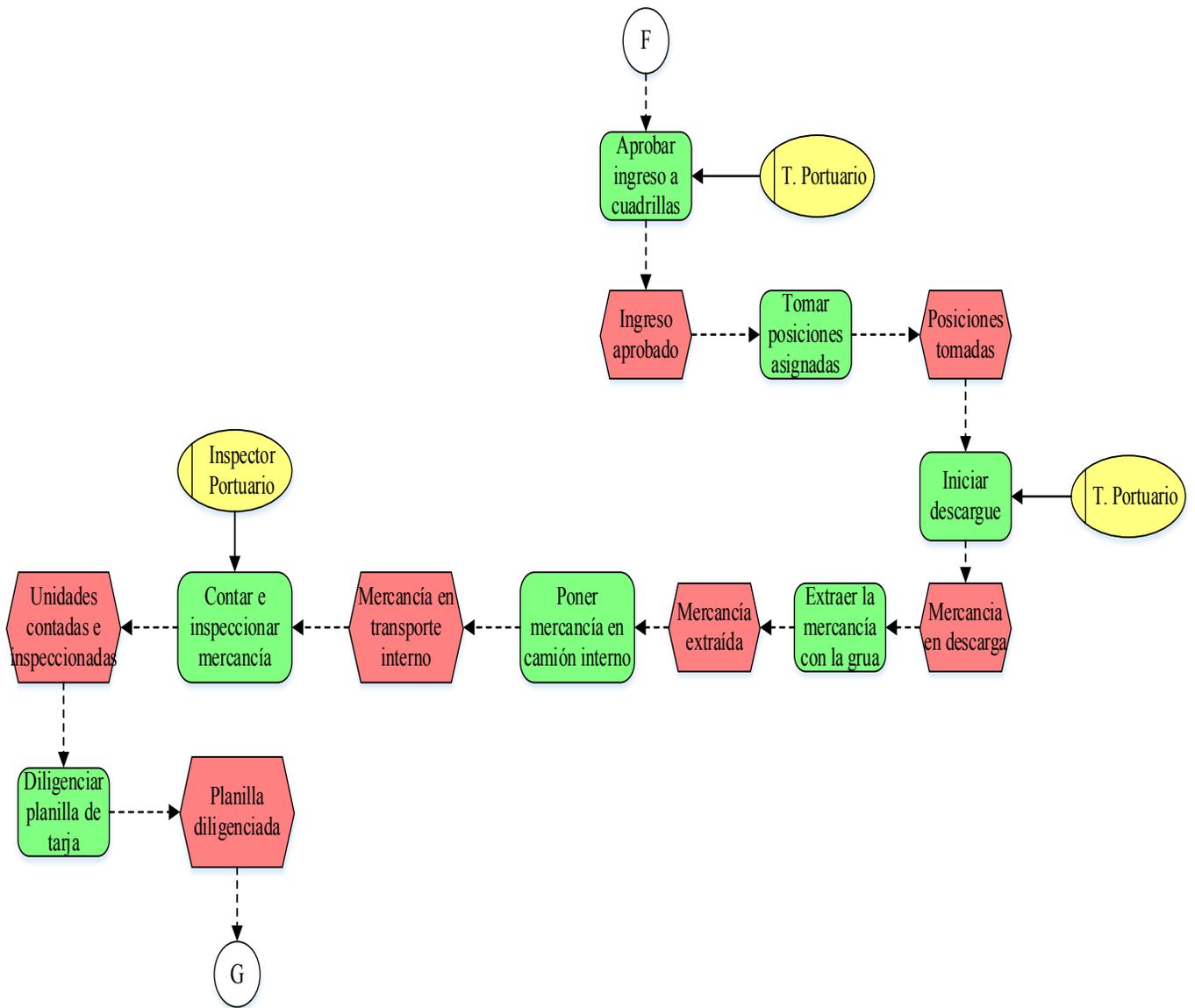


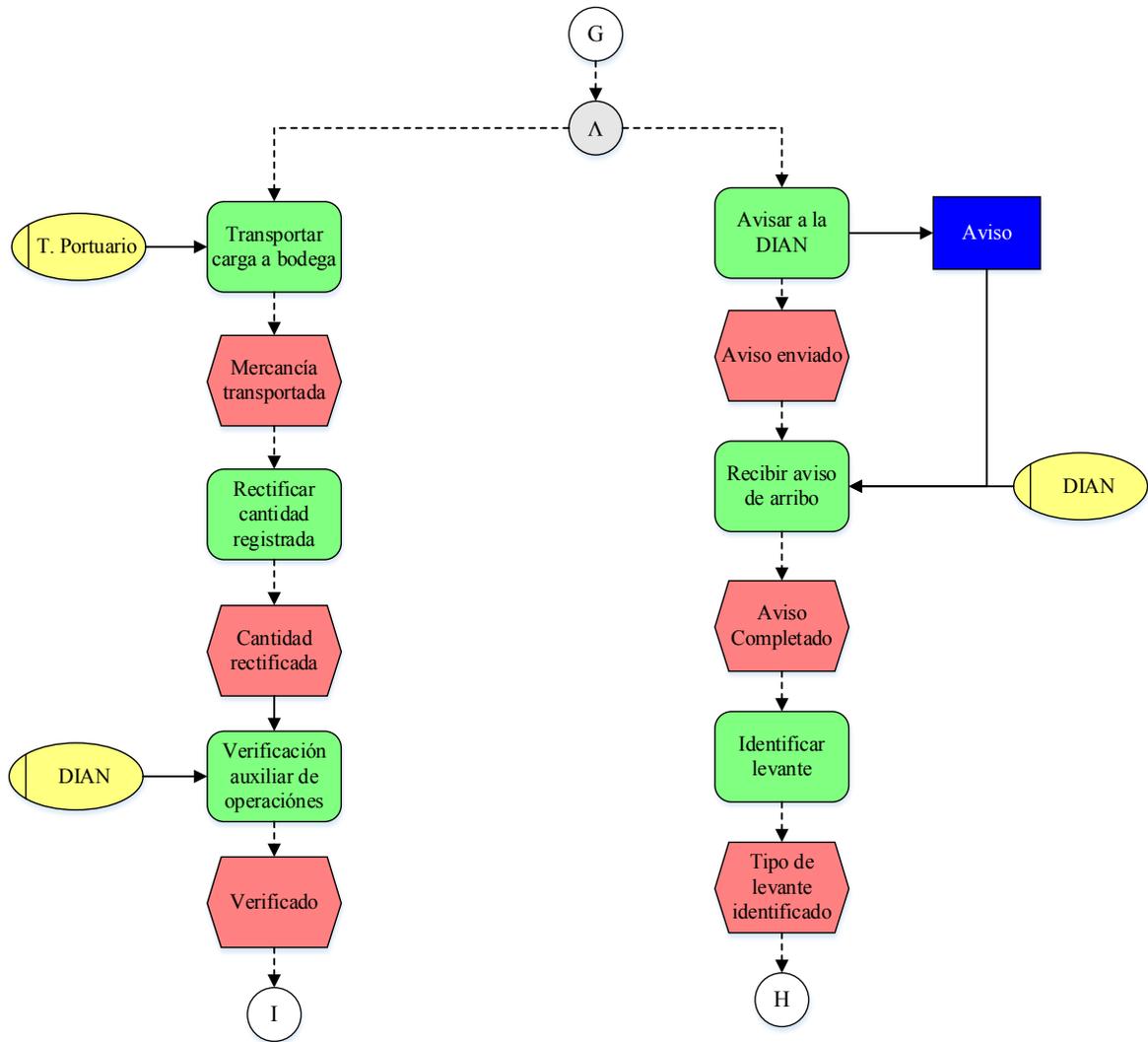


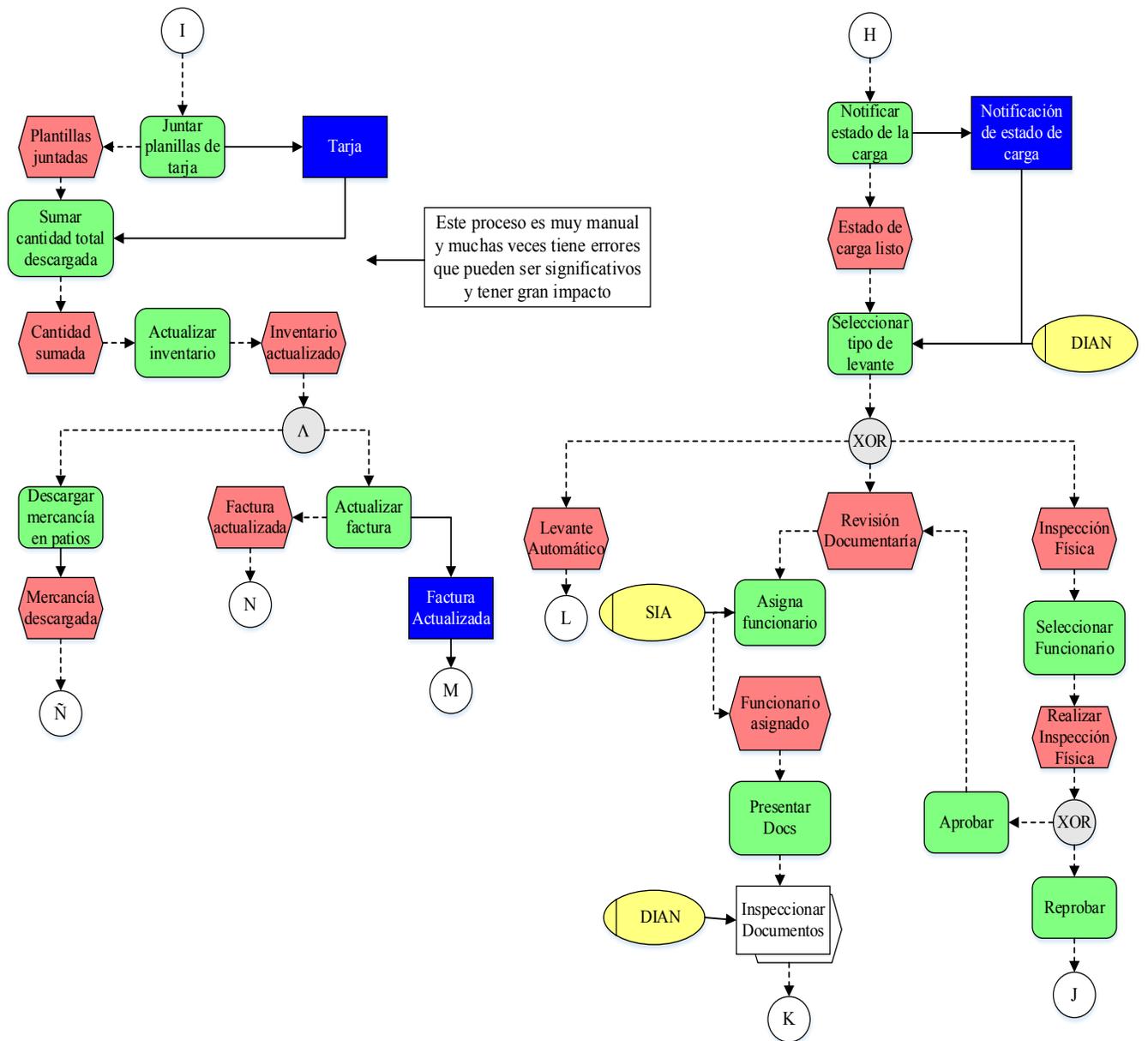
En esta etapa se empalman los dos flujos, tanto el flujo documental como el de mercancía. Es importante destacar que estos no llegan al mismo tiempo y es indispensable para las siguientes etapas que se encuentren juntos para continuar el proceso.



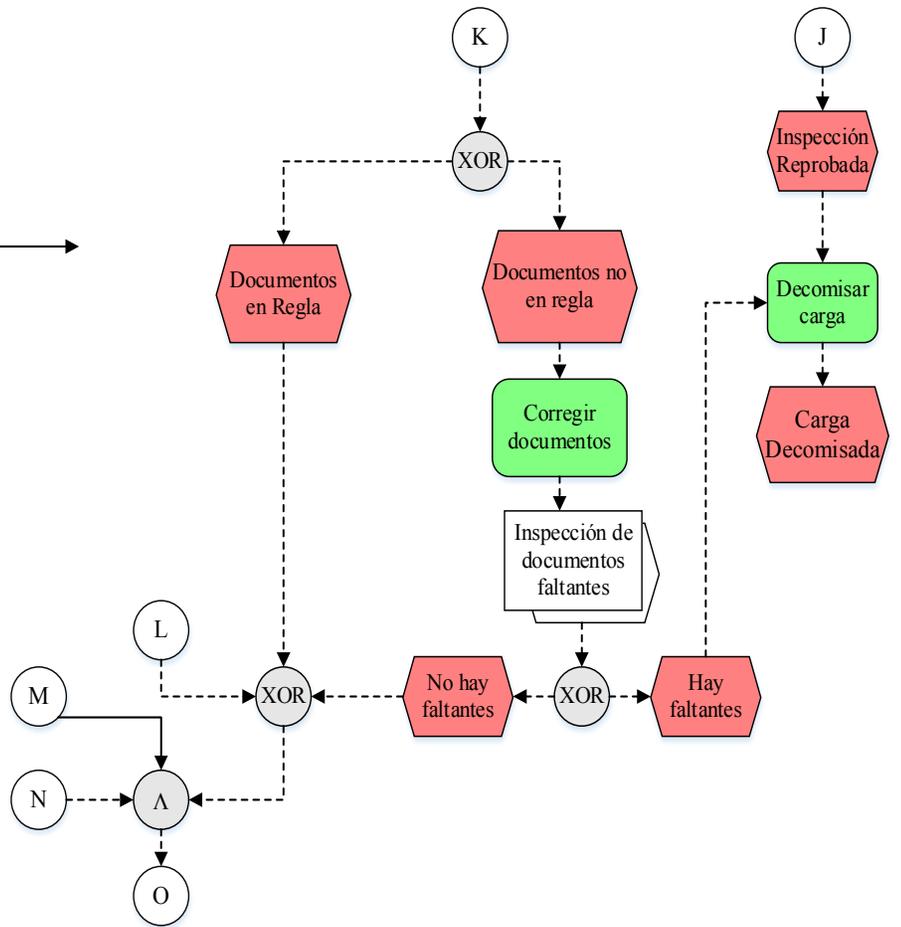


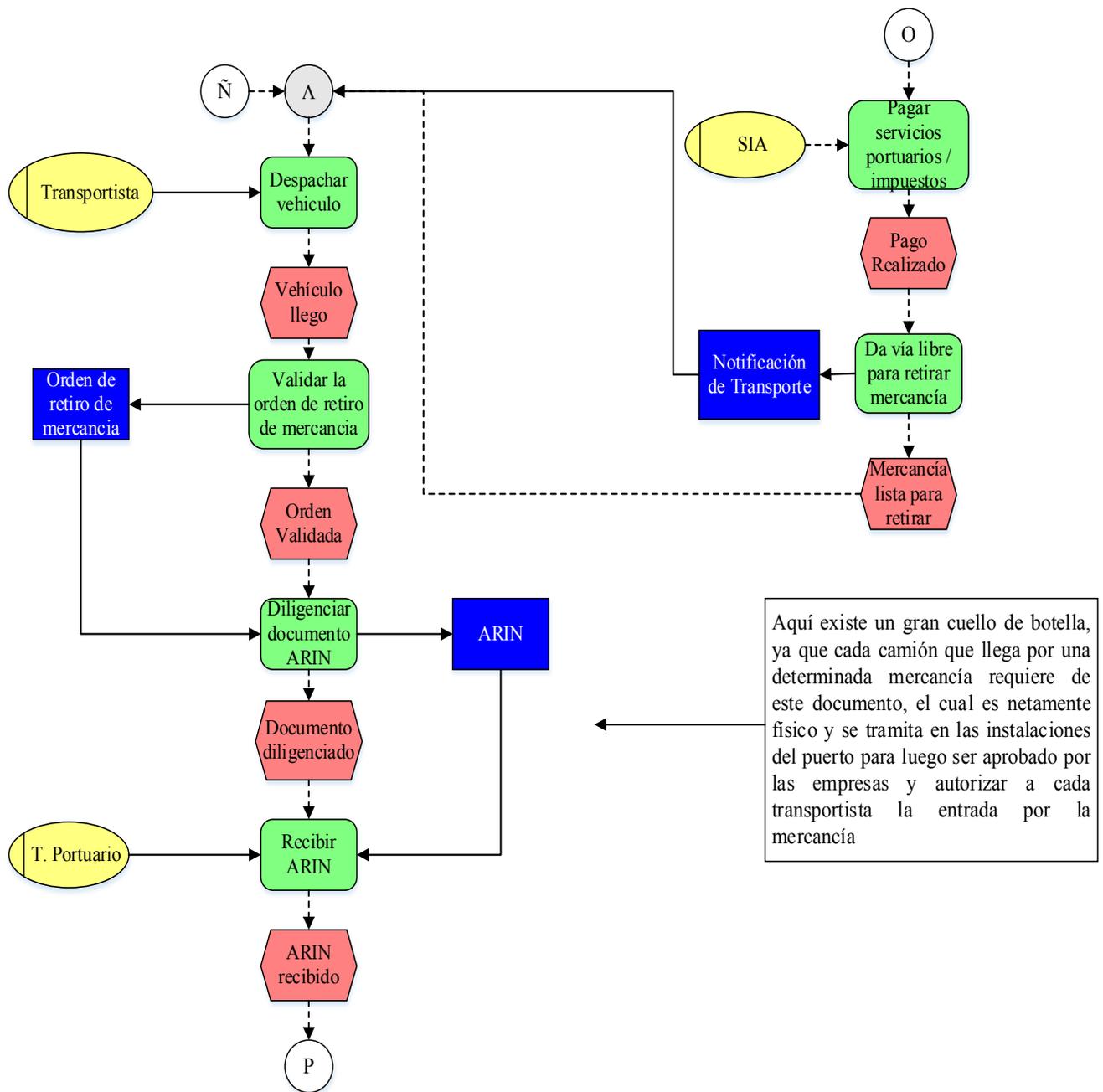


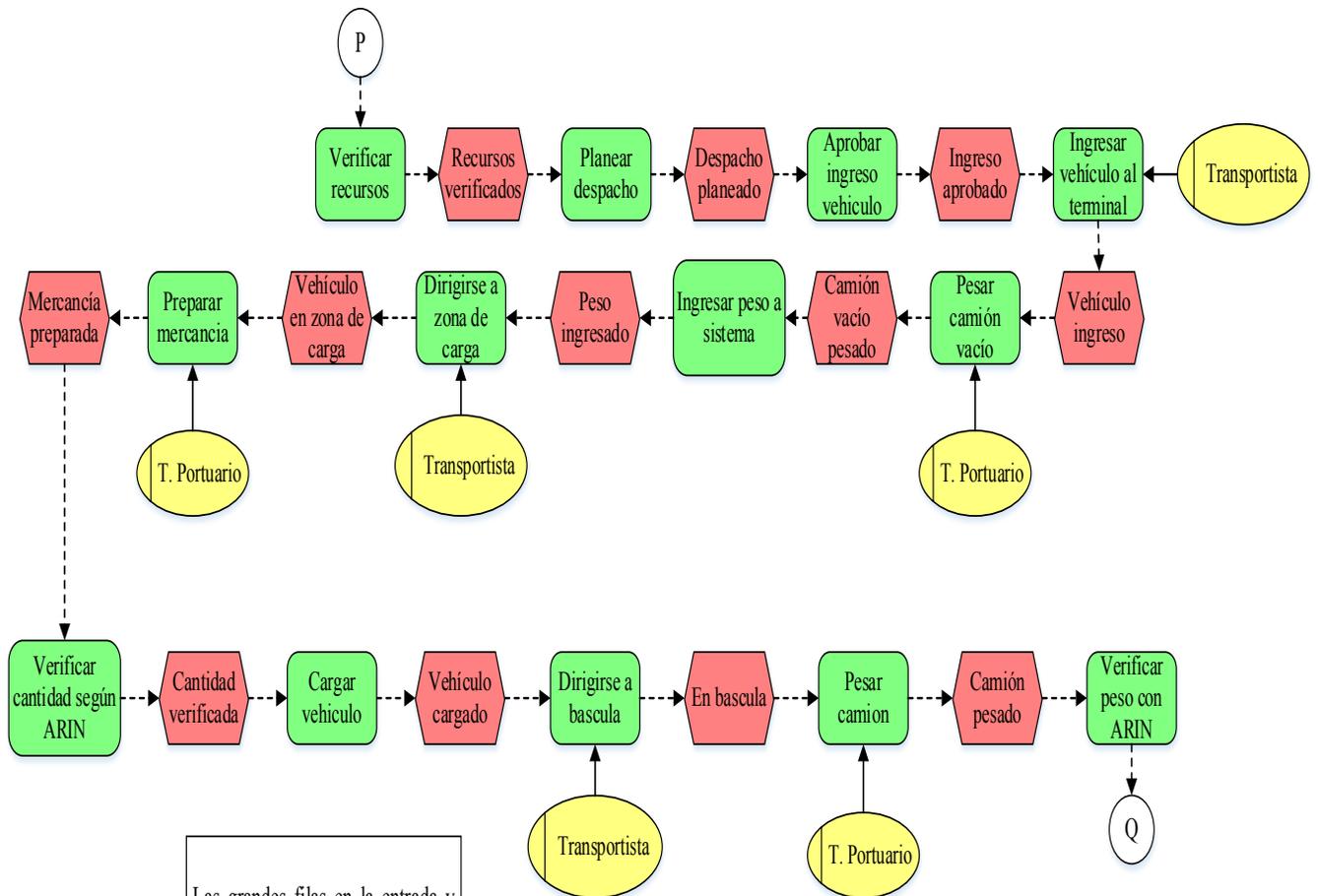




Para la documentación se requiere contar con ella previamente y muchas veces este proceso demora y no esta a tiempo, lo que atrasa el proceso







Las grandes filas en la entrada y salida del puerto por verificaciones manuales de personal y carga hacen de esta etapa otro gran cuello de botella.

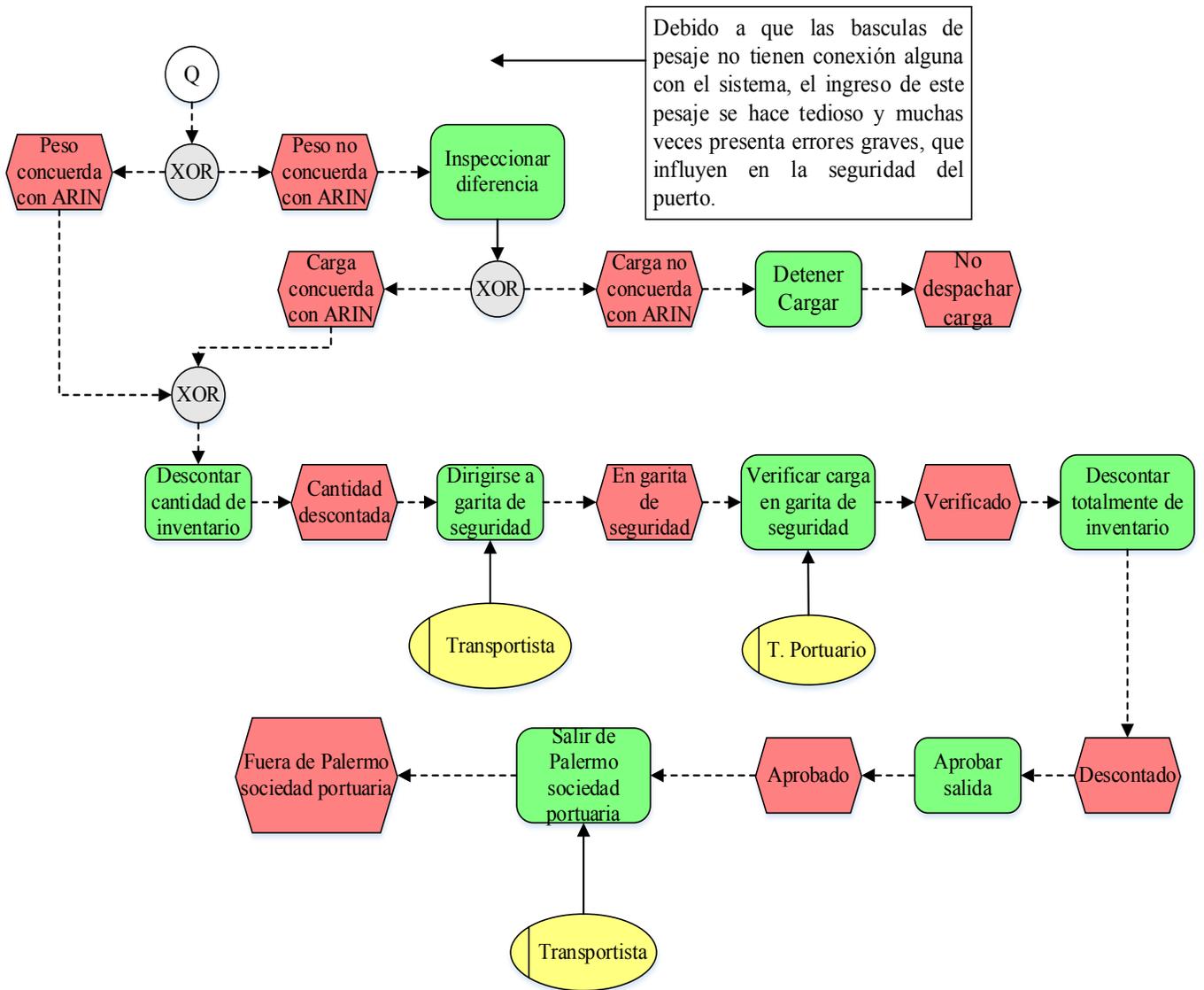


Ilustración 9 Diagrama EPC de Importación estado actual (AS-IS)

Teniendo en cuenta el diagrama anterior se plantea para una mejor visualización la representación a nivel macro las actividades de comercio exterior de la siguiente manera:

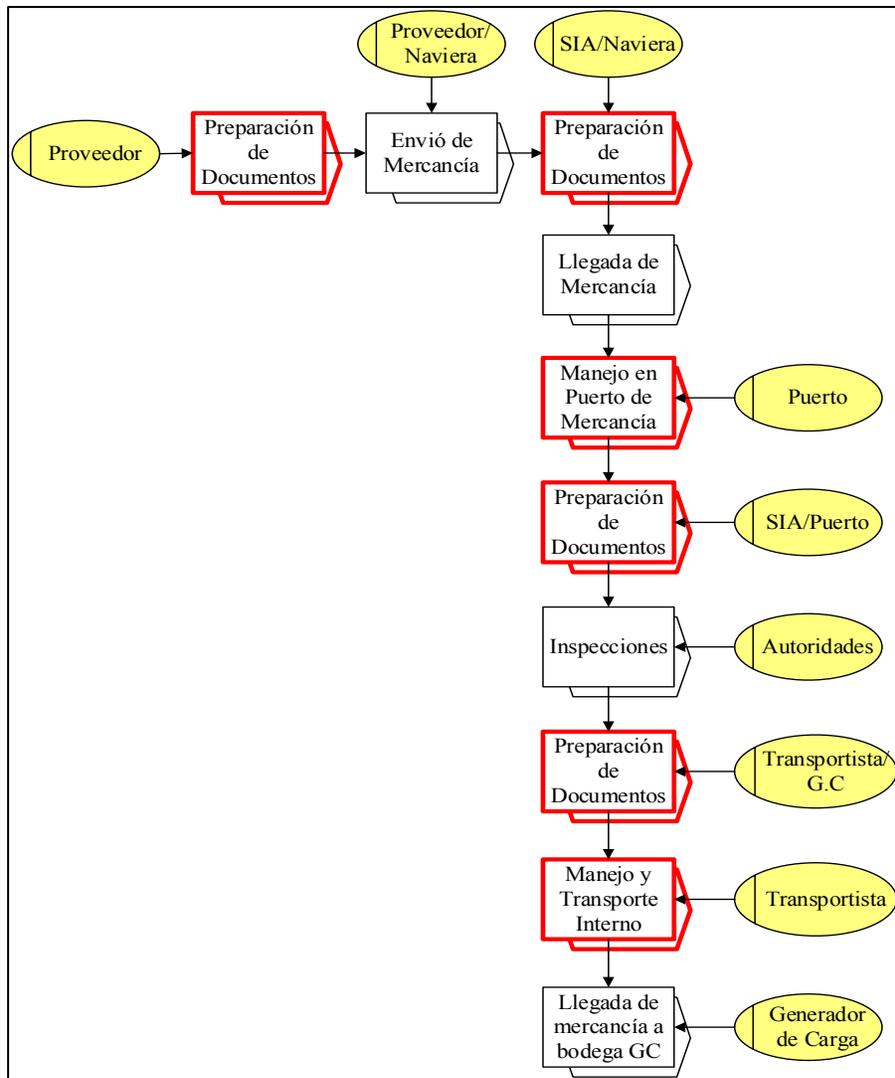


Ilustración 10 Representación macro de actividades ComEx Importación

De las ilustraciones 9 y 10 se encuentra que existen diferentes problemas en varios de los procesos asociados a las actividades de comercio exterior. Estas actividades son las que se encuentran en color rojo y son: Preparación de la Documentación, Manejo en puerto de Mercancía y Manejo y Transporte Interno de mercancía.

La Preparación de documentos se realiza de una manera muy manual y retrasa la ruta crítica del proceso, ya que sin los documentos asociados a cada actividad el flujo de mercancía no avanza.

El Manejo de Mercancía en Puerto se ve afectado en su mayoría por la carencia de tecnología, por ejemplo en la actividad de tarja. Debido a una carencia de tarja electrónica, el proceso se retrasa y se vuelve inseguro.

En el Manejo y Transporte Interno nacional de la mercancía el problema se encuentra en las múltiples verificaciones y aprobaciones de un solo documento, por falta de automatización del proceso y tecnología asociada a la verificación de personal.

3.4 Proceso de Exportación

El proceso de exportación en Colombia muy similar al proceso de importación. Este empieza con el envío de la mercancía de los exportadores Colombianos al puerto nacional, en este caso un puerto de la ciudad de Barranquilla. A su vez una serie de documentación se va preparando y enviando a los actores correspondientes e involucrados con la misma. Previamente el buque ha llegado al puerto y está a la espera de la mercancía.

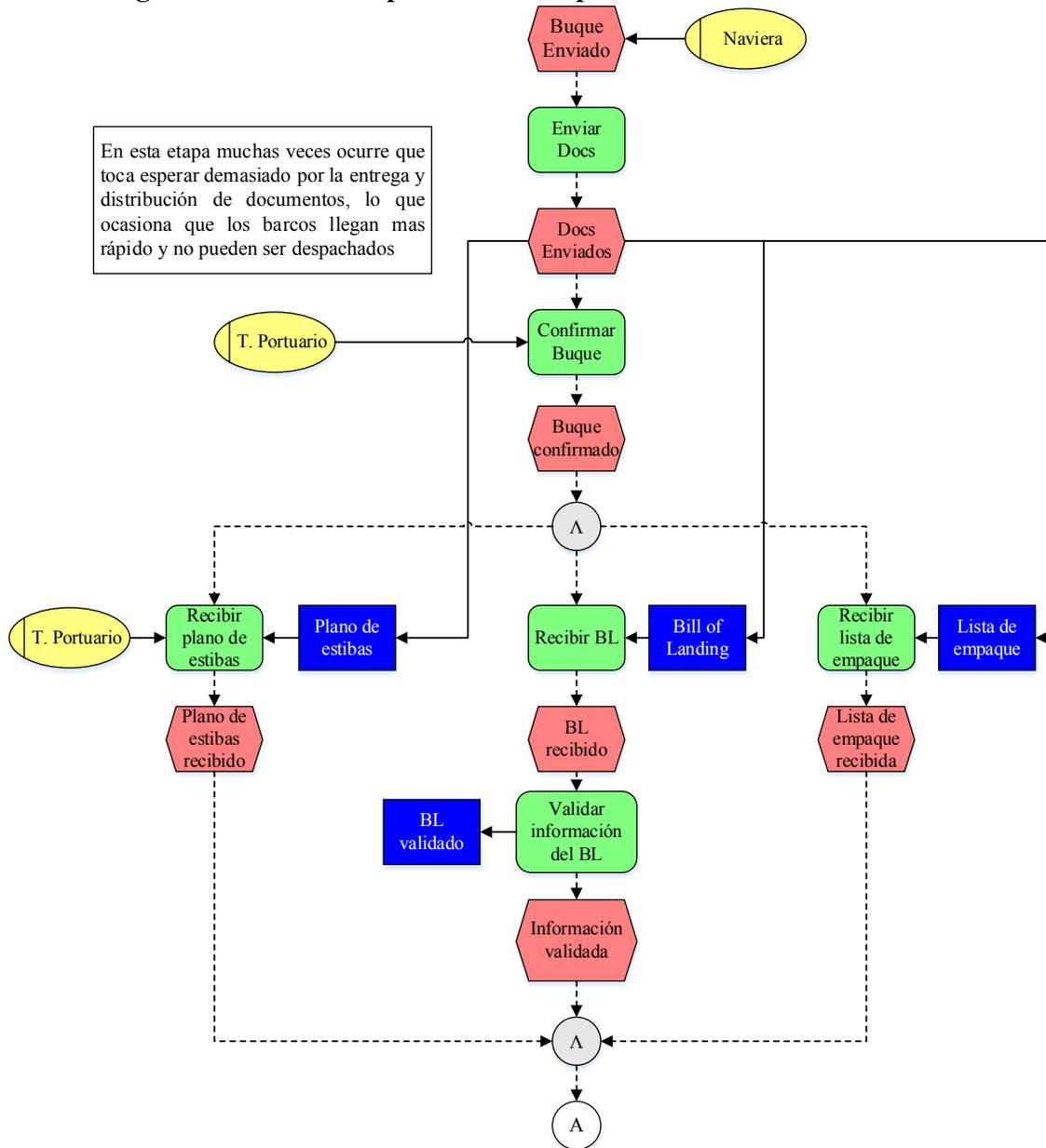
El exportador envía la mercancía con un transportista el cual requiere de una documentación y unas autorizaciones necesarias para entrar al puerto. Cuando el transportista llega con la mercancía al puerto es necesaria una inspección previa de documentos y del personal y una validación de los mismos. Esto se realiza de manera manual y toma un tiempo considerable, ocasionando filas y obstrucciones al proceso. A su vez se realiza el mismo proceso de tarja que en la importación. Seguido por el procesos de pesaje y actualización manual de inventario mostrado en el proceso de importación.

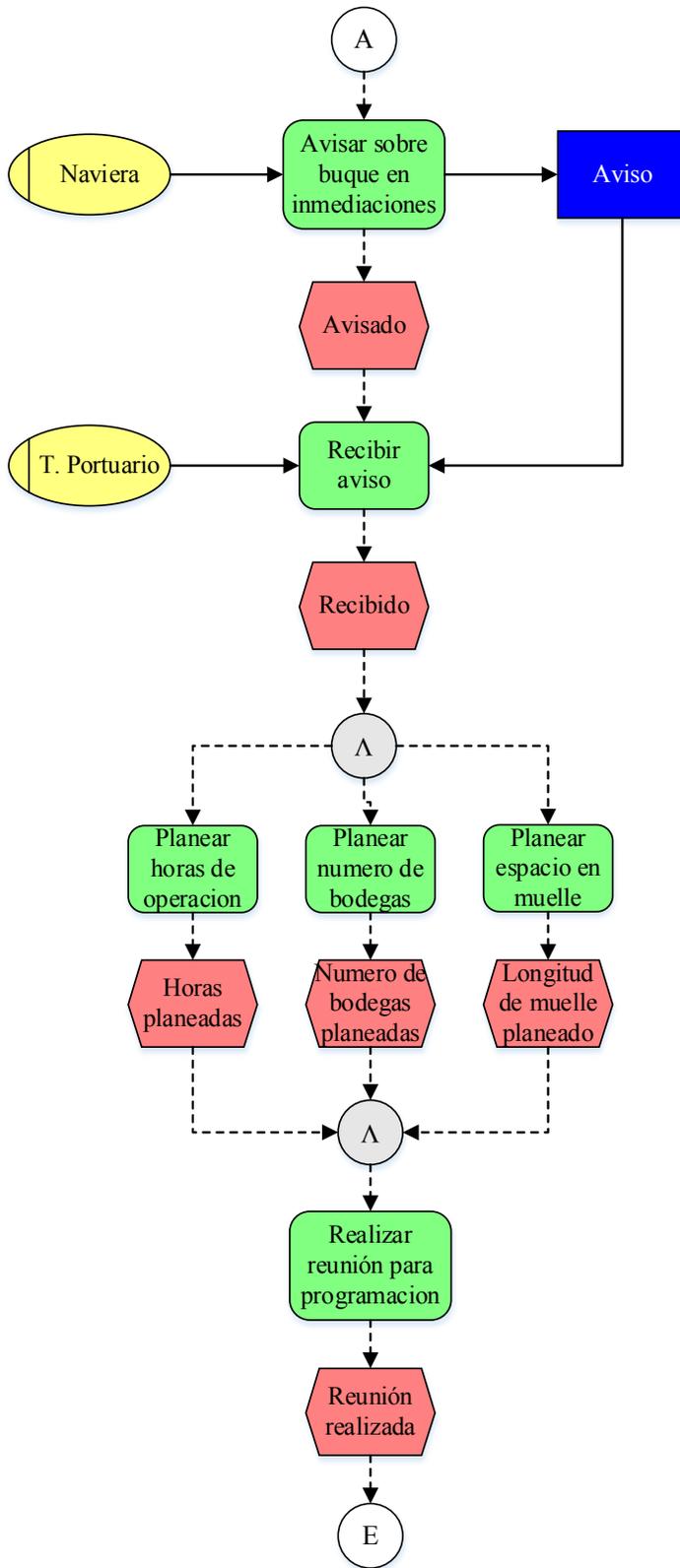
Las inspecciones por parte de las diferentes autoridades se hacen necesarias y esto toma un tiempo considerable, el cual está aportando a que nuestras exportaciones sean significativamente menores que nuestras importaciones.

Cuando todos los documentos e inspecciones se encuentran en regla la mercancía es cargada en el buque y es despachada.

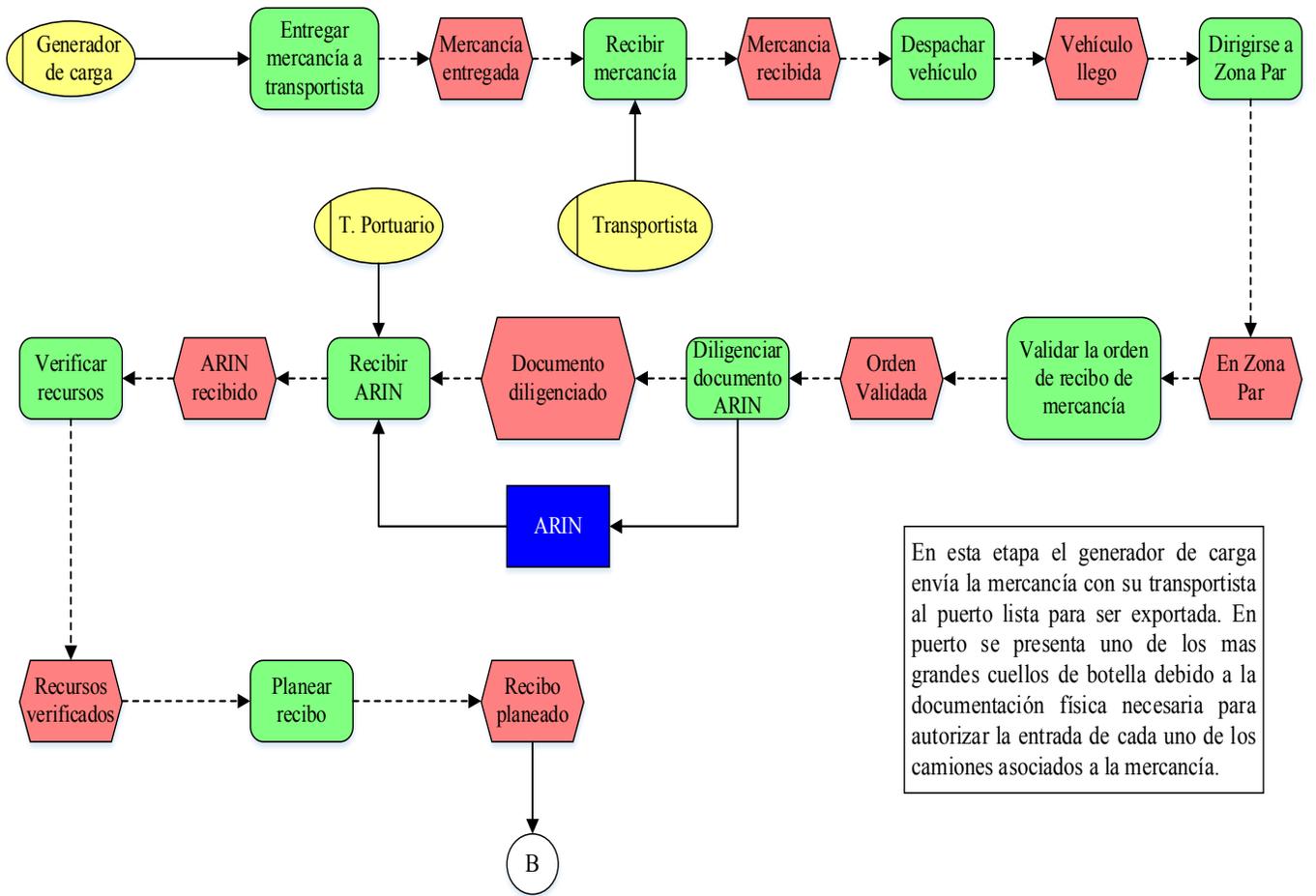
A continuación se ilustra este proceso en un diagrama EPC.

3.4.1 Diagramas EPC de la operación de Exportación Estado Actual

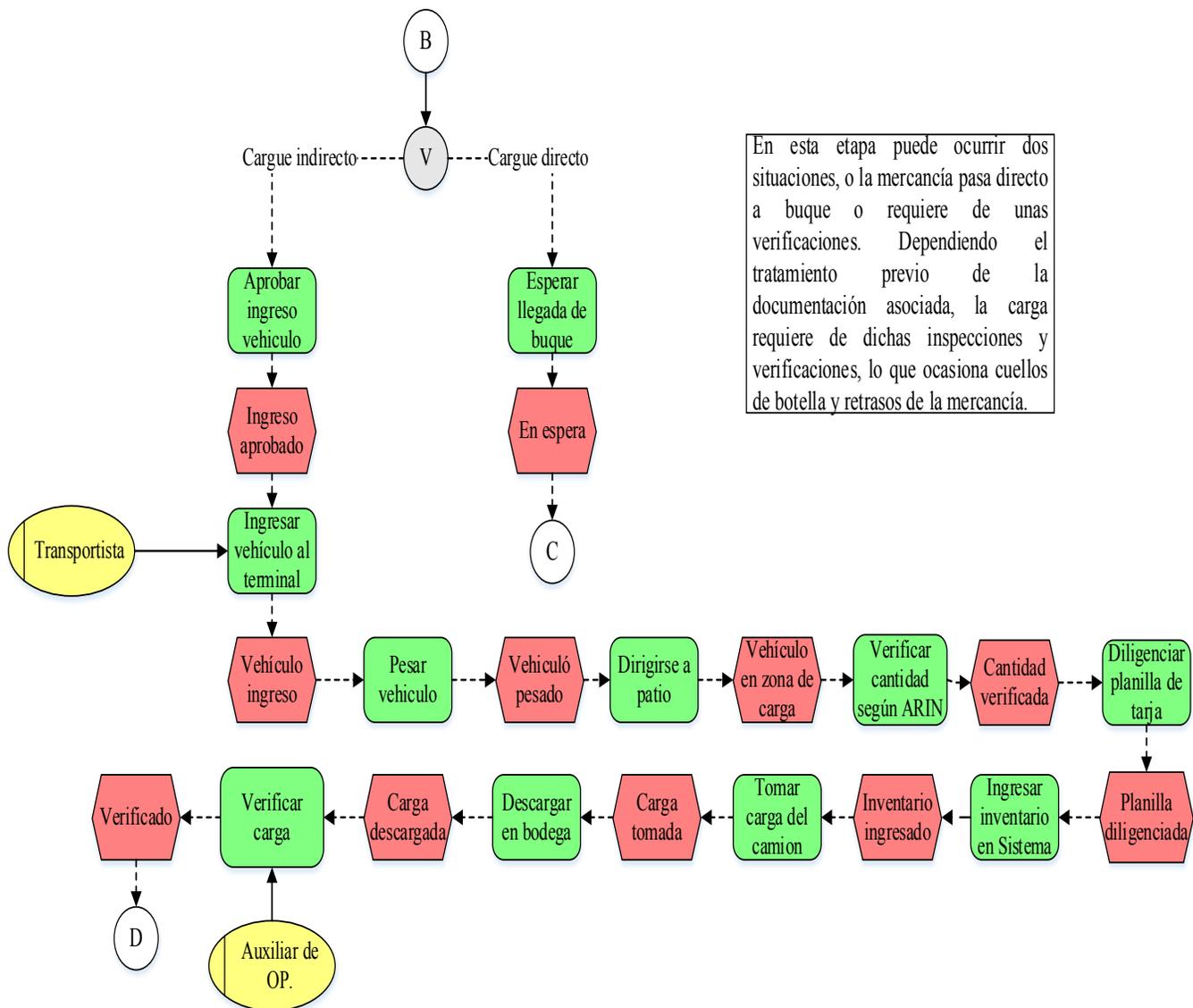




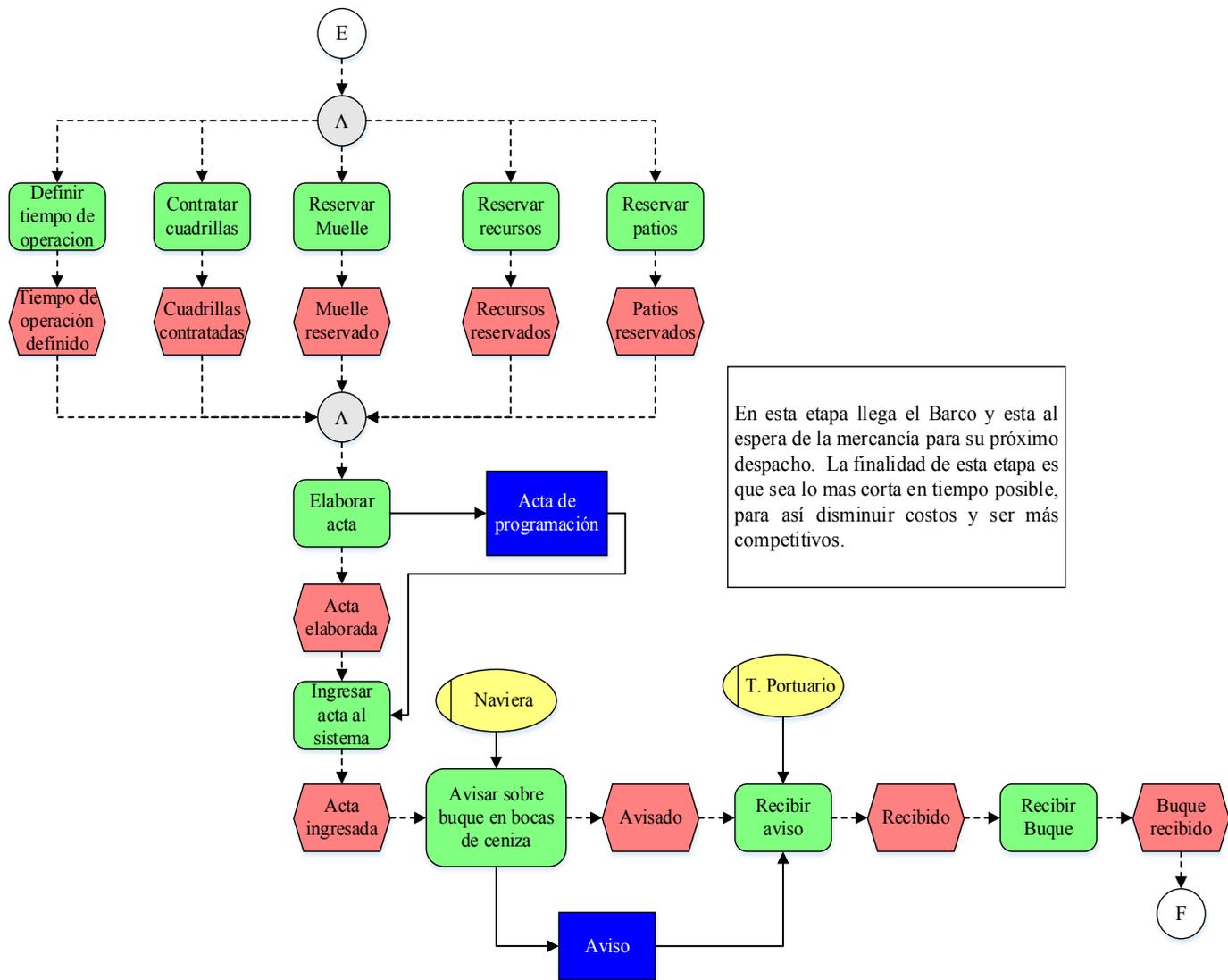
En esta etapa el flujo es netamente documental y no siempre se realiza en paralelo al flujo de mercancía. Normalmente el comienzo de este flujo no representa mayor problema, sin embargo la situación va cambiando más adelante.

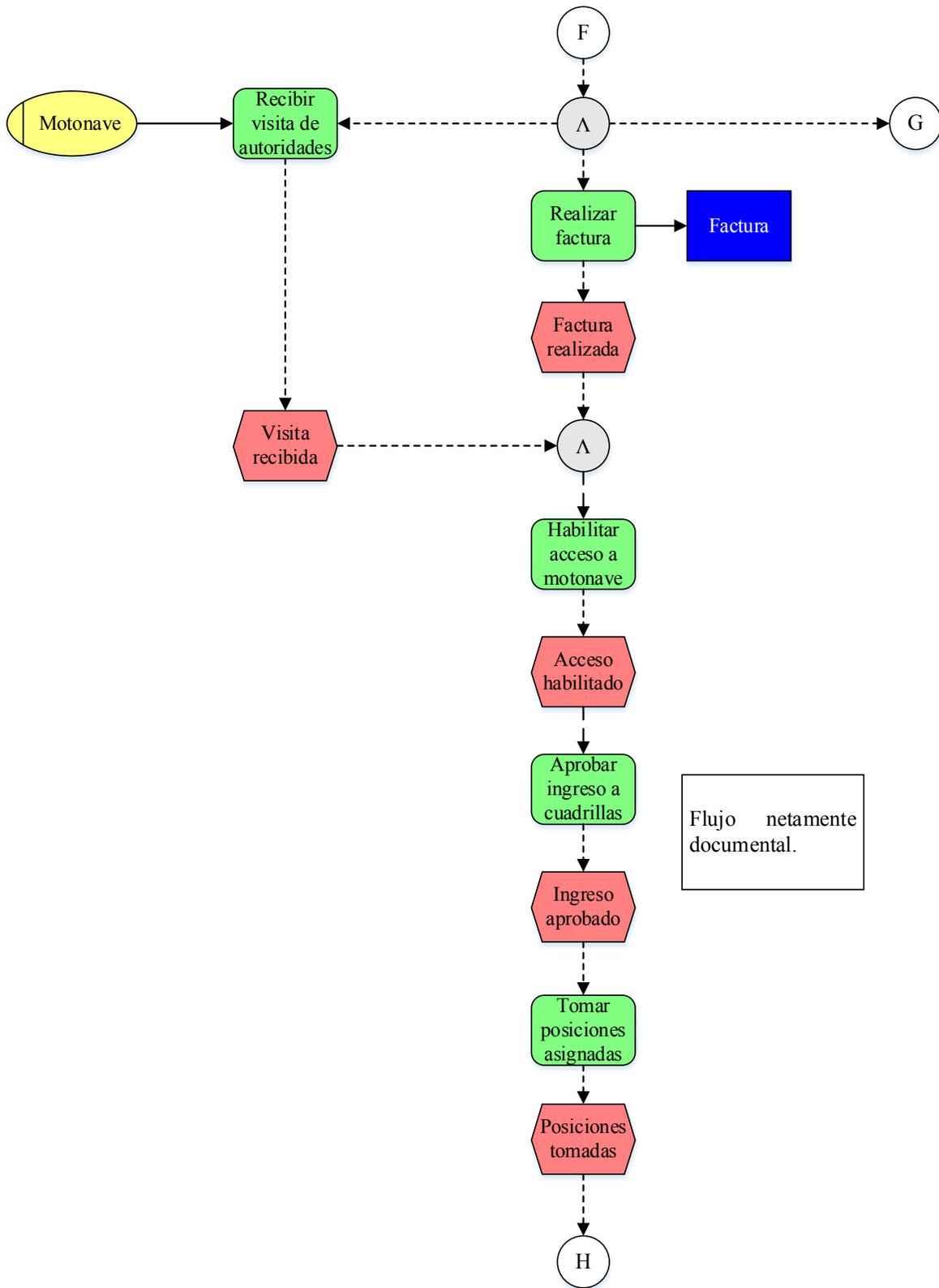


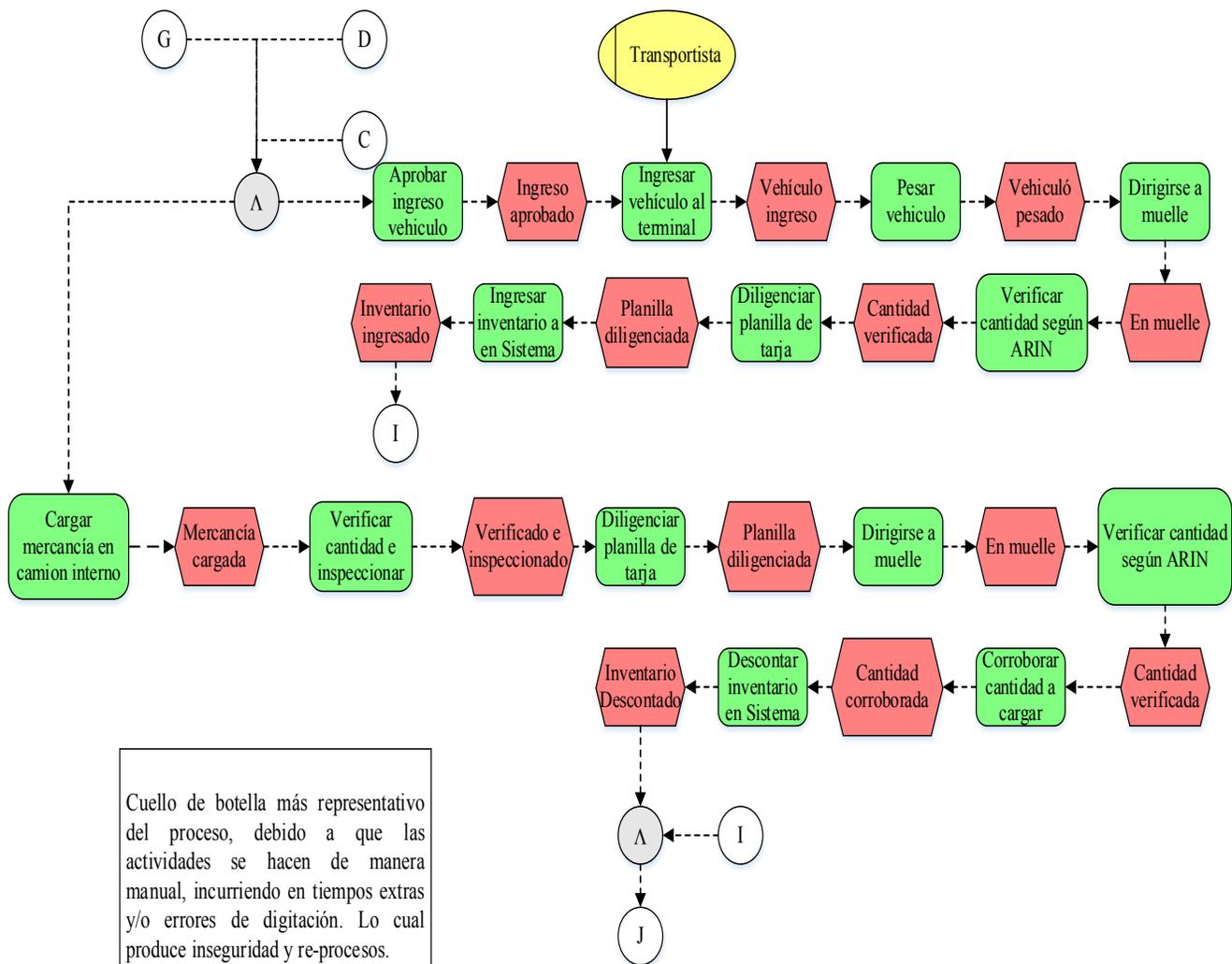
En esta etapa el generador de carga envía la mercancía con su transportista al puerto lista para ser exportada. En puerto se presenta uno de los mas grandes cuellos de botella debido a la documentación física necesaria para autorizar la entrada de cada uno de los camiones asociados a la mercancía.



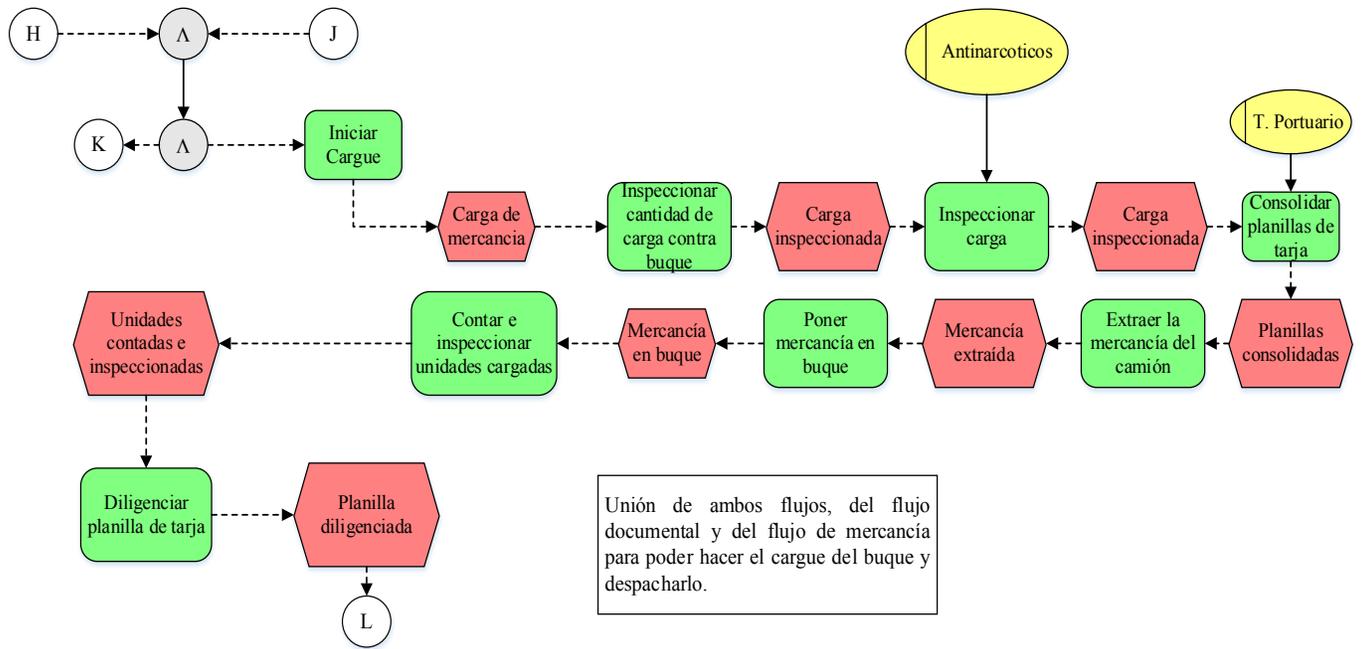
En esta etapa puede ocurrir dos situaciones, o la mercancía pasa directo a buque o requiere de unas verificaciones. Dependiendo el tratamiento previo de la documentación asociada, la carga requiere de dichas inspecciones y verificaciones, lo que ocasiona cuellos de botella y retrasos de la mercancía.

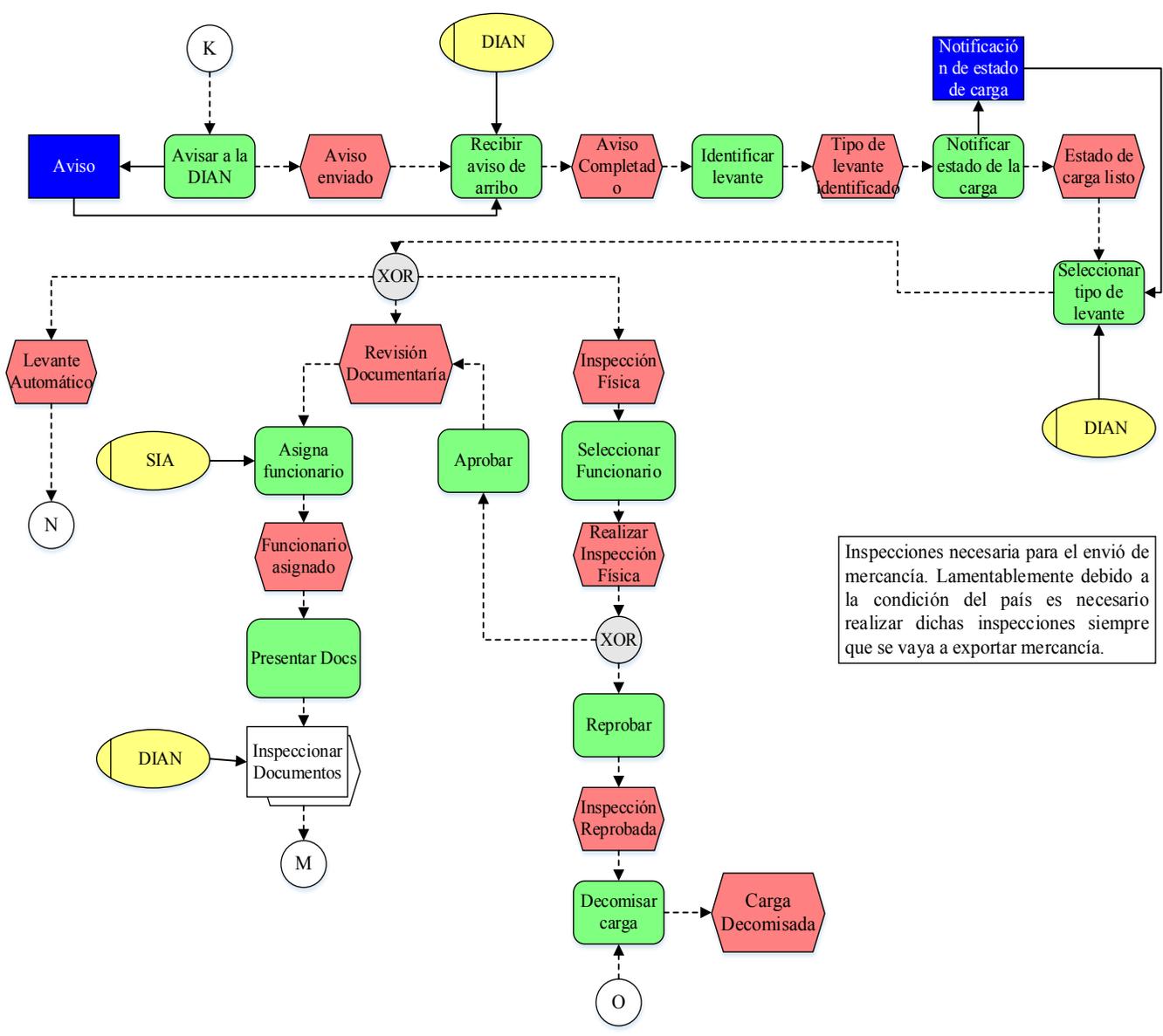






Cuello de botella más representativo del proceso, debido a que las actividades se hacen de manera manual, incurriendo en tiempos extras y/o errores de digitación. Lo cual produce inseguridad y re-procesos.





Inspecciones necesaria para el envío de mercancía. Lamentablemente debido a la condición del país es necesario realizar dichas inspecciones siempre que se vaya a exportar mercancía.

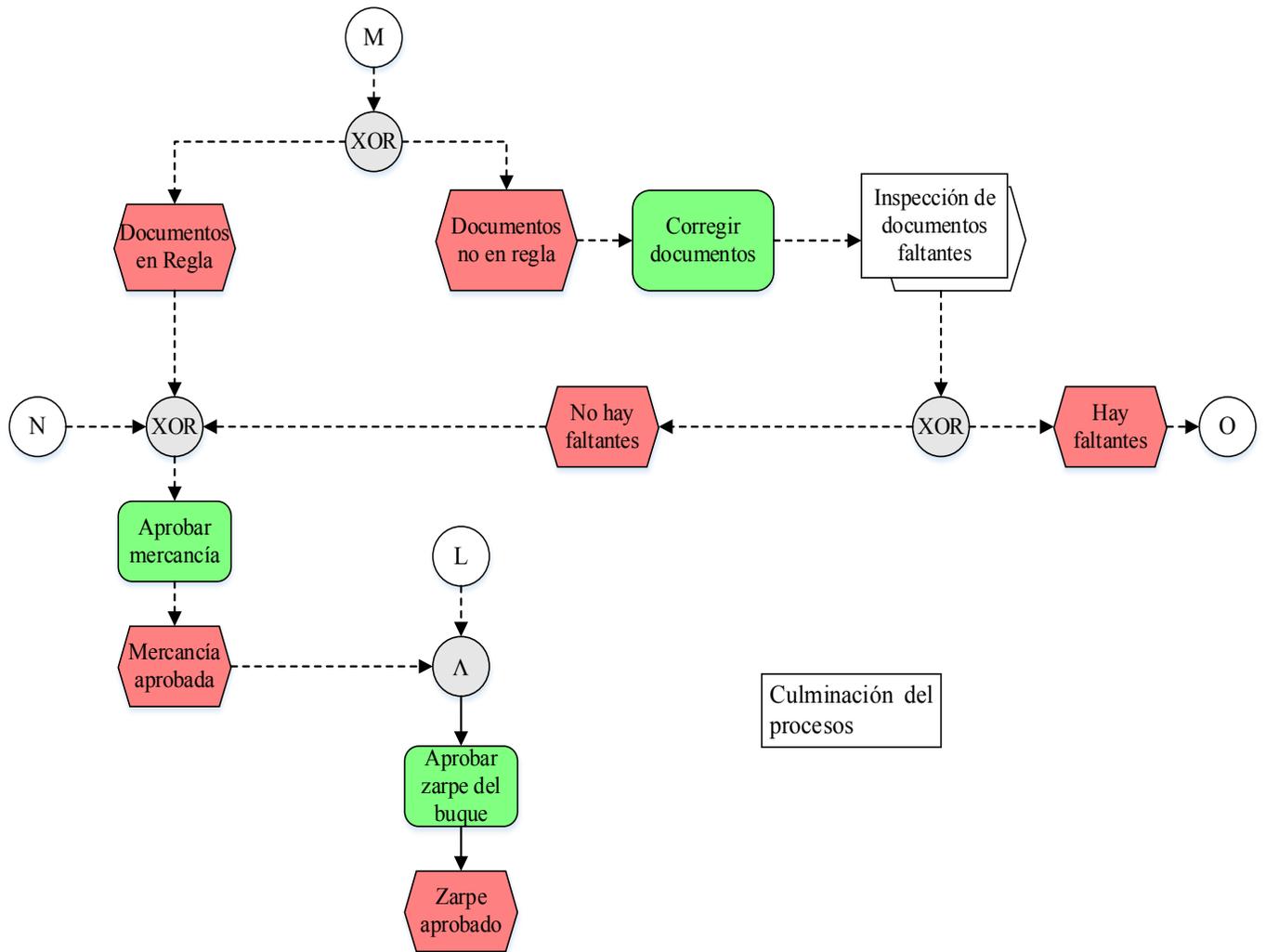


Ilustración 11 Diagrama EPC de Exportación estado actual (AS-IS)

Teniendo en cuenta el diagrama anterior se plantea para una mejor visualización la representación a nivel macro las actividades de comercio exterior de la siguiente manera:

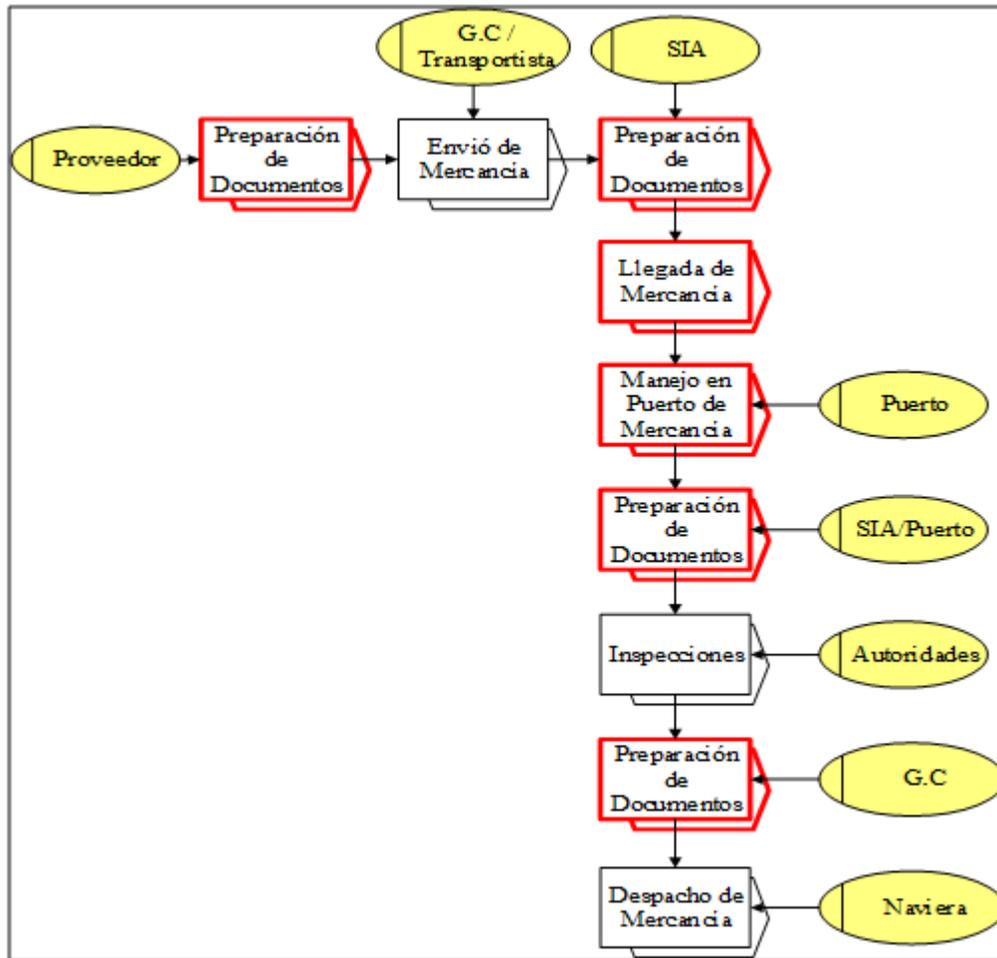


Ilustración 12 Representación macro de actividades ComEx Exportación

De las ilustraciones 11 y 12 se encuentra que existen diferentes problemas en varios de los procesos asociados a las actividades de comercio exterior de exportación. Estas actividades son las que se encuentran en color rojo y son: Preparación de la Documentación, Llegada de Mercancía a Puerto asociado al proceso de Manejo y Transporte Interno de mercancía y el Manejo en puerto de Mercancía.

La Preparación de documentos al igual que en las importaciones se realiza de una manera muy manual y retrasa la ruta crítica del proceso, produciendo retrasos en las actividades asociadas al flujo de carga.

La llegada de Mercancía a puerto se ve afectada por retrasos en verificaciones y múltiples actividades asociadas a la validación de entrada de los camiones en puerto y el manejo interno de ellos.

El Manejo de Mercancía en Puerto se ve afectado de igual manera que en las importaciones por la carencia de tecnología, sucede lo mismo con la actividad de tarja y las validaciones de personas y documentaria se hacen mediante múltiples revisiones físicas.

3.5 Cuellos de Botella y problemas asociados a ambos procesos

En términos generales las empresas que conforman el Clúster de Servicios Logísticos del Atlántico en la actualidad no se encuentran totalmente preparadas para competir con éxito en un mercado global cada vez más exigente. Es decir presentan una serie de deficiencias relacionadas con innovación en procesos y/o servicios, lo cual es dado fundamentalmente por la baja capacitación del talento humano, la escasa inversión en investigación y desarrollo, y la poca articulación entre empresas, y de estas con entidades del entorno.

Específicamente, las terminales portuarias del mencionado clúster, consideradas empresas tractoras, se encuentran limitadas en su capacidad de crecimiento de carga, debido a la carencia de protocolos de seguridad que permitan garantizar operaciones más eficientes de cara a clientes potenciales.

No existen protocolos apropiados para el manejo de carga que admita una planificación de operaciones seguras en la zona portuaria de Barranquilla y la articulación de agentes en el clúster, con miras a generar un potencial crecimiento comercial de carga movilizada.

No se utilizan tecnologías apropiadas en la Zona Portuaria de Barranquilla orientadas a la operación logística segura y efectiva. Los puertos de dicha zona no manejan, en forma integrada, información que les permita controlar mejor sus pérdidas en tiempo, producto y proceso, orientado a la prestación de un mejor servicio a clientes potenciales.

No hay oferta de personal capacitado en el territorio que permita una rápida absorción de los protocolos y conocimientos tecnológicos asociados al desarrollo e implementación del concepto de Puerto Seguro en la Zona Portuaria de Barranquilla.

Para poder abordar estos problemas y hacer un rediseño de los procesos es necesario a su vez conocer las necesidades del mercado y enfocar un poco más los esfuerzos para lograr ser más competitivos es por eso que en la siguiente sección se plantea un análisis multivariado de las necesidades de exportadores e importadores de la región.

3.6 Análisis Multivariado

Es importante destacar que los problemas asociados a los procesos tienen en parte una relación directa con el tipo de actividad de comercio exterior que se efectuó y a su vez las necesidades de los importadores o exportadores de la región cumplen un papel muy importante para el rediseño de dichas actividades.

Como primera medida en esta sección ilustra los requisitos que deben cumplir los puertos de Barranquilla, especialmente el puerto de Palermo, mediante la evaluación de una encuesta a importadores y exportadores de la ciudad (Encuesta realizada bajo el marco del proyecto Clúster Logístico del Atlántico), quienes determinaron las condiciones generales de sus operaciones. Estas condiciones fueron enfocadas en la eficiencia, la flexibilidad y la satisfacción del cliente, de acuerdo con el tipo de actividad y el tipo carga. Los resultados se obtuvieron a partir de un análisis de componentes principales y un análisis factorial multivariado, para generar factores importantes asociados a los procesos de dichas operaciones. Y así con la identificación de estos factores poder diseñar un servicio integral que se centre en las necesidades de los clientes, por lo tanto, un puerto puede ser más atractivo y eficiente para negociar acuerdos comerciales y mejorar la competitividad de la región y el país. Seguido por un análisis de componentes principales para rectificar la relevancia de los mismo.

3.6.1 Desarrollo Metodológico

Como primer paso se llevó a cabo un diseño y una estrategia de muestreo, se accedió a la base de datos SICEX y se obtuvo información de todas las importaciones y exportaciones en un período de un año (2013). La información extraída fue la siguiente: información general, datos de contacto de la empresa, tipo de carga y la información acerca de los agentes externos utilizados.

Después de extraer los datos, se realizó una transformación para obtener los datos de la empresa y no por las importaciones o exportaciones. Para ello todas las importaciones o las exportaciones efectuadas por el mismo modo se agrupan.

El número total de empresas incluidas se muestra en la población inicial. Esto se muestra a continuación clasificada por tipo de operación y el modo:

Importaciones	AIRE	515
	MAR	1559
Exportaciones	AIRE	106
	MAR	302

Tabla 6 Muestra de Importadores y Exportadores

El proceso de muestreo fue un proceso conductivo, es decir, se seleccionaron aquellas empresas que cumplen con las características de un sustrato particular, las cuales al ser analizadas pudieran otorgar la mayor cantidad de información requerida en relación a 3 factores claves: costos y tiempo y trámites. Los tamaños de las muestras obtenidas por tipo de operación (Importaciones y Exportaciones) son los siguientes:

Actividad	Tamaño
Importaciones	60
Exportaciones	15
Total	75

Tabla 7 Tamaño de Muestra

Para cada una de las empresas mostradas en la tabla anterior, se llevó a cabo una encuesta en base a diversos factores asociados a los procesos de comercio exterior. Este trabajo tomó

unos siete meses y se llevó a cabo bajo el marco del proyecto LogPort en la ciudad de Barranquilla.

Para este análisis en particular se extrajeron 13 variables de la encuesta, estas son evaluadas y adaptadas a una escala pertinente para un análisis multivariado, específicamente un análisis factorial de componentes principales y análisis de discriminante, teniendo en cuenta los aspectos que evalúa el modelo SCOR adaptado a los procesos logísticos de la región caribe colombiana. Es importante destacar que las variables escogidas son el resultado de un juicio de expertos y a su vez están enfocadas a la caracterización de sistemas de información. El objetivo general del análisis de componentes principales y el análisis factorial, es reducir las variables significativas en grupos más pequeños, cada grupo ilustra las necesidades en las que se debe enfocar la plataforma.

Las variables evaluadas a través de la encuesta se definieron como:

1. Modo de transporte: Se define como marítimo o aéreo. (V1)
2. Número de pasos: Número de procedimientos para concluir una importación completa o exportación. (V2)
3. Tipo de empresa: fabricante, distribuidor o ambos. (V3)
4. Incoterm: ilustra todos los posibles tipos utilizados por los clientes. (V4)
5. Área de Origen o Destino: un ranking América del Norte, América del Sur, Centro-América, Europa, Asia, Oceanía. (V5)
6. Unidad de carga: contenedor, un pallet, Carga Suelta, a granel. (V6)
7. Puertos: Todos los disponibles en las ciudades de Barranquilla, Santa Marta y Cartagena, entre el mar y el río. (V7)

8. Puerto factor de utilización: Esta variable indica si el cliente (exportador, importador) utiliza el puerto por ubicación geográfica, la competitividad, la disponibilidad de líneas de transporte marítimo, agilidad en trámites, costes, especialización, y el tipo de mercancía. (V8)

9. Nivel de eficiencia percibida: Evaluada en una escala de 1 a 5. (V9)

10. Gestión de la Cadena: Las partes interesadas. (V10)

11. Generación de problemas: Determinado por el costo de la tecnología apropiada. (V11)

12. Generación de problemas determinados por los costos de equipo especializado. (V12)

13. La inversión en aspectos de logística del proceso: los vehículos de inversión relacionados, computadoras, personal, capacitación, automatización, redes, infraestructura, maquinaria. (V13)

3.6.2 Estandarización de Datos

Teniendo en cuenta que las variables anteriores son en su mayoría categóricas, fue necesario hacer una estandarización de los datos, la cual se basa en la siguiente tabla:

Variable	Tipo	Acuerdo de Escala
Modo de Transporte	Categórica	Marítimo = 1, Aéreo = 2.
Cantidad de Trámites	Cuantitativa	Esta escala depende del número de trámites que realice la empresa (Promedio=8)
Tipo de empresa	Categórica	Fabricante = 1, distribuidora =2, Ambas= 3
Tipo de Incoterm	Categórica	CFR= 1, CIF =2, CIF/FOB =3, DAP= 4, EXW= 5, FCA =

Variable	Tipo	Acuerdo de Escala
		6, FOB = 7
Zona de origen: Centroamérica	Catagórica	Centroamérica=1, Suramérica=2, USA=3, Europa=4, Asia =5, Oceanía= 6.
Unidad Comercial	Catagórica	Contenedor =1, Pallet =2, Carga Suelta =3, Granel = 4
Puertos	Catagórica	1. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla=1, Aeropuerto Barranquilla= 2, Aeropuerto Bogotá=3, Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla y/o Sociedad portuaria de Cartagena= 4, Sociedad Portuaria de Santa Marta = 5, BCT =6.
Razón de utilización de puerto	Catagórica	Competitividad=1, Conveniencia geográfica= 2, Disponibilidad línea naviera = 3, Trámites aduaneros = 4, tipo de mercancías = 5, Costos = 6, Especialización = 7, Calado =8.
Nivel de eficiencia percibido	Catagórica	Escala de 1 a 5, siendo 1 muy ineficiente y 5 muy eficiente.
Actividades de gestión de la cadena de suministro (SCM):	Catagórica	De acuerdo a la cantidad que menciona la empresa (entre 1 y 13). En esta variable solo se cuentan las actividades.
Problemas de Costos en uso de equipos y tecnología	Catagórica	Si =1, No=2.
Inversión en equipos especializados para movilización de carga	Catagórica	Si =1, No=2.

Variable	Tipo	Acuerdo de Escala
Tipos de Inversión	Categorica	(Vehículos, personal, equipos, tecnología, sistemas de información, entre otros): Se asigna de 1 a 9 según el ítem.

Tabla 8 Estandarización de Datos

Para ver la estandarización de datos ir a Anexo 1, en el cual se encuentra la tabla con todos los datos ordenados.

3.6.3 Análisis de datos

Utilizando el software de Minitab 17 se realizaron los análisis respectivos, lo que arrojó con un nivel de confianza del 95 %, que las variables no actúan como variables independientes y que el modelo en general es lo suficientemente robusto como para la discriminación entre tipos de clientes.

Eigenvalores	2,3449	2,025	1,4053	1,2264	1,1343	1,0339	0,8948
Proporciones	0,18	0,156	0,108	0,094	0,087	0,08	0,069
Acumulado	0,18	0,336	0,444	0,539	0,626	0,712	0,774

Tabla 9 Eigen análisis de la correlación de la matriz de Importadores

MSA= 0,805

KMO = 0,724

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Factor8
V1	-0,138	0,707	-0,067	-0,077	-0,154	0,155	-0,285	-0,482
V2	0,247	0,335	0,42	0,419	0,643	0,19	-0,273	0,236
V3	0,04	0,231	0,15	0,74	-0,17	0,205	0,249	0,14
V4	0,365	0,192	-0,301	-0,069	0,212	0,522	0,556	-0,05
V5	0,146	0,045	0,146	-0,501	-0,472	0,464	-0,176	0,425
V6	-0,351	0,667	-0,049	-0,075	-0,302	0,157	0,1	0,003

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Factor8
V7	-0,851	-0,001	-0,093	-0,183	0,041	0,038	0,141	0,094
V8	-0,841	0,026	-0,012	0,102	0,211	0,024	-0,111	0,31
V9	0,224	-0,252	-0,435	0,27	-0,607	-0,236	0,048	0,155
V10	-0,488	-0,243	-0,516	0,427	-0,078	0,278	-0,13	-0,115
V11	0,321	0,552	-0,432	0,123	-0,006	-0,602	-0,332	0,161
V12	-0,053	0,644	-0,152	-0,134	0,123	-0,484	0,343	0,226
V13	0,241	-0,087	-0,664	-0,168	0,441	0,18	-0,196	0,157
Varianza	2,2435	1,9979	1,4316	1,3504	1,1599	1,0568	0,8857	0,7338
% Var	0,173	0,154	0,11	0,104	0,089	0,081	0,068	0,056

Tabla 10 Variables and Factors Importers No Rotado

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7	Factor8
V1	0,102	0,704	-0,03	0,033	0,03	0,031	0,088	0,953
V2	0,095	0,026	-0,171	-0,045	0,723	0,03	-0,026	0,029
V3	-0,031	0,036	-0,12	0,736	0,279	0,102	0,032	0,028
V4	0,019	0,282	-0,026	0,024	0,035	0,619	0,024	0,004
V5	-0,001	0,024	0,042	0,988	-0,035	0,001	-0,067	0,03
V6	0,01	0,638	-0,035	0,07	0,032	0,084	0,159	0,218
V7	0,771	-0,047	0,144	-0,02	-0,08	0,061	0,052	0,048
V8	0,732	-0,15	-0,021	-0,058	0,009	0,035	0,037	-0,021
V9	-0,175	-0,019	0,093	0,001	0,532	-0,003	-0,039	-0,096
V10	-0,106	-0,018	0,544	-0,105	0,094	-0,097	-0,14	0,015
V11	-0,087	0,052	-0,076	-0,008	0,024	0,709	0,159	0,152
V12	0,041	0,626	0,028	-0,075	0,034	-0,019	0,956	0,088
V13	-0,003	0,123	0,53	-0,002	-0,104	-0,972	0,018	-0,03
Varianza	2,0137	1,9124	1,3105	1,2741	1,0064	1,0048	1,004	1,0032
% Var	0,178	0,157	0,119	0,107	0,075	0,072	0,07	0,065

Tabla 11 Variables and Factors Importers Varimax Rotado

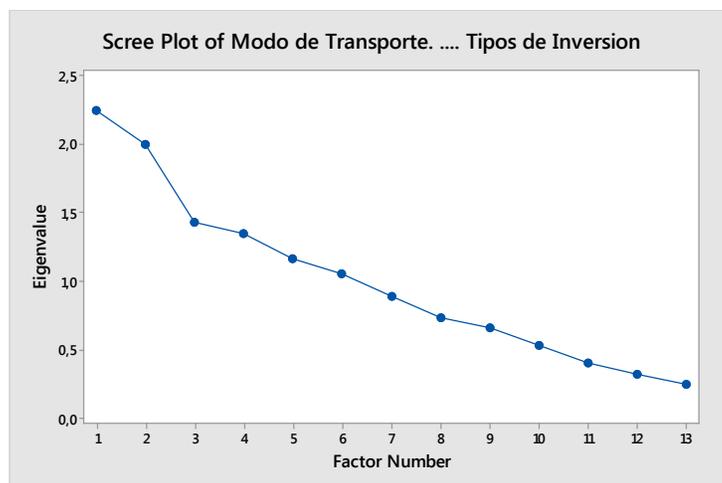


Ilustración 13 Grafica de Sedimentación

La tabla y el grafico anterior muestran que 6 factores tienen que ser extraídos, puesto que 6 factores tuvieron eigenvalores mayores o iguales que 1,0, con método sin rotación y con el método de Varimax rotado. En conjunto ellos explican 71,2% de la variabilidad en los datos originales para Importadores.

Del mismo modo se realiza para esto para evaluar el comportamiento de los exportadores, a través del cual podemos relacionar las variables con a los siguientes factores:

Eigenvalue	2,3025	2,0219	1,4275	1,29	1,158	1,0705	0,8462
Proportion	0,177	0,156	0,11	0,099	0,089	0,082	0,065
Cumulative	0,177	0,333	0,442	0,542	0,631	0,713	0,778

Tabla 12 Eigen análisis de la correlación de matrices de exportadores

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
V1	0,557	-0,208	0,093	0,117	-0,066	0,187	0,002
V2	0,084	-0,267	0,319	-0,235	0,642	-0,173	0,502
V3	0,035	-0,106	0,626	-0,224	-0,029	0,167	-0,397
V4	-0,023	-0,316	-0,107	0,65	0,164	0,464	-0,349
V5	-0,081	-0,135	-0,133	0,516	-0,056	0,578	0,195
V6	0,572	-0,185	0,15	0,207	-0,061	0,211	0,207
V7	0,348	0,545	-0,078	0,081	0,085	0,038	-0,16
V8	0,36	0,575	-0,026	-0,082	0,062	-0,004	0,077

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
V9	-0,267	0,535	0,172	0,031	0,668	-0,059	0,052
V10	0,086	0,377	0,215	-0,387	-0,33	0,347	0,181
V11	0,293	-0,31	-0,111	-0,206	-0,419	0,732	0,279
V12	0,37	-0,238	-0,258	-0,001	-0,155	0,773	-0,457
V13	-0,03	-0,043	0,533	-0,493	-0,018	0,243	0,186

Tabla 13 Variables y Factores de los exportadores

El análisis de discriminante, define las características o los factores en que centrar las mejoras de las operaciones de ComEx, en relación con los diferentes actores y cada uno de sus procesos asociados, esto permite agrupar y mejorar diferentes servicios dependiendo el tipos de operación (Importación o Exportación).

Los resultados anteriores determinan que las reformas en los procesos tienen que ser enfocados en las importaciones de la región, además esta operación es la que requiere más cambio inmediatos, sin embargo no se pueden descuidar las necesidades de las operaciones de exportación, las cuales diferencian sus necesidades en 4 factores. En ellos se incluyen las variables de costos de equipos, zona de origen o destino, inversión en equipos, personal, capacitación y/o vehículos, redes y costos de tecnología.

De igual manera en el análisis discriminante define una alta proporción de correlación y variabilidad de parte de las importaciones, las cuales deben satisfacer en mayor medida los trámites relacionados con el proceso, por tanto una ventanilla única podría centralizar las condiciones de prestación del servicio para importaciones. Los resultados de la siguiente tabla así lo confirman.

Grupo	1	2
Cuenta	14	14

	Grupo	
Poner en Grupo	1	2
1	13	3
2	1	11
Total N	14	14

N correcto	13	11
Proporción	0,929	0,786

Tabla 14 Resumen de clasificación

N = 28

N Correcto = 24

Proporción Correcta = 0,857

	1	2
1	0	4,85609
2	4,85609	0

Tabla 15 Distancia cuadrada entre grupos

Las funciones incluyen las características que a futuro podrían definir un tipo de cliente, esto permite identificar de manera precisa qué servicios y cuál ventanilla puede ser usada para la comunidad portuaria, además de los aspectos a mejorar a partir de la inversión gubernamental y el trabajo conjunto entre gobierno y empresas.

	1	2
Constante	-154,43	-157,3
V1	26,96	27,99
V2	4,37	3,79
V3	10,87	9,69
V4	0,96	1,05
V5	3,64	2,29
V6	5,48	7,11
V7	0,73	-1,45
V8	4,13	6,67
V9	34,37	36,5
V10	1,76	1,67
V11	-6,69	-5,2
V12	37,03	34,84
V13	1,11	1,37

Tabla 16 Función de discriminante lineal por grupos

Teniendo en cuenta que lo anterior cumple con las condiciones para establecer el análisis discriminante se concluye que $F = 3.86$ y los valores para cada una de las variables son:

	F
V1	156,96
V2	44,37
V3	64,87
V4	5,96
V5	5,64
V6	6,21
V7	4,23
V8	4,63
V9	134,22
V10	8,76
V11	6,95
V12	131,8
V13	4,97

Tabla 17 Valores de las variables

Según los resultados, las variables tienen una significativa discriminación en el modelo con $MBox = 41,68$ y una significancia de 0,0000, se puede concluir que las variables en mención tienen una alto poder de discriminación, de tal manera que las importaciones tienen una afinidad específica en las variables relacionadas con Modo de Transporte, Incoterm, Unidad Comercial, Factor de Utilización, Eficiencia del Puerto, Problemas de Costos e Inversión en SCM, lo cual indica el alto la necesidad de invertir directamente en actividades relacionadas con las eficiencia de los recursos y la eficiencia de las operaciones, especialmente las operaciones que incluyen un modo de transporte.

Por otro lado, las exportaciones tienen una alta afinidad con variables relacionadas a la toma de decisiones que están enfocadas a la gestión administrativa y documental, entre las cuales podemos mencionar la cantidad de trámites, tipo de empresa, zona de origen, tipo de puerto utilizado, gestión en SCM y problemas de costos asociados a los equipos.

Los coeficientes de cada una de las funciones, indican el poder de discriminación en sus valores máximos, lo que hace pensar que dicha clasificación está acorde con las necesidades de los que podrían ser en un futuro clientes de servicios logísticos portuarios.

3.6.4 Conclusiones

Las necesidades de los clientes de servicios portuarios varían de acuerdo a las características de cada cliente, por tanto, los importadores y exportadores definen sus necesidades a partir de factores que pueden llegar a afectar su cadena de suministro.

Realizar un análisis multivariado para agrupar estas necesidades con el fin de organizar el servicio, estableciendo ventanillas únicas en una comunidad portuaria es una técnica que tiene una influencia significativa en la infraestructura administrativa de cualquier puerto, dado que permite identificar de manera acertada, con bajo nivel de incertidumbre los requerimientos a suplir en los servicios a clientes o usuarios portuarios.

En este caso en particular, nos permite identificar 6 grandes grupos de factores que resumen 13 tipos de variables evaluadas a través de encuestas realizadas a los clientes actuales de los puertos de la región caribe colombiana. De tal manera que se pueden redefinir los procesos asociados a la ejecución de las actividades inherentes a cada proceso relacionado con la importación, así mismo, podemos definir en 6 grandes grupos las características y necesidades a satisfacer a través de los procesos de exportación. De esta manera se pueden agrupar servicios asociados a cada uno de los clientes generadores de carga sin tener en cuenta el tipo de proceso, exportación o importación, para así en pocos pasos se puedan realizar los trámites necesarios. Cabe resaltar que todos los cálculos se hicieron estimando un nivel de confianza del 95% razón por la cual, los resultados son coherentes a los requerimientos que de manera reiterada han manifestado los clientes, por los cuales el gobierno colombiano ha venido haciendo cambios sustanciales a la prestación y atención de trámites y servicios portuarios.

Los aspectos a mejorar se basan en: la relación empresa-gestión gubernamental para satisfacer las exigencias del mercado, es decir que las necesidades de los exportadores e importadores se basan en la mejora de los procesos de preparación de documentación, presentes en cada etapa de los procesos. También se encontró la necesidad mejorar

actividades asociadas a 6 factores, tales como gestión física, Utilización de infraestructura, Inversión, Incoterm, Gestión Administrativa y IT. Si se tiene en cuenta la utilidad de una herramienta como el PCS y su capacidad de asociar múltiples tecnologías a la misma, se confirma que concentrar los servicios en una ventanilla única termina siendo una decisión acertada, ya que logra suplir las necesidades de los clientes, atendiendo importadores y exportadores con trámites y operaciones coincidentes, de tal manera que, permitirá la especialización en la atención y por ende mayor confiabilidad en el servicio.

En estos resultados, es importante identificar que las necesidades varían entre importadores y exportadores y que hay encuestados que realizan las dos actividades, por tanto, los puertos deben tener sus procesos y operaciones configurados de tal manera que además de satisfacer a unos o a otros, puedan ofrecer un amplio servicio en la operación, teniendo en cuenta que el puerto que logre satisfacer estas necesidades tendrán mayores posibilidades de negociar comercialmente sobre los servicios según los requerimientos de los clientes.

A futuro, las necesidades de los clientes portuarios seguramente cambiarán, dado el dinamismo de los mercados globales, por tanto, los puertos deberán estar actualizando las condiciones de prestación del servicio según la evolución de las necesidades de los clientes en los servicios portuarios, dado los niveles de competitividad globales, adaptando, mejorando, innovando las condiciones de prestación e incrementando la eficiencia operativa de sus actividades.

3.7 Reingeniería de Operaciones Portuarias

Teniendo en cuenta lo anterior y la necesidad de hacer una reingeniería de operaciones se propone diferentes cambios, el primero de ellos es una reestructura de la interacción de los eslabones de la cadena dependiendo el tipo de operación que se efectuó, esto indica que la interacción varía entre importaciones y exportaciones. Para esto se toma en consideración la estructura presentada por la Asociación Internacional de Sistemas de Comunidades Portuarias. A continuación se muestra un ejemplo de ello:

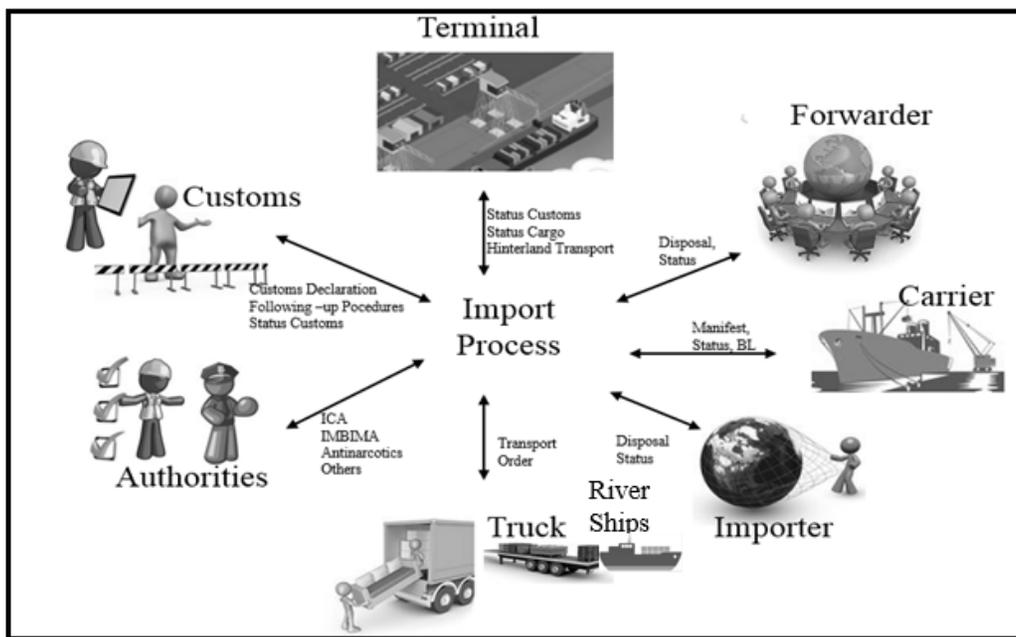


Ilustración 14 Flujo de información entre eslabones de las cadenas de importación

Adaptado de: DAKOSY, Hamburgo, Alemania, 2015

A su vez es importante destacar la necesidad de implementar diferentes tecnologías asociadas a cada uno de los procesos, esta propuesta nace de la necesidad propia del entorno del Atlántico y el puerto, así como las recomendaciones de los demás PCS establecidos en el mundo. Es por esto que se propone lo siguiente:

- Automatización de procesos mediante BPM (Business Process Management)
- RFID (Radio Frecuencia)
- Biometría Digital
- Integración de todos los servicios informáticos existentes (MUISCA –SIIS-VUCE-SI de PUERTOS – SYGA)
- Sistema de Tarja electrónica en los Puertos

3.7.1 Supuestos de mejora

Teniendo en cuenta el diagnóstico previo de ambos procesos, tanto importación como exportación y sus respectivas carencias, se plantean unos supuestos que acompañan la implementación de un PCS.

Para la reingeniería de las operaciones es necesario plantear los siguientes supuestos:

- El puerto trabajara paperless (sin documentos físicos)

Este supuesto se fundamenta en los principios de la automatización de procesos mediante el uso de tecnología, aquí se supone un intercambio virtual en todo momento de información y documentos asociados a cada etapa de los procesos. Teniendo en cuenta esto se plantea la eliminación de múltiples verificaciones manuales y el intercambio físico de documentos.

- Todos los actores asociados a las cadenas tienen el mismo nivel de tecnología, logran poder conectar sus sistemas al PCS.

3.7.2 Convenios para la ilustración de Diagramas EPC de la operación de Importación y Exportación situación mejorada

Es importante destacar que debido a que los diagramas EPC son los más indicados para representar una reingeniería de procesos, pero no representan bien las actividades automatizadas, se proponen unos cambios estructurales. El cambio más relevante es la representación de dichas actividades, las cuales para una mejor visualización tendrán en su esquina superior izquierda un engranaje azul, tomado de la representación usada en BPM.



Ilustración 15 Actividad Automatizada

Otro de los convenios utilizados es el uso de conectores de páginas y las notas de texto asociadas a cada sección, todo esto con el fin de promover una mejor visualización y los procesos y ayudar didácticamente al seguimiento de los mismos.

3.7.3 Rediseño Proceso de Importación

Siguiendo el proceso planteado previamente se inicia mediante el envío de la mercancía en un buque de algún país alrededor del mundo. A su vez una serie de documentación se va

preparando y enviando a los actores correspondientes e involucrados con la misma. Teniendo en cuenta que la documentación se maneja de manera automatizada la ruta crítica cambiara y solo dependerá del tiempo en tránsito de la mercancía.

Cuando los dos flujos, tanto el de documentación como el flujo de mercancía se encuentran, se procede a descargar la mercancía en puerto. Como se planteó anteriormente, es necesario una serie de inspecciones previas y un proceso de verificación de cantidades llamado tarja. Teniendo en cuenta el supuesto de tarja electrónica, estos procesos pasan de manual a automático y elimina actividades asociadas al mismo, reduciendo tiempos relacionados.

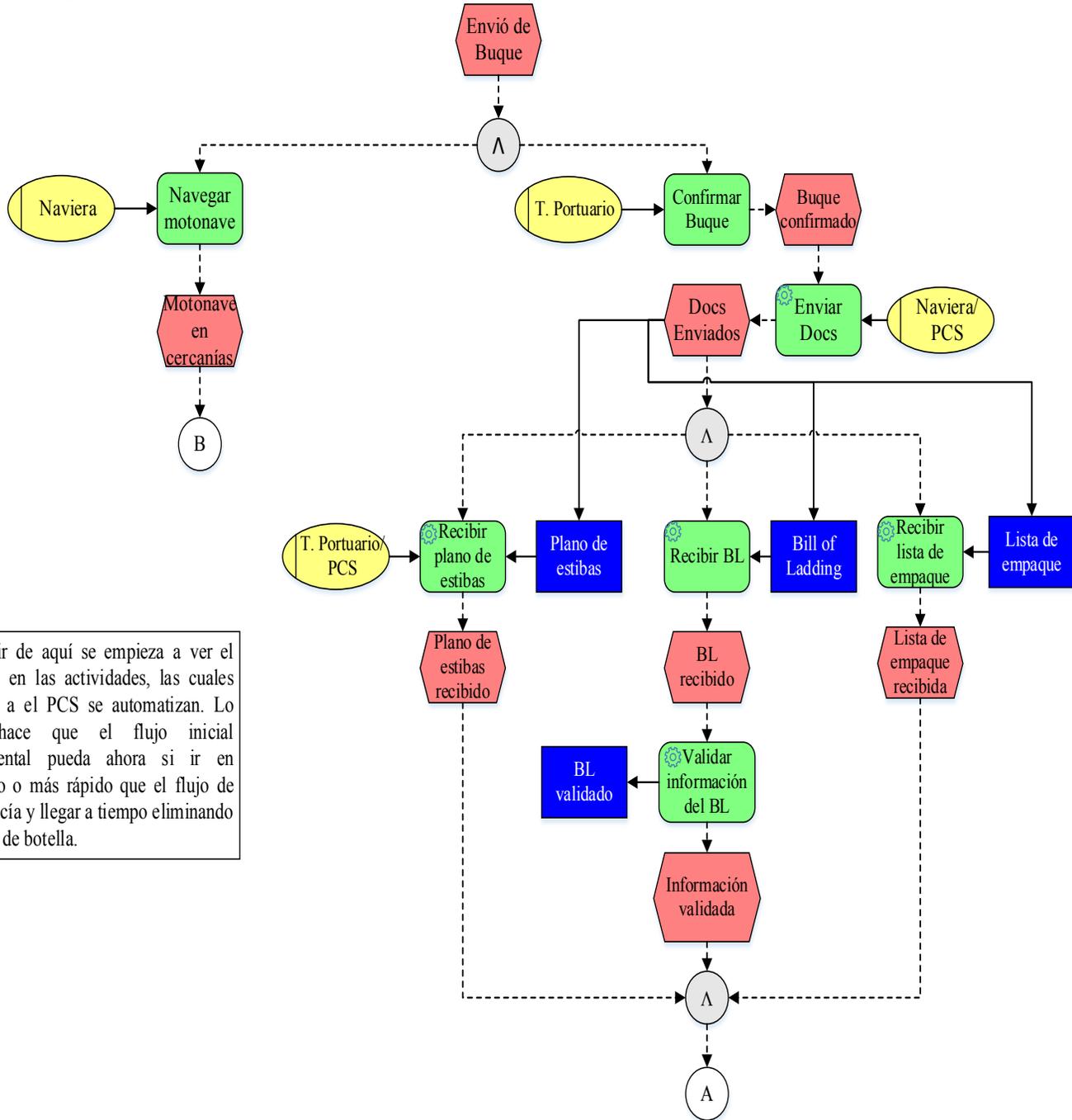
Luego de que la mercancía está en los patios del puerto se procede a dar aviso a las autoridades aduaneras para hacer la nacionalización de la misma, este aviso pasa a ser automático e inmediato, lo cual agiliza considerablemente el despacho final de la mercancía.

Ya nacionalizada la mercancía se procede a su despacho, teniendo en cuenta que para este es indispensable llenar una documentación asociada a cada uno de los camiones que van a recoger la mercancía en puerto, se plantea una automatización de dicha documentación y a su vez verificación. Para la verificación se plantea el uso de Biometría Digital con el fin de agilizar los procesos y validar personal y equipos de manera eficiente, eliminando cuellos de botella por filas y excesos de trámites. En cuanto al proceso de pesaje se plantea pasar el proceso de manual a automático y con conectividad al sistema, eliminando pérdidas y errores de digitación previos.

Nuevamente se procede a hacer una verificación de la información por camión a la salida del puerto, todo esto de manera automatizada y con la ayuda de la tecnología, para así despachar la mercancía al importador.

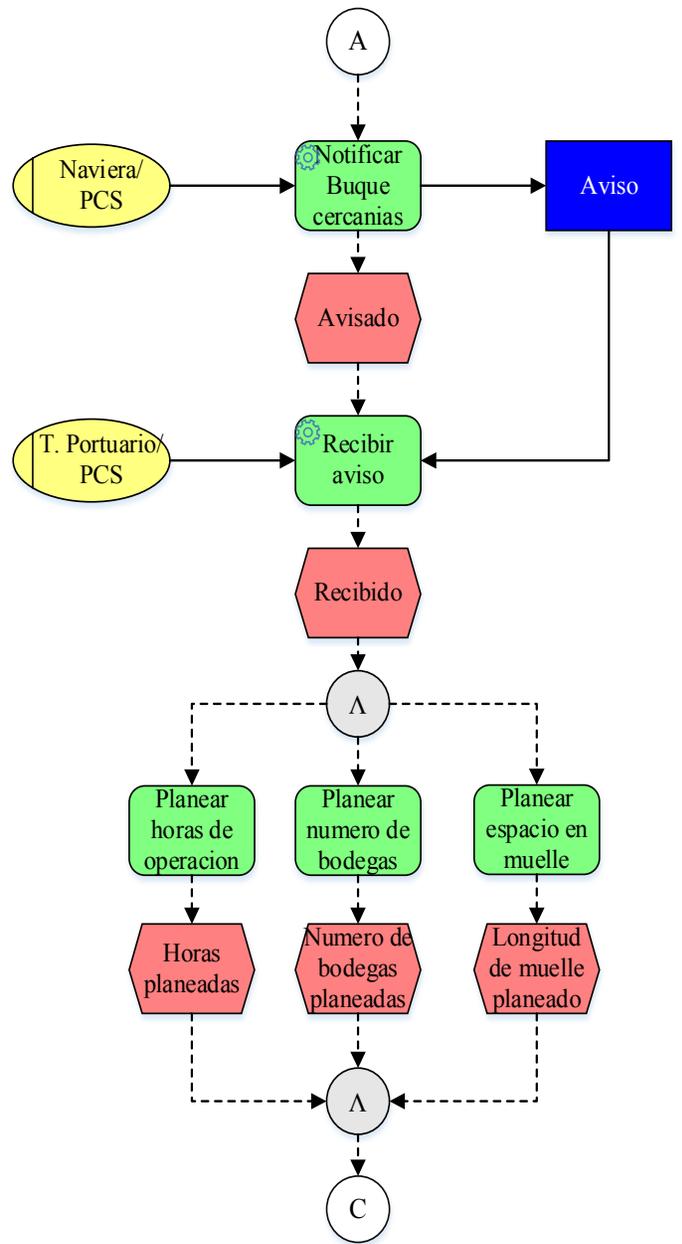
No se puede dejar de lado una de las necesidades de los importadores de la región, la cual planteaba la necesidad de hacer seguimiento constante a su carga, es por esto que se plantea el uso de RFID y así ofrecer un servicio completo y con plena afinidad a los clientes.

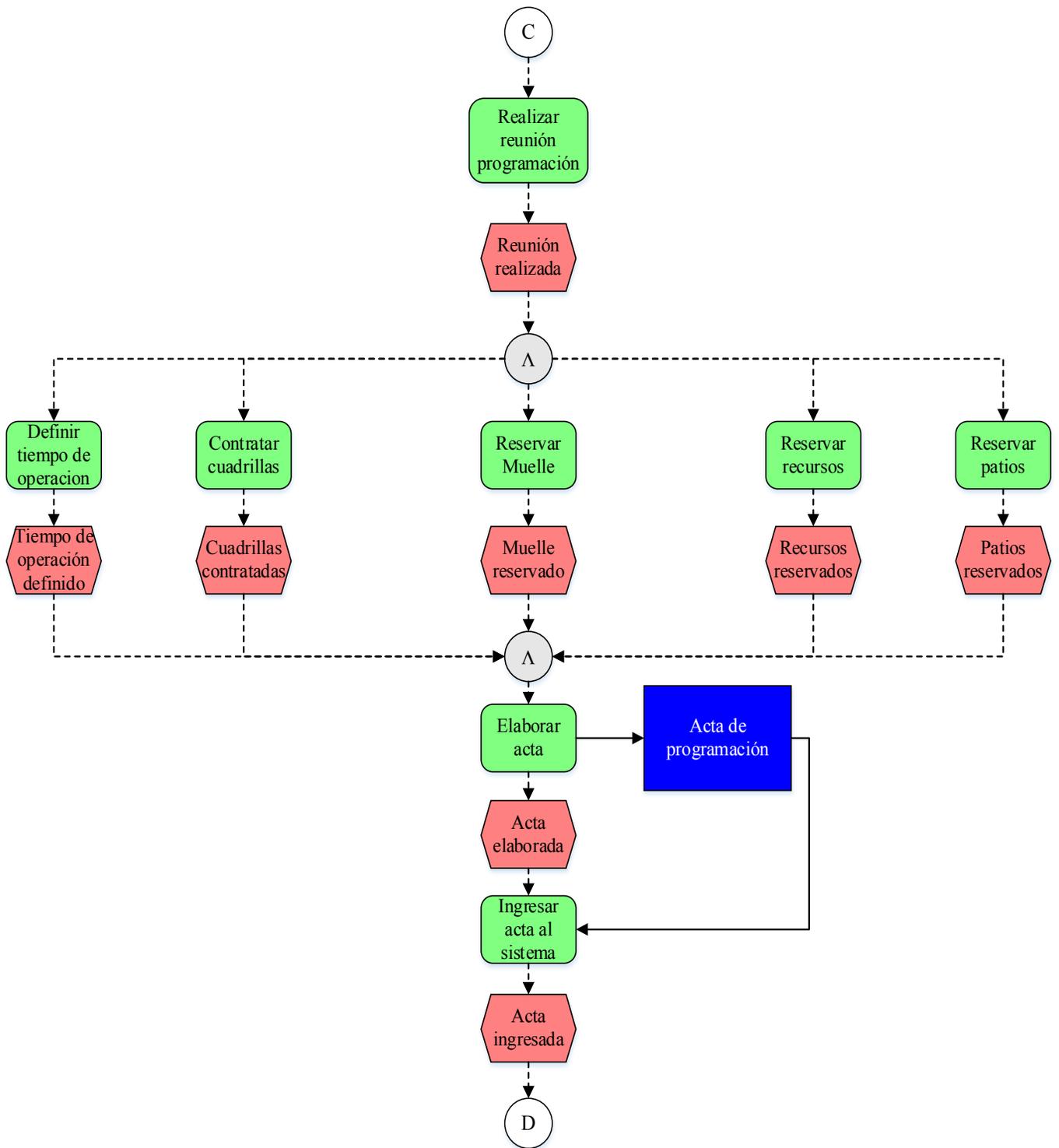
3.7.3.1 Diagrama EPC TO BE Importación



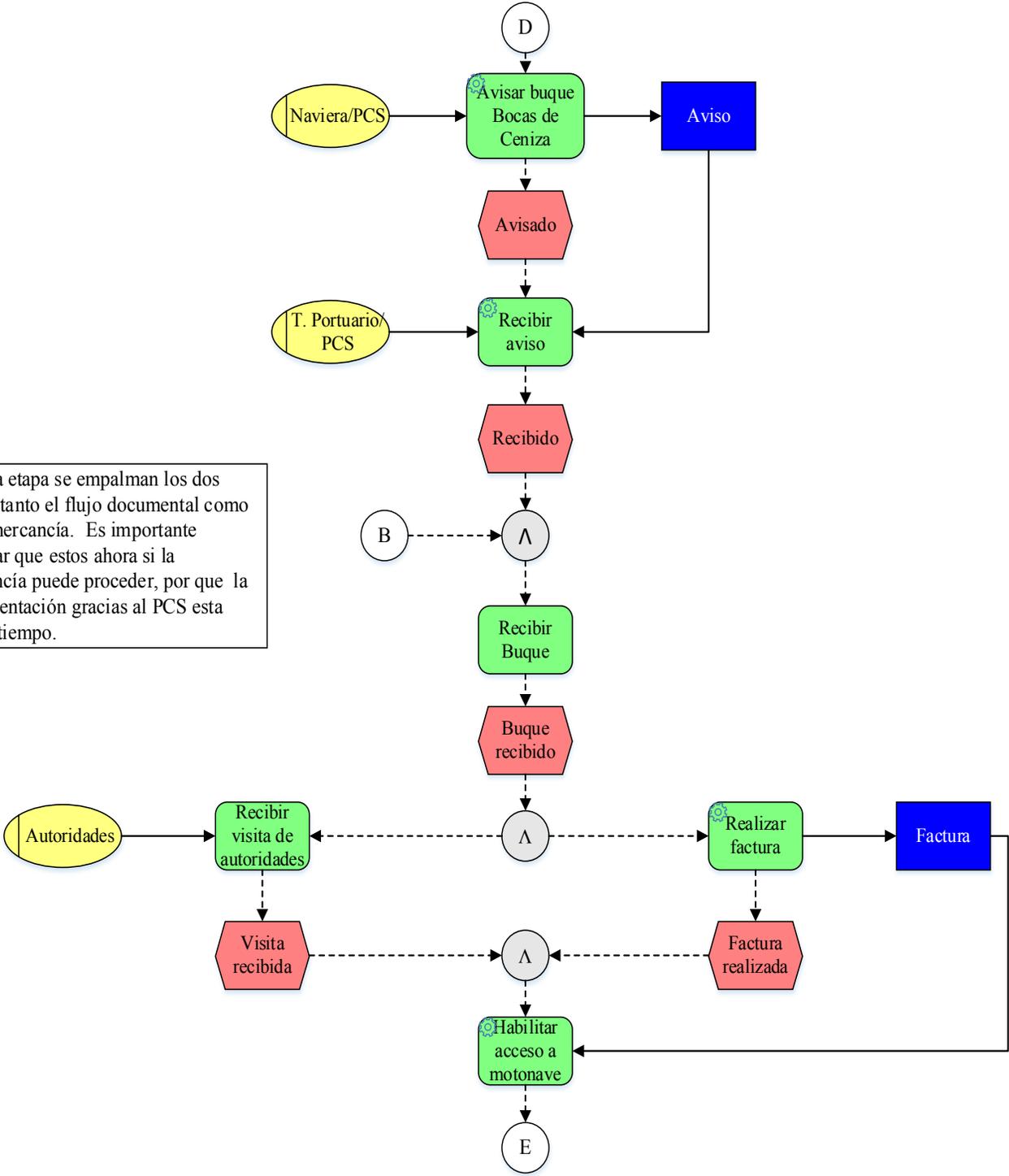
A partir de aquí se empieza a ver el cambio en las actividades, las cuales gracias a el PCS se automatizan. Lo cual hace que el flujo inicial documental pueda ahora si ir en paralelo o más rápido que el flujo de mercancía y llegar a tiempo eliminando cuellos de botella.

En esta etapa solo se ve el flujo de documentos y se empieza todo el proceso protocolario en puerto para poder recibir el buque, el cual se agiliza gracias a la llegada temprana de los avisos por medio del PCS.

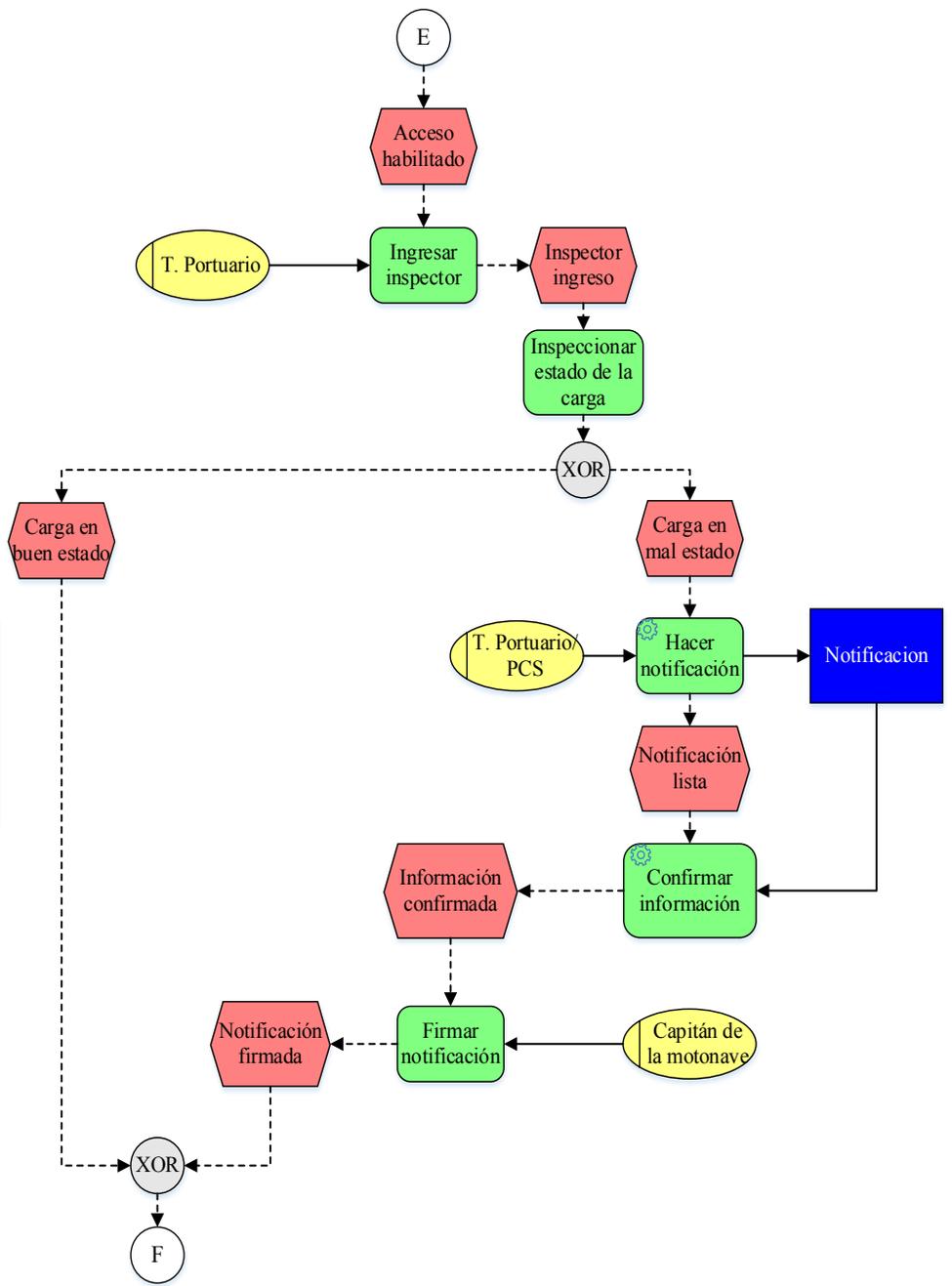


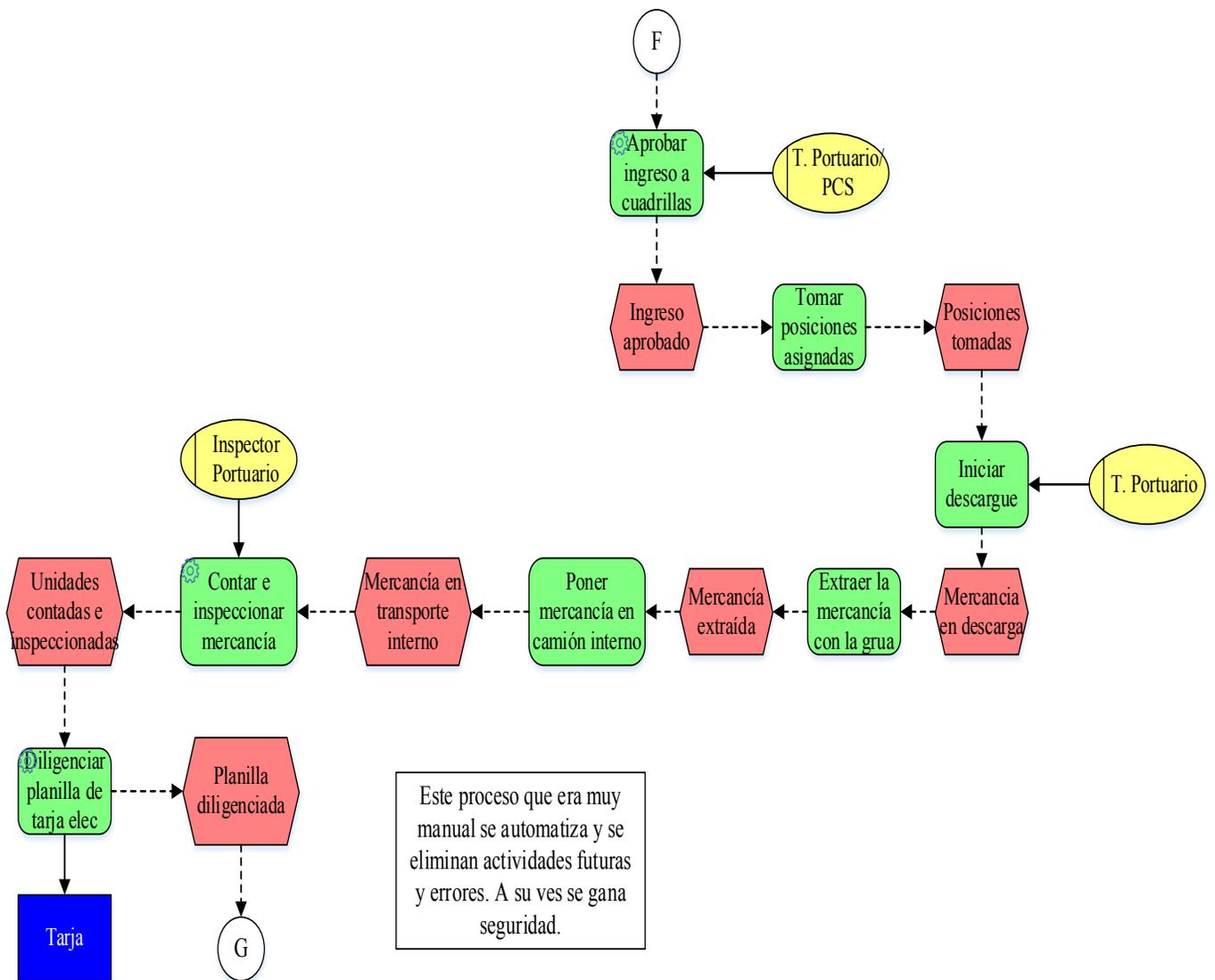


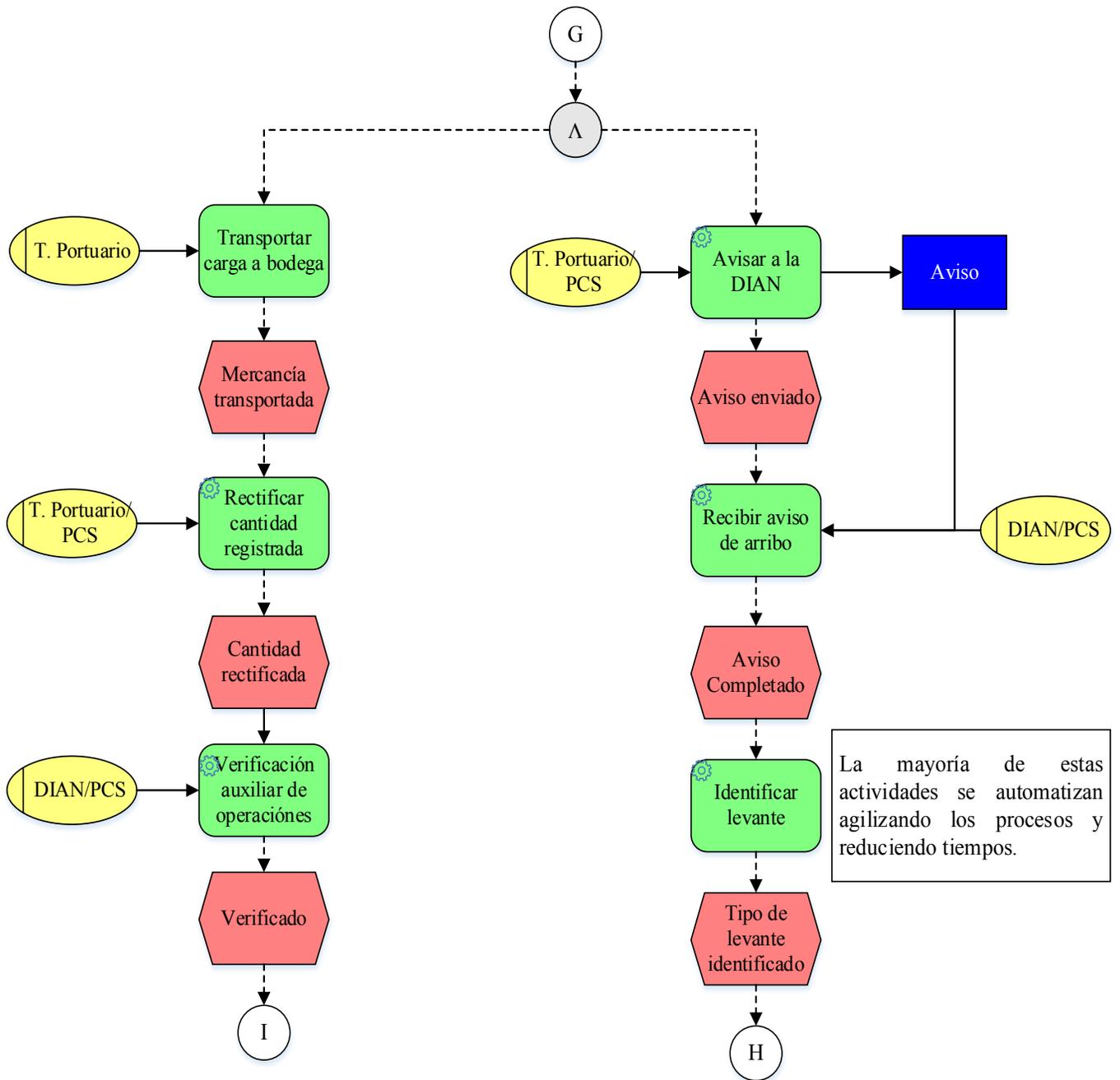
En esta etapa se empalman los dos flujos, tanto el flujo documental como el de mercancía. Es importante destacar que estos ahora si la mercancía puede proceder, por que la documentación gracias al PCS esta lista a tiempo.

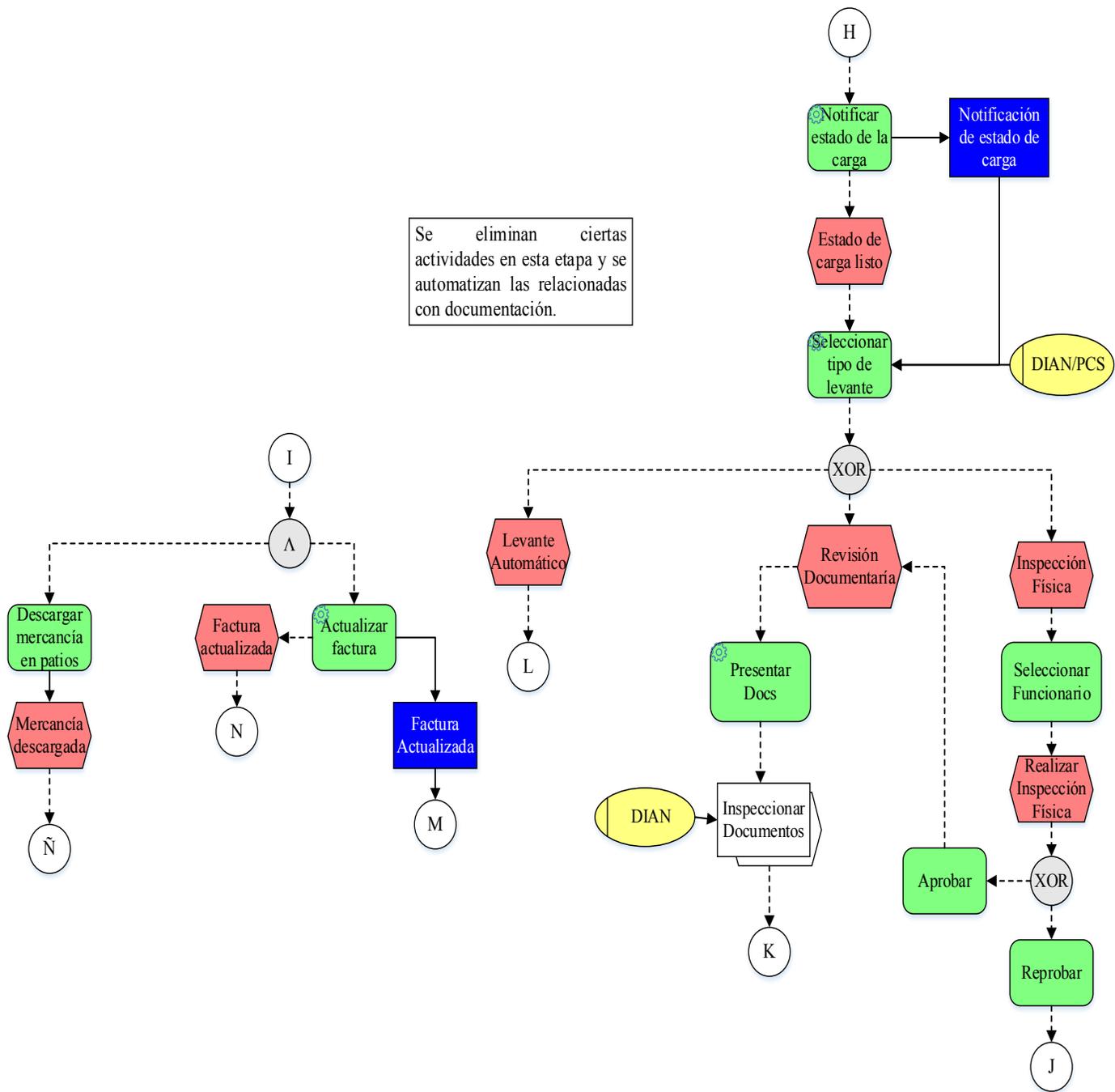


En esta etapa se automatizan algunas actividades relacionadas a la documentación, disminuyendo tiempos críticos asociados al proceso.

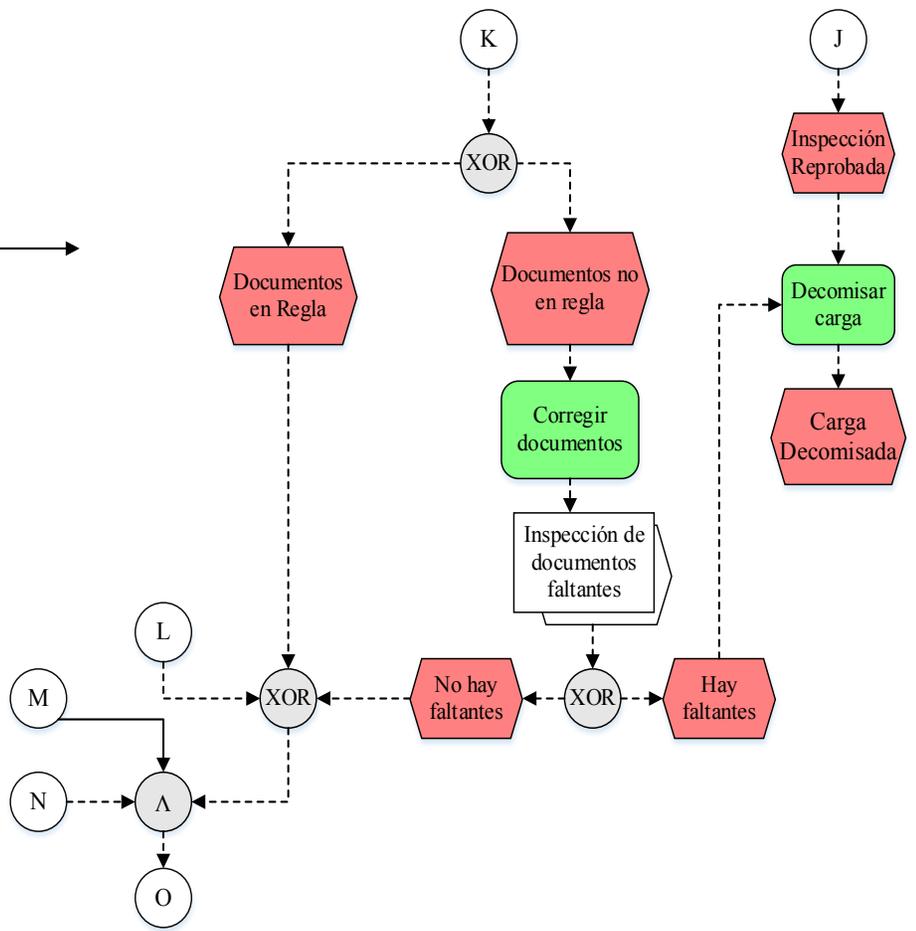


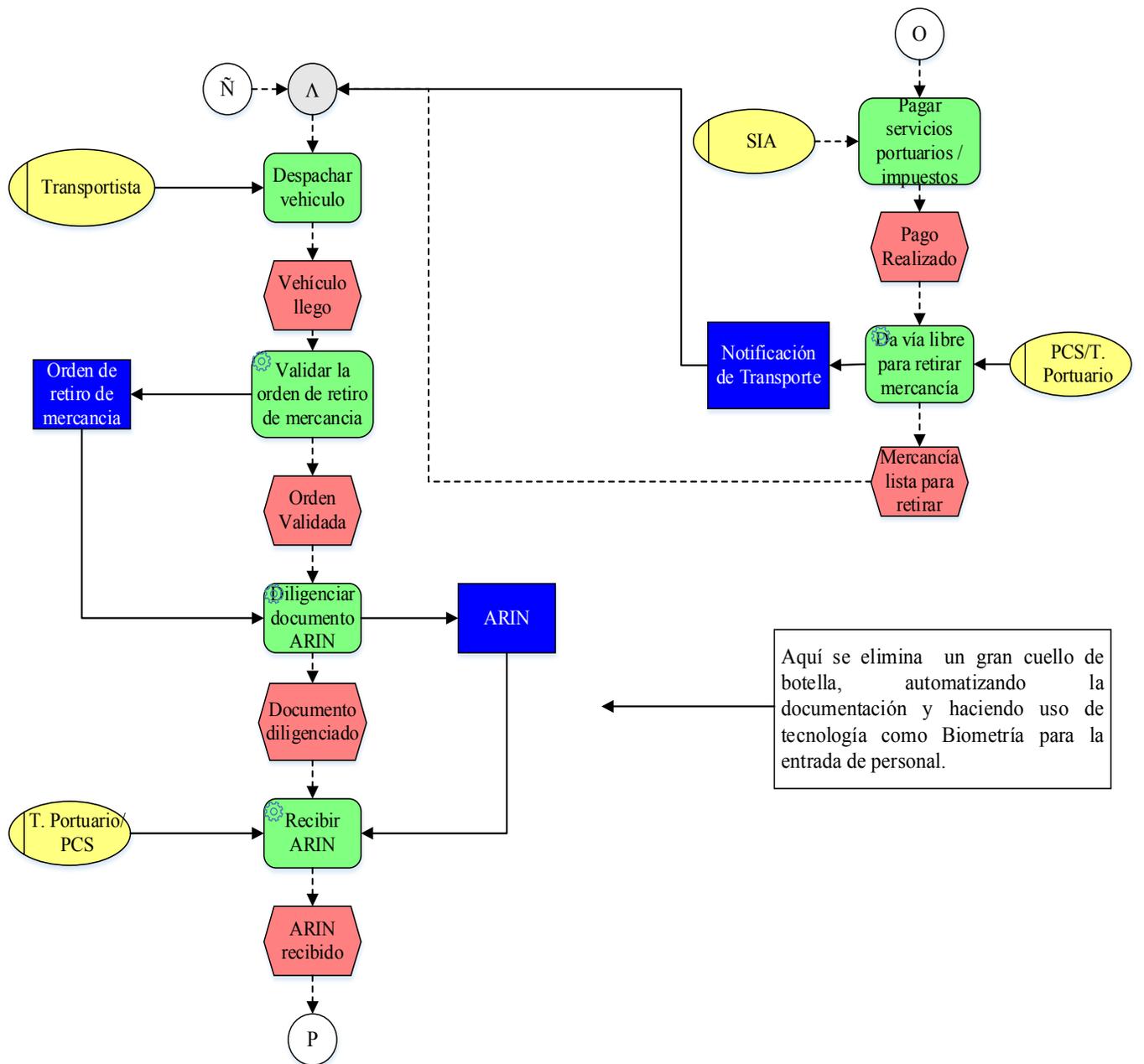


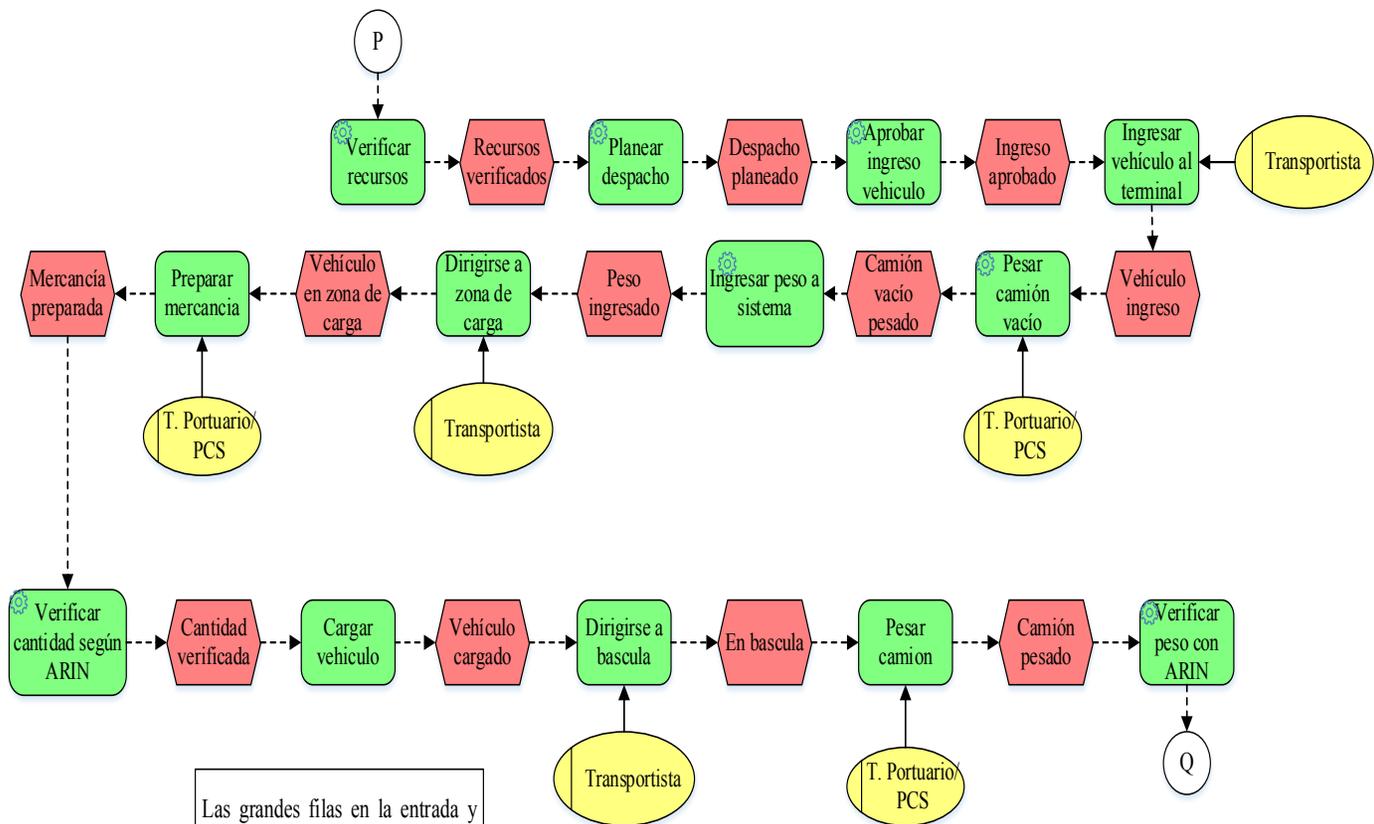




Para la documentación se requiere contar con ella previamente y debido a la automatización previa el proceso elimina las demoras.







Las grandes filas en la entrada y salida del puerto por verificaciones manuales de personal y carga se eliminan con la automatización y se agiliza el proceso.

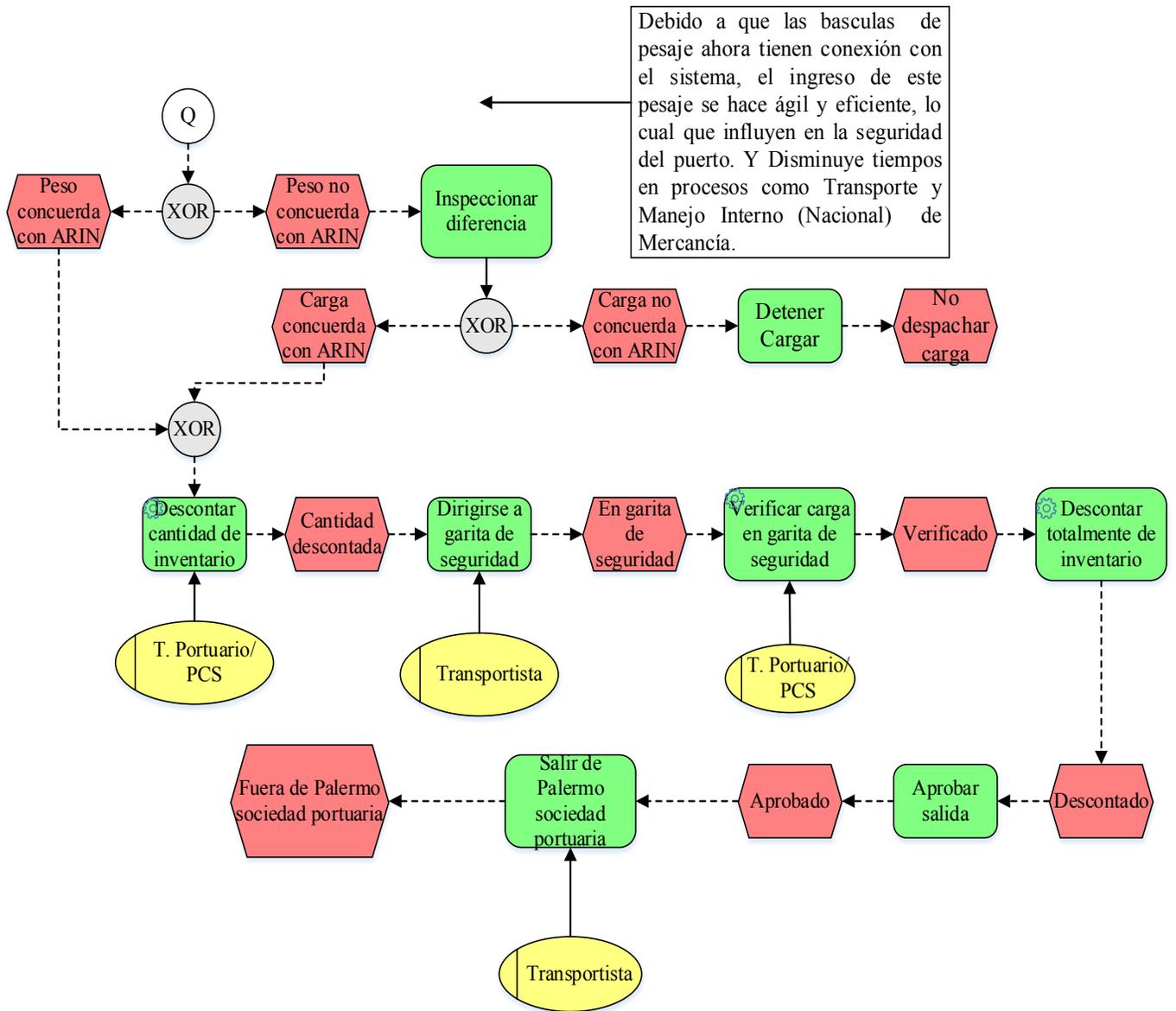


Ilustración 16 Diagrama de Importación Mejorado

Teniendo en cuenta el diagrama anterior se plantea para una mejor visualización la representación a nivel macro las actividades de comercio exterior de la siguiente manera:

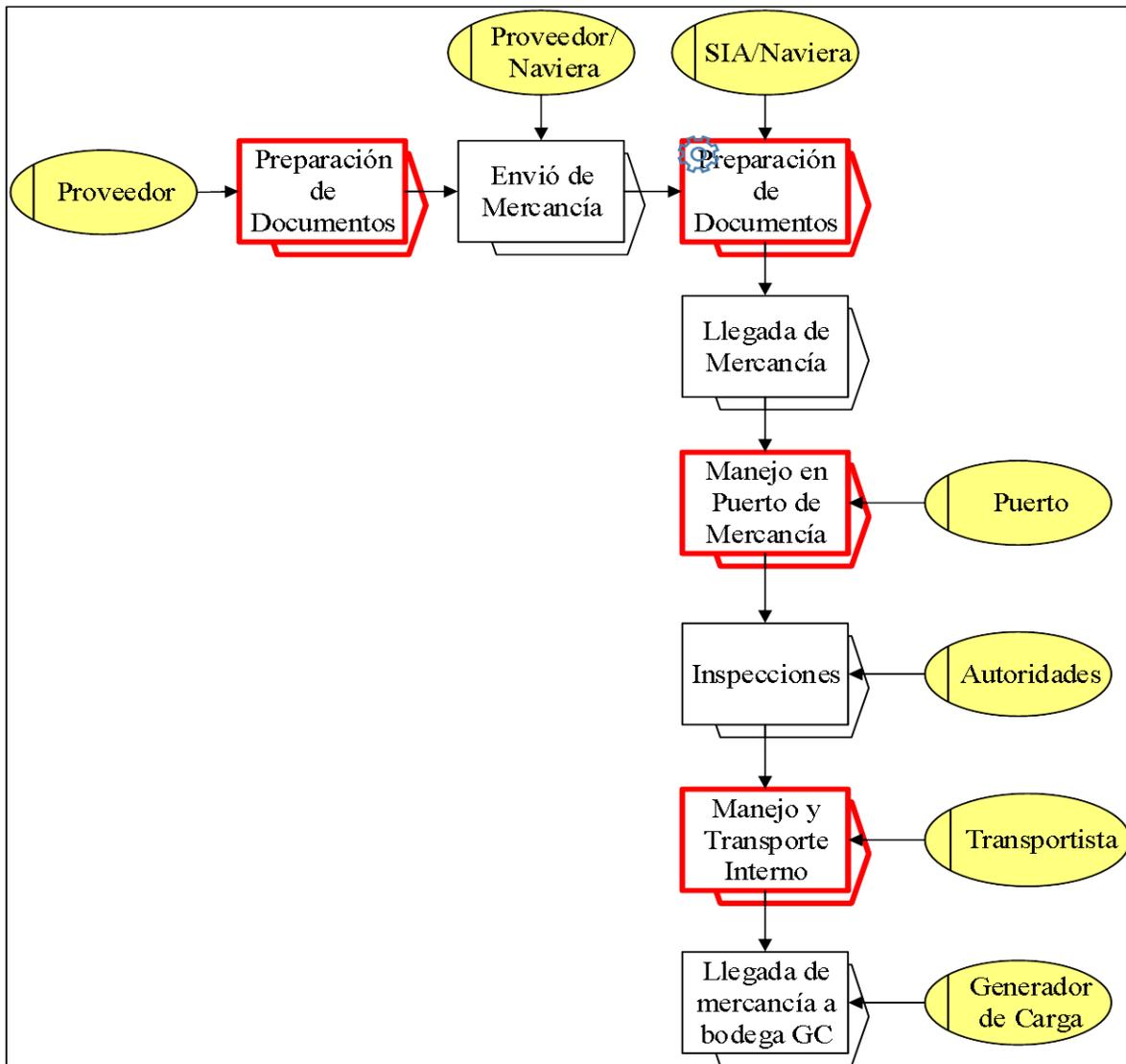


Ilustración 17 Representación macro de actividades ComEx Importación Mejorado

De las ilustraciones 16 y 17 se puede observar que se hicieron cambios representativos en el proceso. El primero de ellos y es la incursión de un nuevo actor, PCS, el cual sirve de intermediador entre los demás actores de la cadena. Seguidamente se observa que se cambian en las actividades que se encuentran en color rojo y son: Preparación de la Documentación, Manejo y Transporte Interno de mercancía y el Manejo en puerto de Mercancía.

La Preparación de documentos se automatizo completamente eliminado la documentación física y proporcionando intercambio constante e inmediato de información en todo momento del proceso.

El proceso macro Manejo de Mercancía en Puerto se mejoró con automatización de algunos procesos y la implementación de tecnología como es el caso particular de la tarjeta electrónica y la implementación de Biometría Digital, como control de seguridad, tanto para personal como equipos. Además del uso de RFID, como herramienta para la trazabilidad en todo momento de la carga.

El Manejo y Transporte interno de mercancía también se rediseño, eliminando un número significativo de actividades mediante la automatización de procesos y la implementación de la tecnología mencionada anteriormente.

3.7.4 Rediseño Proceso de Exportación

Teniendo en cuenta el proceso actual de exportación en Colombia y su similitud con el proceso de importación, el rediseño de este proceso se basa en los mismos criterios que el anterior.

Este proceso empieza con el envío de la mercancía de los exportadores Colombianos al puerto nacional, en este caso en particular a un puerto de la ciudad de Barranquilla. A su vez una serie de documentación se va preparando y enviando a los actores correspondientes e involucrados con la misma, esto se hace mediante la plataforma PCS y se logra automatizar este proceso. Previamente el buque ha llegado al puerto y está a la espera de la mercancía.

El exportador envía la mercancía con un transportista el cual requiere de una documentación y unas autorizaciones necesarias para entrar al puerto, nuevamente se realiza todo este procesos mediante el PCS. Cuando el transportista llega con la mercancía al puerto ya no es necesaria una inspección física previa de documentos y del personal, ya

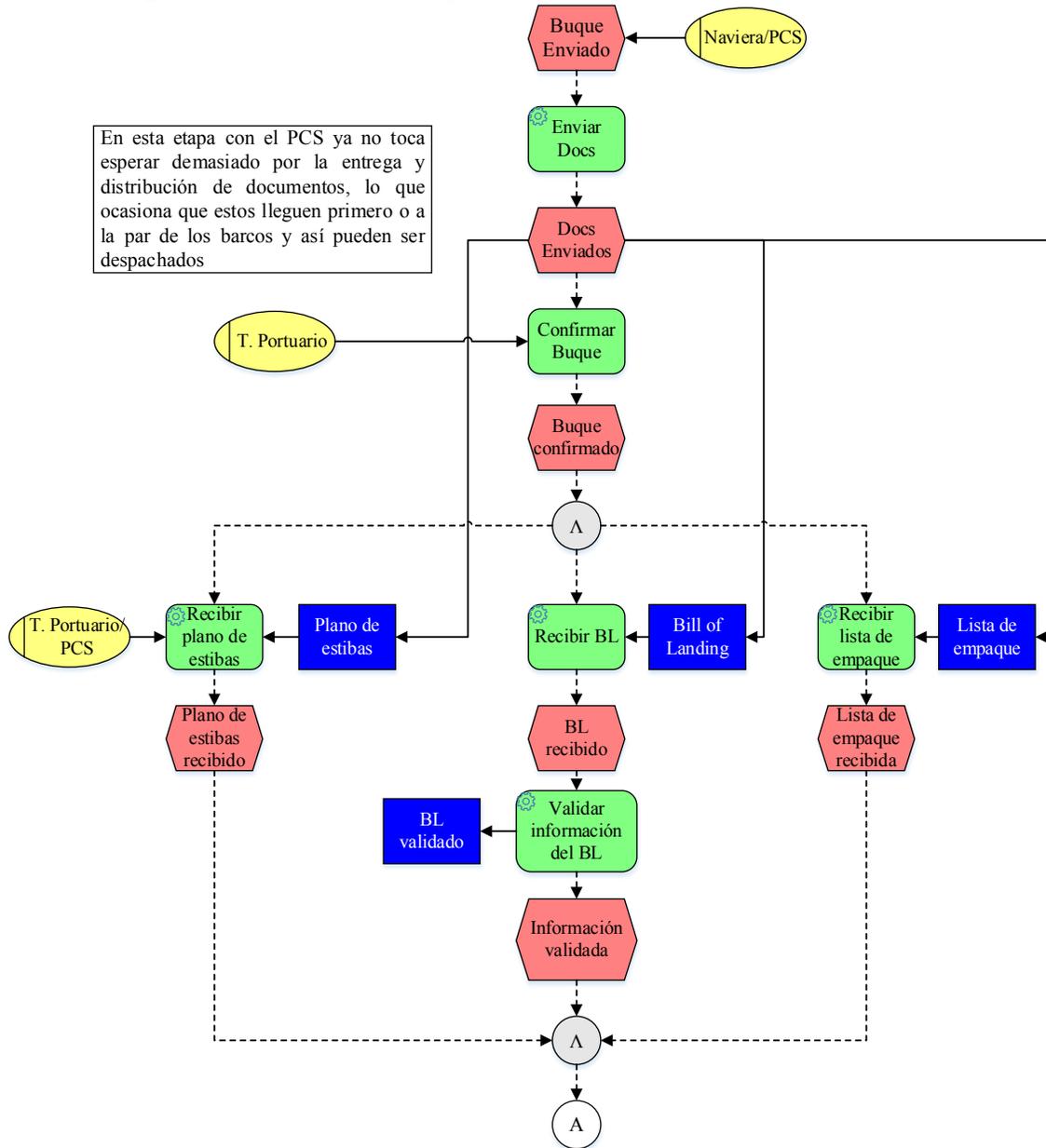
que el PCS realiza esto de manera automática y tecnologías como la Biometría Digital ayuda con la validación del personal y equipos. Esto se realizaba de manera manual y tomaba un tiempo considerable, ahora se eliminan las filas y obstrucciones del proceso. A su vez se realiza el mismo proceso de tarja que en la importación. Seguido por el procesos de pesaje y actualización automática de inventario mostrado en el proceso de importación.

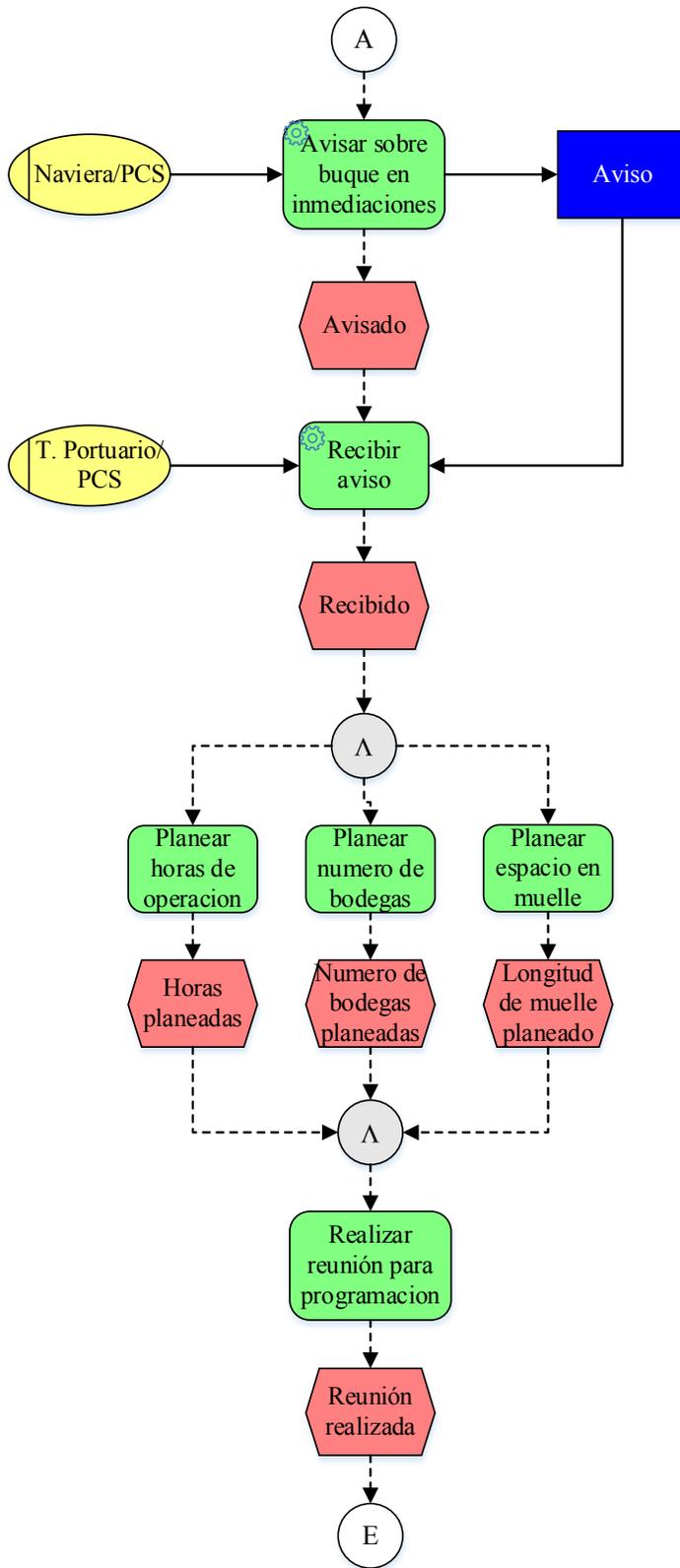
Las inspecciones por parte de las diferentes autoridades se hacen necesarias y esto toma un tiempo considerable, sin embargo con la ayuda del PCS la parte documental se agiliza y puede llegar a representar una reducción significativa en tiempos.

Cuando todos los documentos asociados a las inspecciones se encuentran en regla la mercancía es cargada en el buque y es despachada.

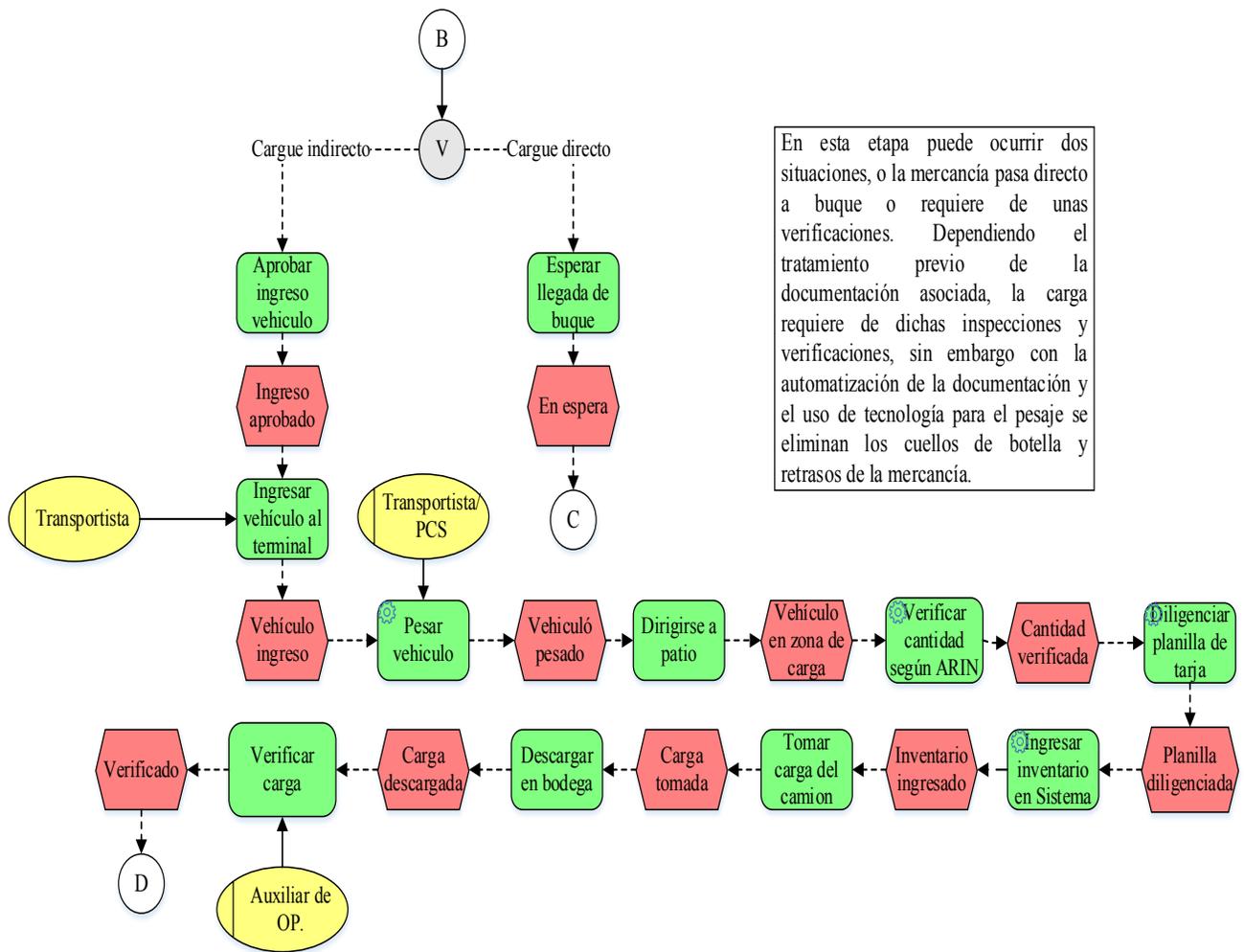
A continuación se ilustra mediante un diagrama EPC el rediseño de los procesos de exportación planteado anteriormente.

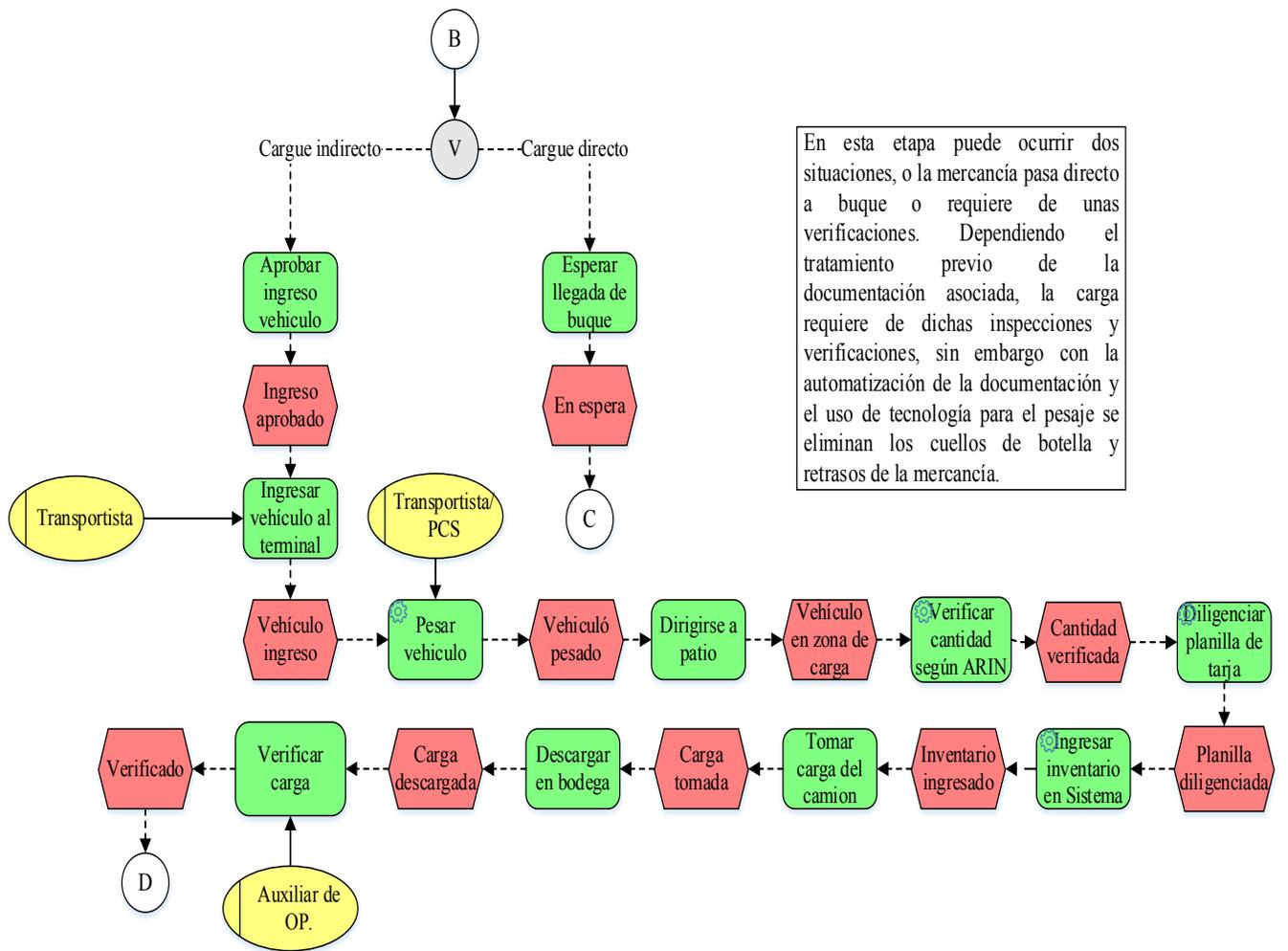
3.7.4.1 Diagrama EPC TO - BE Exportación



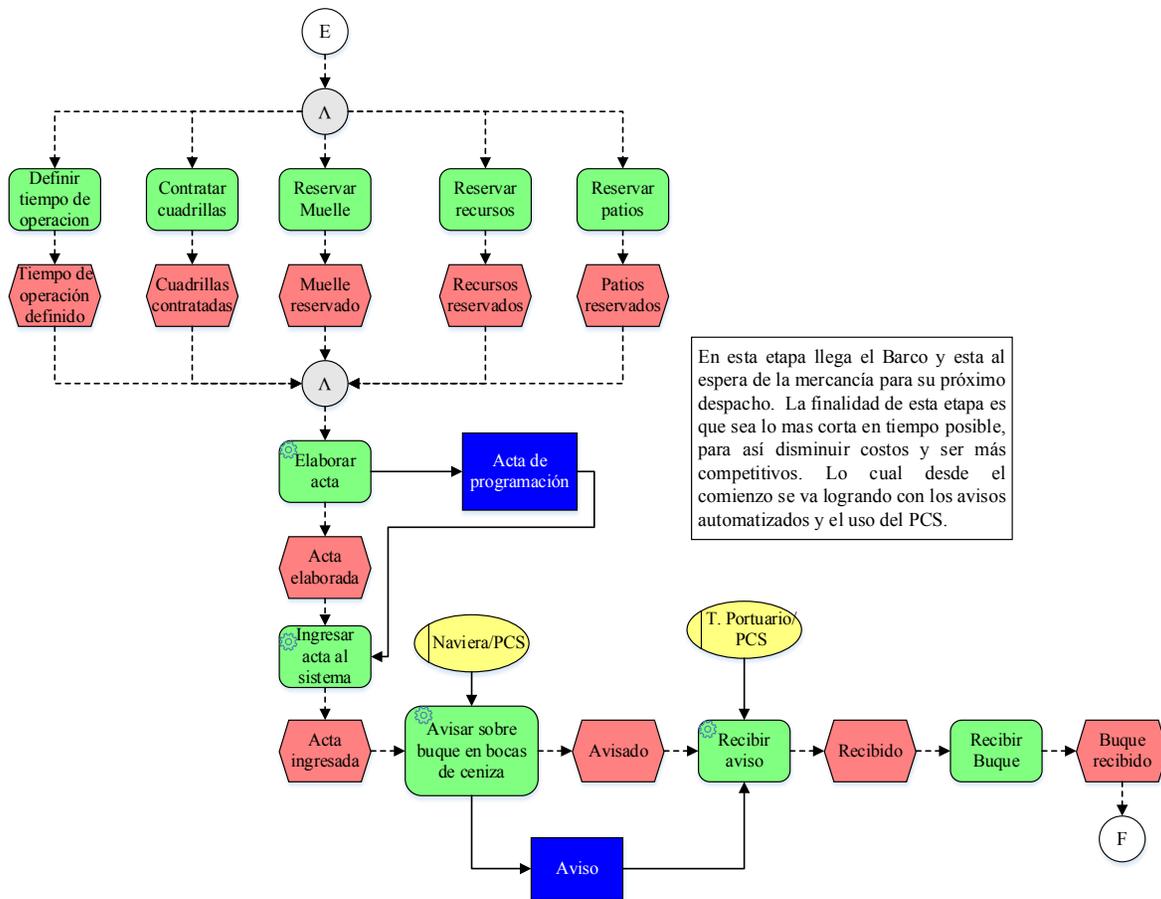


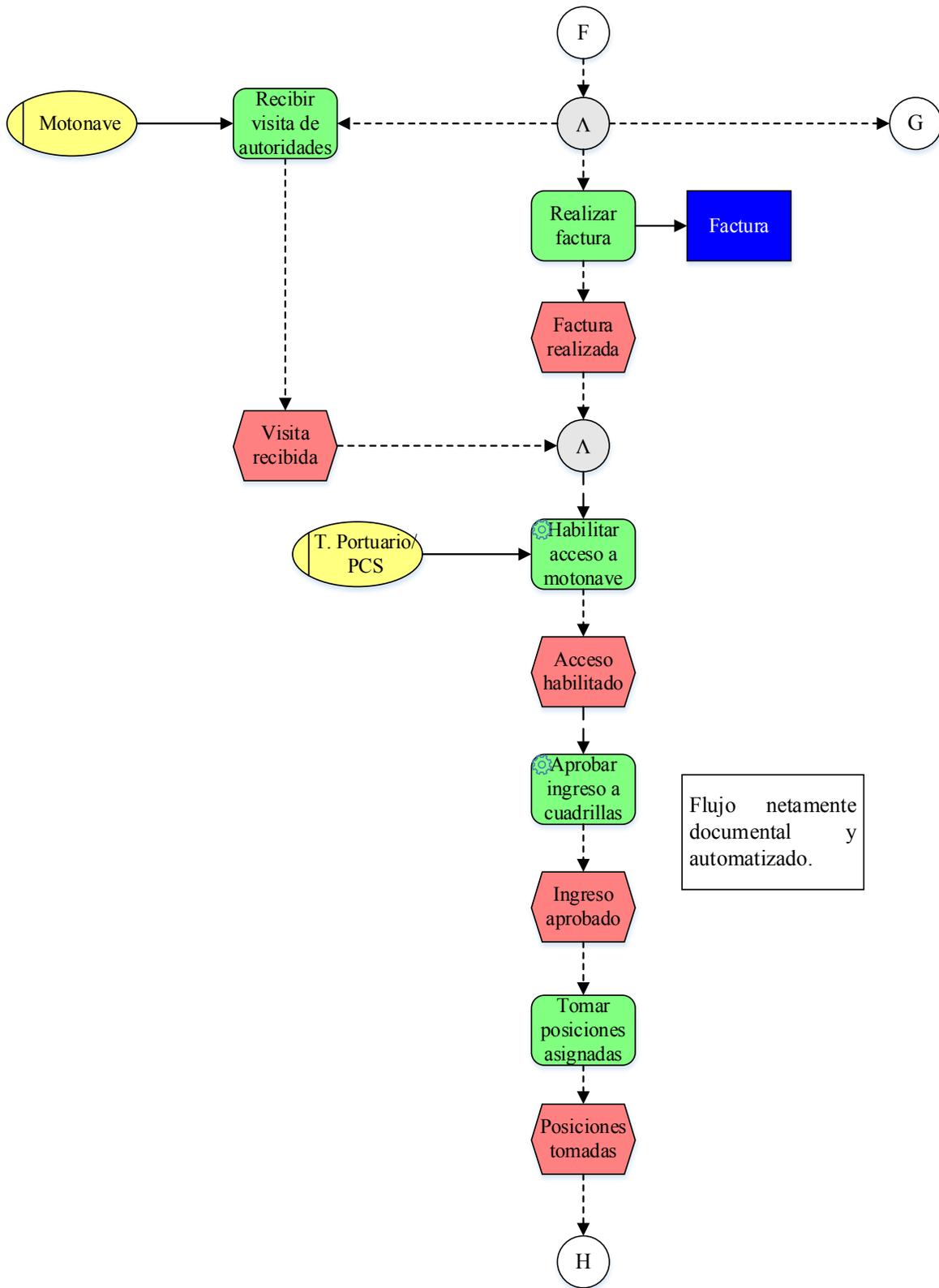
En esta etapa el flujo es netamente documental y no siempre se realiza en paralelo al flujo de mercancía. Sin embargo se presenta el cambio a avisos instantáneos y automatizados.

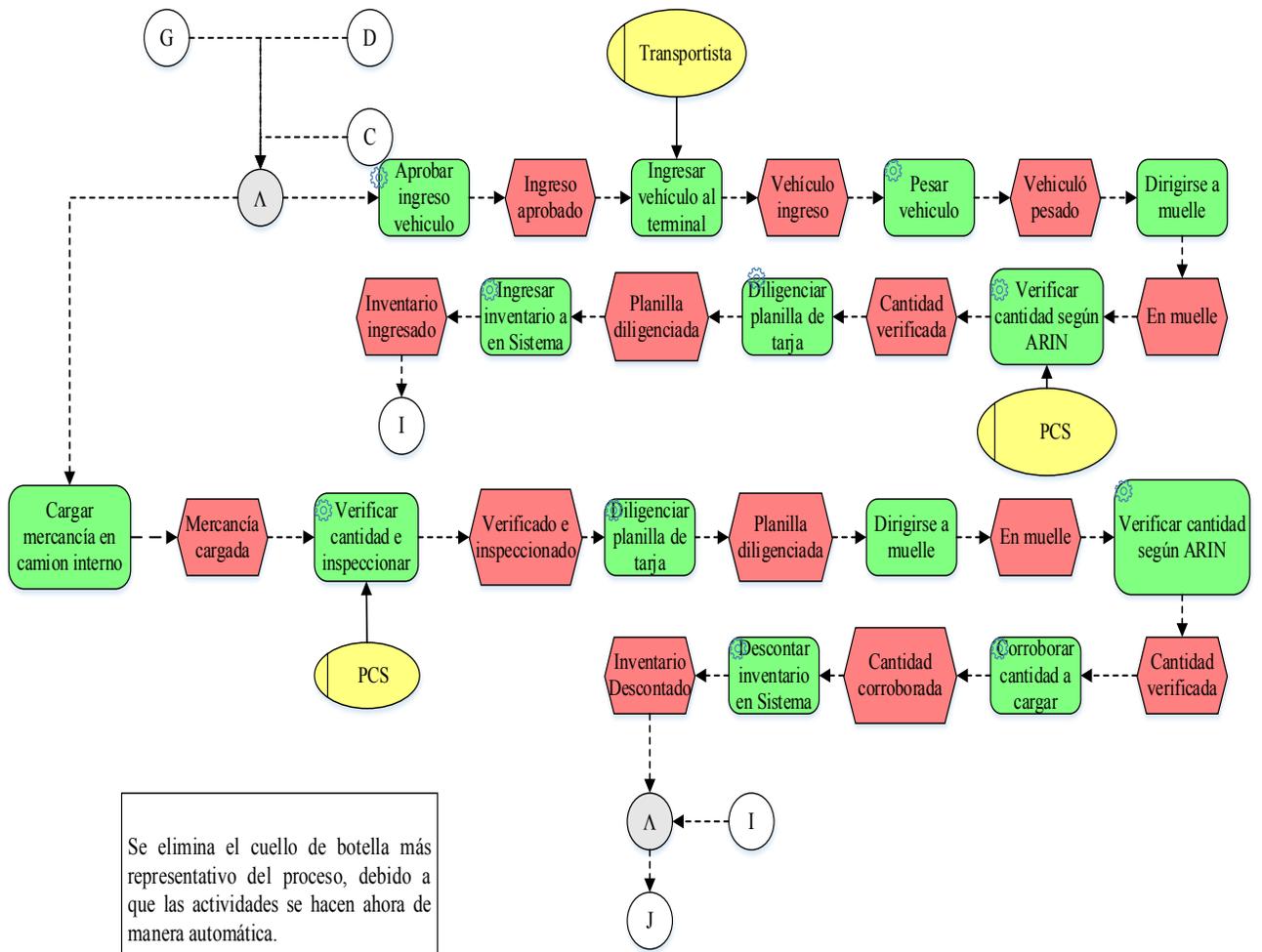


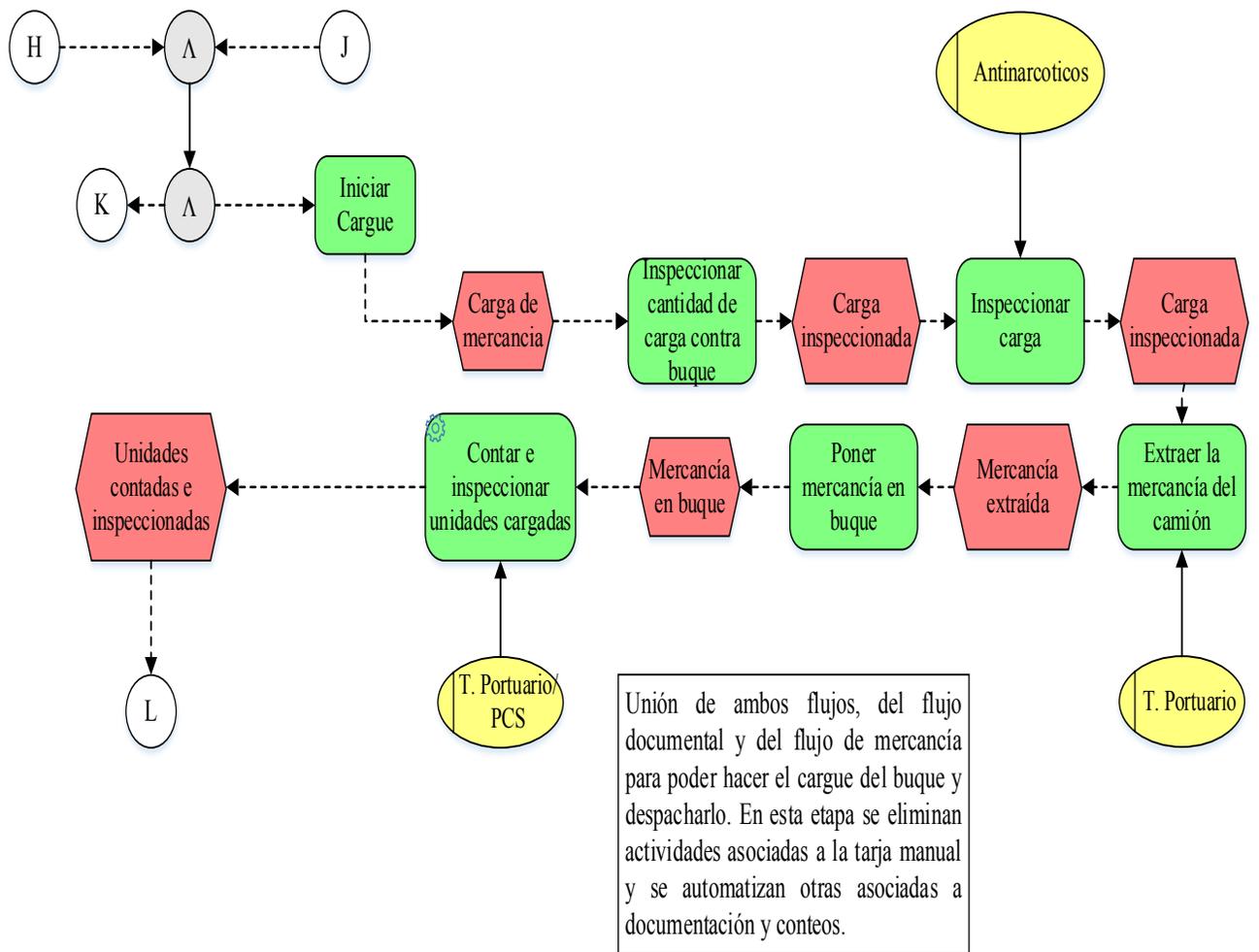


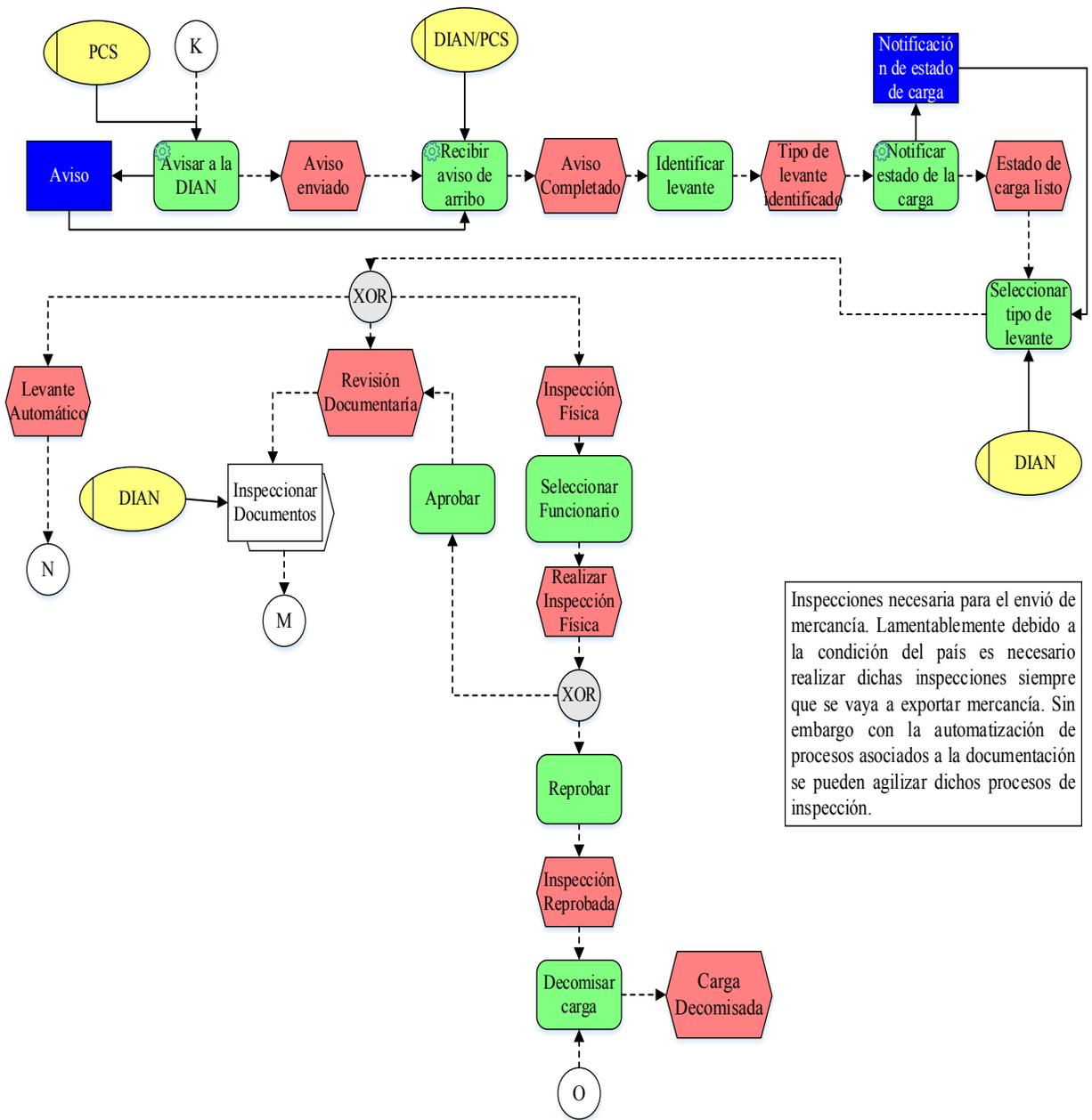
En esta etapa puede ocurrir dos situaciones, o la mercancía pasa directo a buque o requiere de unas verificaciones. Dependiendo el tratamiento previo de la documentación asociada, la carga requiere de dichas inspecciones y verificaciones, sin embargo con la automatización de la documentación y el uso de tecnología para el pesaje se eliminan los cuellos de botella y retrasos de la mercancía.











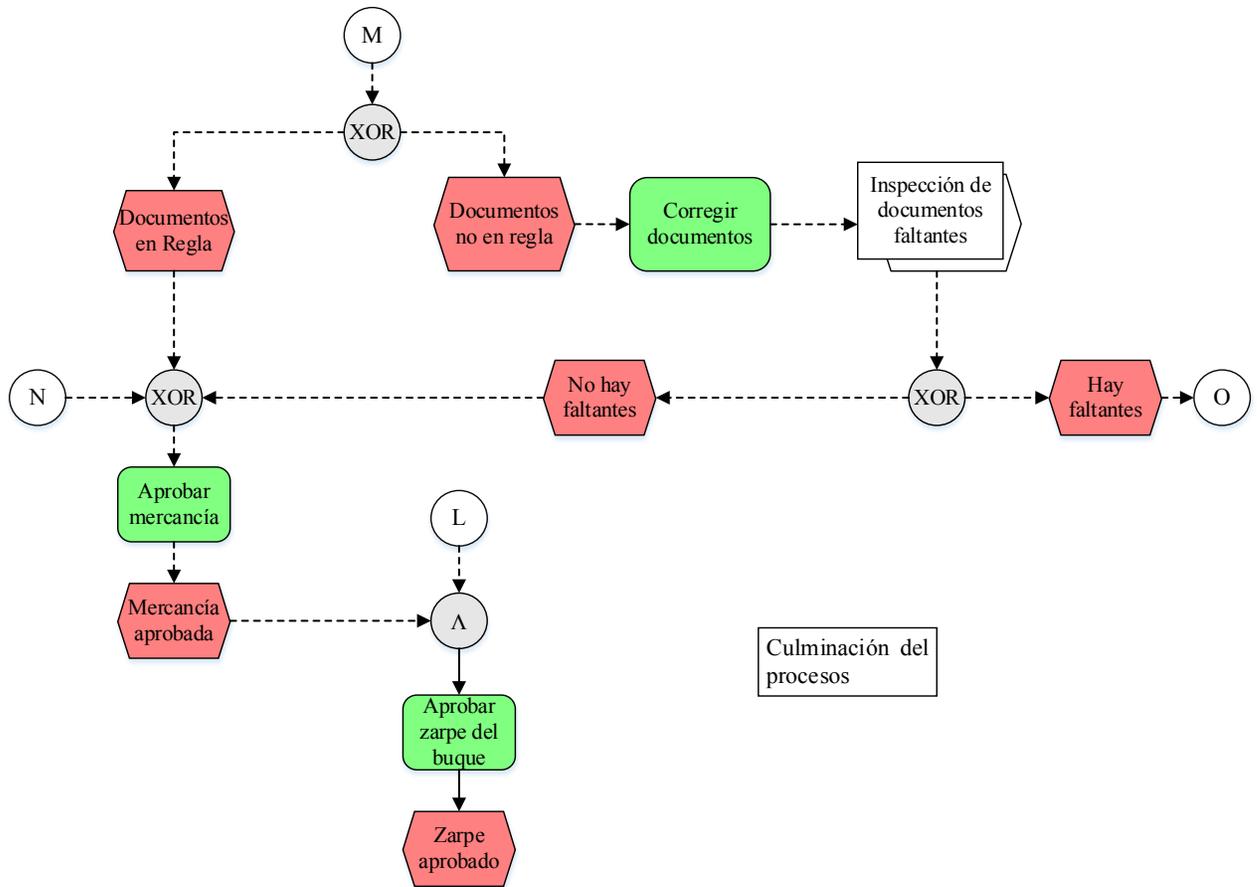


Ilustración 18 Diagrama de Exportación Mejorada

Teniendo en cuenta el diagrama anterior se plantea para una mejor visualización la representación a nivel macro las actividades de comercio exterior de la siguiente manera:

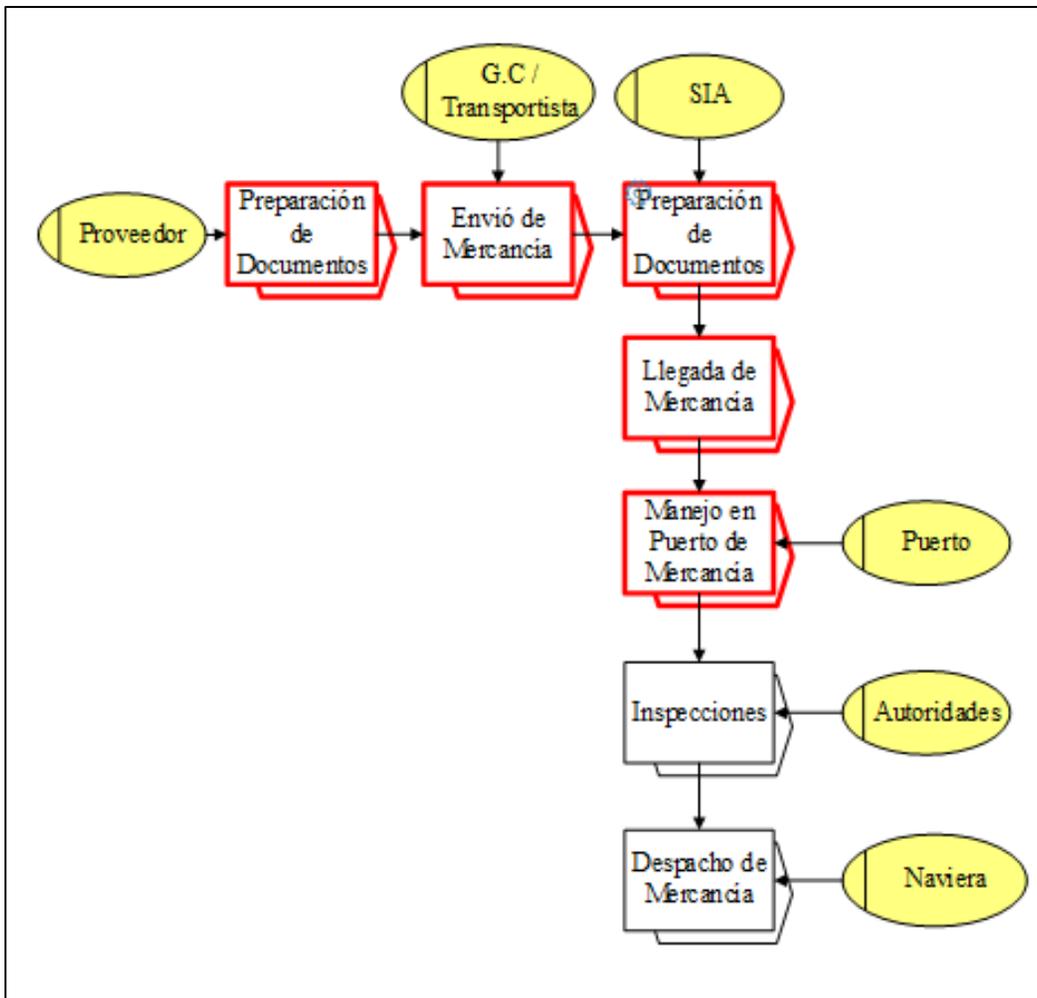


Ilustración 19 Representación macro de actividades ComEx Importación Mejorado

Teniendo en cuenta las ilustraciones 18 y 19 se puede observar que se hicieron cambios representativos en el proceso. El primero de ellos al igual que en el proceso de importación es la incursión de un nuevo actor, PCS, el cual sirve de intermediador entre los demás actores de la cadena. Seguidamente se observa que se cambios en las actividades que se encuentran en color rojo y son: Preparación de la Documentación, Manejo y Transporte Interno de mercancía, cual se compone por el Envío de Mercancía y la Llegada de Mercancía a puerto y el Manejo en puerto de Mercancía.

Siguiendo el procesos de importación se plantea que la Preparación de documentos se automatiza completamente eliminado la documentación física y proporcionando intercambio constante e inmediato de información en todo momento del proceso.

El Envío y Llegada de mercancía mediante el transporte interno de mercancía también se rediseño, eliminando con esto un número significativo de actividades mediante la automatización de procesos asociados a la documentación y a su vez debido a la implementación de la tecnología mencionada anteriormente.

El proceso macro Manejo de Mercancía en Puerto se mejoró con automatización de algunos procesos y la implementación de tecnología como es el caso particular de la tarjeta electrónica y la implementación de Biometría Digital, como control de seguridad, tanto para personal como equipos. Además del uso de RFID, como herramienta para la trazabilidad en todo momento de la carga.

CAPITULO IV.

Cuantificación del impacto de la implementación de un PCS en un Puerto del Atlántico

4.1 Modelo basado en eventos discretos

Para esta sección se presenta un modelo basado en eventos discretos como medio para llevar a cabo una evaluación de la implementación de un PCS en la ciudad de Barranquilla, más específicamente usando a Palermo Sociedad Portuaria como actor principal y basado únicamente en el proceso de importación. Esto es debido a que la mayoría las actividades ComEx en Colombia son las importaciones y por ende se tiene mayor accesibilidad a los datos de estas que al de exportaciones. Para poder evaluar la incursión de un PCS en el mercado se plantean dos escenarios bases: el escenario actual llamado para todo efecto AS-IS y el escenario mejorado incluyendo la implementación de un PCS y tecnologías planteadas anteriormente, este es llamado TO-BE. A su vez en esta sección se presenta una validación del modelo y la conclusión de la sección con el análisis de los diferentes escenarios.

El modelo incluye todos los elementos de una cadena de suministro del comercio exterior: desde la llegada de los buques de las mercancías al puerto de Barranquilla, seguido del atraque de los barcos y descarga de mercancías, almacenaje, inspecciones reglamentarias, la llegada de los camiones y posterior entrega de la mercancía al generador de carga. Todo esto teniendo en cuenta los diagramas de procesos presentados en la sección anterior y los supuestos de tecnología asociados.

Una estructura detallada se presenta en la siguiente ilustración, la cual muestra el flujo de procesamiento del modelo de simulación de una cadena de suministro de importación.

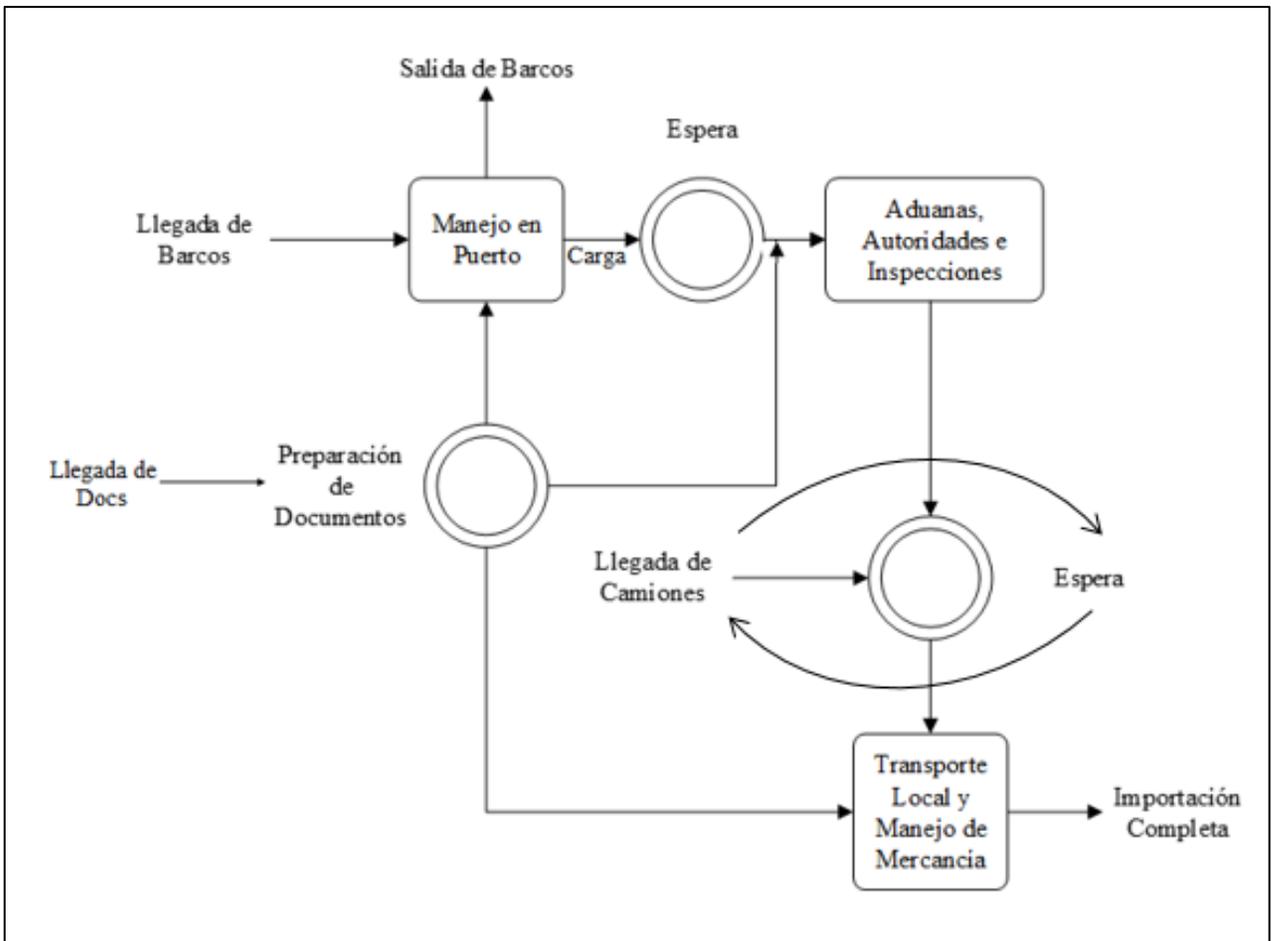


Ilustración 20 Pseudo-código del proceso de importación para el modelo de simulación discreta.

Es importante destacar que el seudocódigo presentado en la Ilustración 10 hace referencia al diagrama EPC de la situación actual del sistema (Capítulo 2).

4.1.1 Inputs del Modelo

Teniendo en cuenta que el modelo representa un sistema tan complejo, como es el caso de una cadena de suministro del comercio exterior, es importante utilizar la mayor cantidad de datos históricos para lograr la captura de todo el sistema, y así poder realizar una mejor simulación discreta.

Para este caso en partículas con el uso de la herramienta Input Analyzer de Rockwell Arena se obtuvieron las siguientes distribuciones y probabilidades.

	Distribuciones
Tasa de llegada Barcos Mensual (barcos/mes)	POIS(17.5)
Tasa de Servicio Descargue Barcos tipo pequeños (días)	0.5 + GAMM(0.546, 2.78)
Tasa de Servicio Descargue Barcos tipo grandes (días)	1.5 + GAMM(1.71, 2.07)
Número de toneladas barco mixto pequeño	TRIA(527, 4.86e+003, 4.94e+003)
Número de toneladas barco mixto grande	5.4e+003 + 3.53e+004 * BETA(0.9, 1.47)
Número de toneladas barco con Carga General pequeño	1 + LOGN(2e+003, 7.61e+003)
Número de toneladas barco con Carga General grande	TRIA(5, 2.07e+003, 2.48e+004)
Tiempo en Zona Par Vehículos (Camiones) (minutos)	0.999 + GAMM(73.1, 0.99)
Tasa de Servicio Carga Vehículos (Camiones) (minutos)	8 + GAMM(58.8, 2.6)
Espera Vehículos Antes de Entrar a Cargar (minutos)	0.999 + GAMM(11, 2.05)

Tabla 18 Distribuciones de tasas de servicio y cantidades

Tipo de Barco	
Probabilidad Barco grande	Probabilidad Barco pequeño
45,83	54,17

Tabla 19 Probabilidades por tipo de barco

Tipo de Carga		
Probabilidad Contenedores	Probabilidad Carga General	Probabilidad Carga Mixta
0,00	72,69	27,31

Tabla 20 Probabilidad por tipo de carga

Es importante destacar de las tablas anteriores que debido a la naturaleza del puerto sobre el cual se está centrando la implementación de un PCS, el manejo de contenedores es nulo, sin embargo se incluye para una posterior evaluación del sistema manejando este tipo de carga. Todas las distribuciones anteriores fueron obtenidas por datos históricos desde enero del 2014 hasta septiembre del 2015.

4.1.2 Descripción del Modelo

Como se muestra en la ilustración 20 el modelo se basa en la actividad de importación en el departamento del Atlántico. Este comienza con la llegada de los buques, considerando un buque como una entidad entrante al sistema. Seguido se plantea una decisión de capacidad de recursos asociado a las bahías disponible del puerto, si hay disponibles el buque puede entrar para su posterior atención. Es importante destacar que los buques que están previamente confirmados para su arribo siempre van a tener prioridad y disponibilidad de bahías, los únicos buques que pueden no entrar al sistema son los llamados agentes libres.

A su vez está entrando un entidad de documentación, la cual luego del tiempo de preparación de documentos es culminado se junta con la entidad del barco y se procede con el proceso. Es importante destacar que se parte del supuesto de que todos los barcos traen mismo número de importaciones, en este caso el más común en el departamento, 5 importaciones. Y la preparación de documentos es asociada a las 5 importaciones.

Cuando las dos entidades se vuelven una sola se procede con el proceso de descargue, este depende del tipo de barco y el tipo de mercancía, por lo cual hay una decisión que tomar para ver qué tipo de descargue realizar. Seguido de la entidad de separar en dos, liberando el barco y la bahía y siguiendo su curso en el sistema como una mercancía global. Para que el proceso siga es necesario separar la entidad en 5 entidades, y así representar las 5 importaciones que componían el barco inicial.

Cada una de esas importaciones pasa a una decisión de inspección la cual puede ser física, documentaria o simplemente no tener inspección. Seguido de esto la mercancía queda lista para su despacho. Lo que implica una serie de procesos asociados a la coordinación del despacho de la misma. Cuando se producen todos estos procesos la mercancía es cargada en los camiones y siguen una serie de procesos. Seguido de esto se efectúa una decisión, si la mercancía fue cargada en su totalidad se procede con el despacho y se termina el proceso, si la mercancía no ha sido despachada se carga en camiones hasta completar su

totalidad. Es importante destacar que se tiene como supuesto que no se despacha una importación hasta no terminar la primera en fila.

4.1.3 Validación

Uno de los primeros pasos para probar si el modelo de simulación es correcto y representa bien la realidad es comprobar que todo representa el sistema real. Para esto se alimenta el modelo con datos históricos (mirar Inputs) y se hacen pruebas estadísticas para validar los resultados de la simulación contra las medidas reales correspondientes.

Dada la complejidad del sistema, es esencial hacer hincapié en que es imposible obtener todos y cada uno de los datos históricos. Así que la validación se basa principalmente en las colas del sistema, recursos asociados y el tiempo de los macro procesos de importación.

Las siguientes tablas muestran la validación del modelo de simulación, basado en el método de los intervalos de confianza (IC). El promedio de nuestro modelo están asociados con las columnas (AS-IS: Estado actual) y los intervalos se asocian con los datos históricos recopilados en Palermo Sociedad Portuaria.

Colas	Modelo		Data Histórica		
	AS IS		Intervalos		
	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	μ (Promedio) Caso PSP	Máximo
Número de camiones (cargando)	18,77	5,25	13,52	13,92	24,02
Tiempo de servicio (Carga de Camiones) (minutos)	19,31	3,63	15,68	21,68	22,94

Tabla 21 Validación de Colas

La tabla 21 muestra la validación de las colas, para este caso se utiliza el promedio de tiempo (en minutos) de un camión en la cola para cargar la mercancía para su futura entrega al cliente y el número de camiones en cola para cargar la mercancía en el puerto. La Tabla

7 a su vez muestra que con un 95 % de confianza el modelo simula el comportamiento de los camiones en el puerto, pero también demuestra que nuestro modelo tiene una tasa de servicio más rápida que la real, lo que indica pequeños ajustes en este punto.

Macro-Procesos	AS IS		Intervalos		
	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	μ (Promedio) Caso PSP	Máximo
Promedio de Tiempo de una importación (Total)	13,47	2,17	11,30	13	15,65
Manejo en Puerto Barcos > 5000 TEUS	5,71	0,93	4,78	5	6,65
Transporte local y manejo	3,23	2,03	1,20	2	5,26
Inspecciones y aprobaciones de autoridades (nacionalización)	1,79	0,09	1,70	2	1,89
Manejo en Puerto Barcos < 5000 TEUS	2,09	0,25	1,85	2	2,35

Tabla 22 Tiempo de Macro Operaciones (días)

Utilización %	AS IS		Intervalos		
	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	μ (Promedio) Caso PSP	Máximo
Bahías	54,43	7	47,43	52,03	61,43

Tabla 23 Validación de Recursos

De manera similar las tablas 8 y 9 muestran que el modelo representa con un 95 % de confianza en el comportamiento de los macro-proceso de las operaciones de importaciones en Barranquilla y los recursos involucrados en el mismo. También la tabla 8 muestra que el único evento con una pequeña variación es la aprobación de autoridades (nacionalización) y la inspección; eso es porque las operaciones asociadas a este proceso son de naturaleza diferente en cada importación.

Otra validación importante es encontrar el número perfecto de réplicas para ejecutar el modelo (r), para este paso se utilizó un alfa de 0,05 y suponiendo una distribución normal, se encontró que el número perfecto de la replicas es de $r = 21$.

4.1.4 Análisis de Escenarios

Para el análisis de escenarios se hizo un segundo modelo basado en la implementación de un PCS en la Región, este modelo se basa en la reingeniería de procesos realizada en la sección anterior (Capítulo 3), la cual se basa principalmente en la automatización de procesos, incluyendo nuevas tecnologías, la automatización de los procesos documentales (sin papeles = paperless) y la de comunicación constante y visibilidad entre todos los actores de la cadena. Los cambios se representan en la Ilustración siguiente.

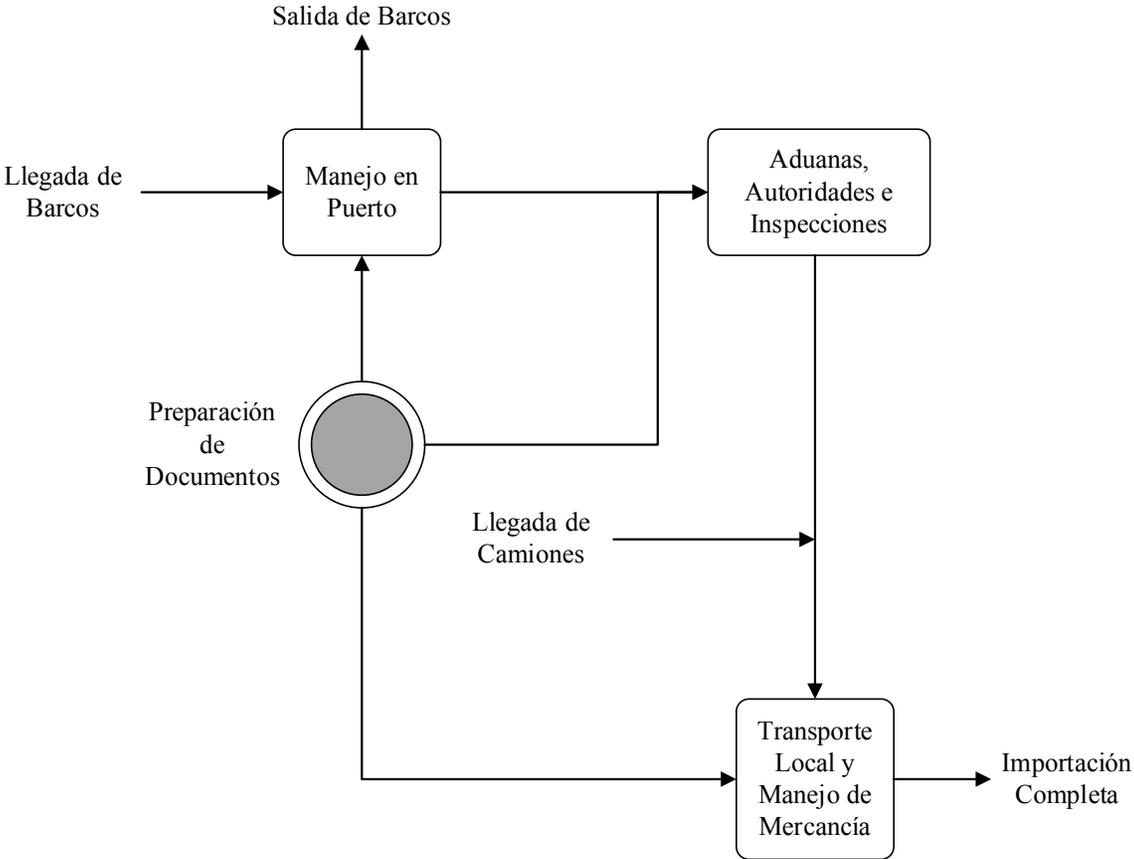


Ilustración 21 Pseudo-código del proceso de importación con la implementación de un PCS.

Utilizando este modelo se propone 4 escenarios diferentes: Escenario 1 TO- BE: representa el impacto en el tiempo de la aplicación de los PCS de la región con las mismas condiciones en cuanto a cantidad de carga a manipular. Escenario 2 TO -BE 10 % GC: muestra la ejecución de un PCS y el impacto de aumentar las importaciones de carga general en un 10%. Escenario 3 TO- BE 20 % GC: es como el escenario 2, pero las importaciones de carga general se incrementan en un 20 %. Escenario 4 TO-BE 10 % C: ilustra el impacto del PCS en el tiempo con un 10% de aumento de contenedores y manteniendo fijo la cantidad de carga general. La siguiente tabla muestra los resultados en los diferentes escenarios:

Escenarios	Tiempo por etapa de los macro-procesos					
	Preparación Documentos	Manejos de puertos y terminales	Aduanas e inspecciones	Transporte local y manejo de mercancía	Tiempo total	% de Reducción
AS IS	5	4	2	3	13	
TO BE	4	3	1	0,5	8,5	35
TO BE + 10% Carga General	4	3	1	0,5	8,5	35
TO BE + 20% Carga General	4	3	1	1	9	31
TO BE + 10% Contenedores	4	3	1	2	10	23

Tabla 24 Análisis de escenarios (días)

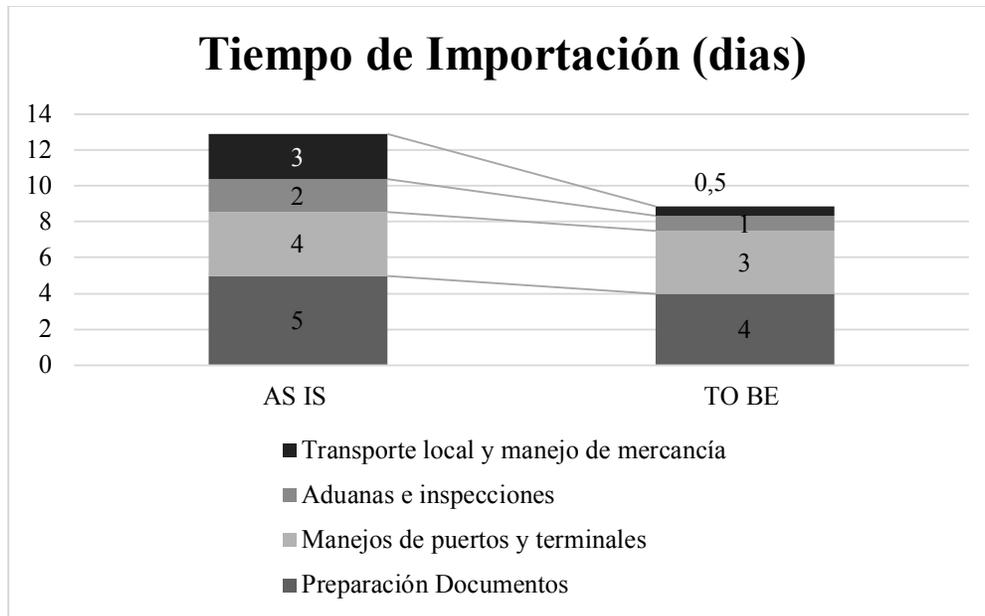


Ilustración 22 Tiempo de importación situación actual y con PCS

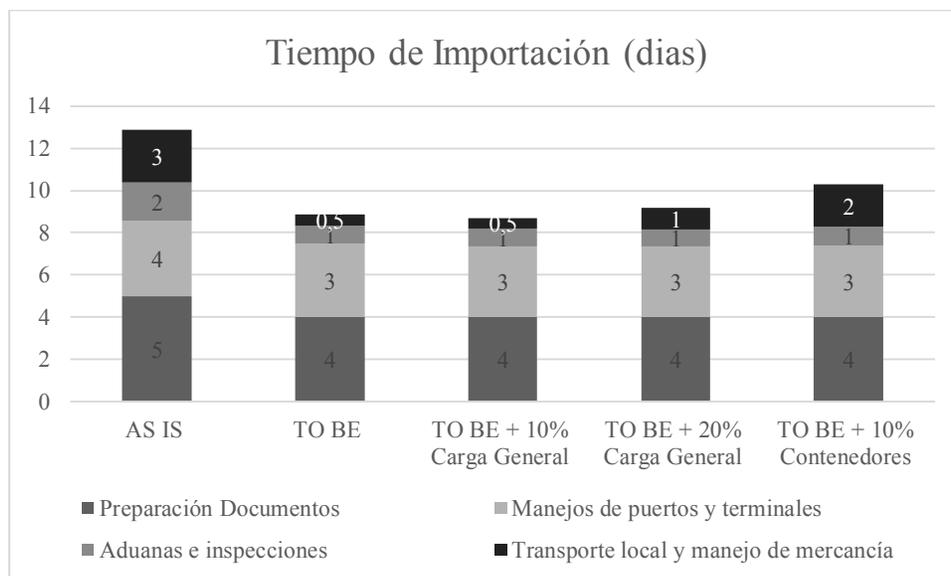


Ilustración 23 Tiempo de importación todos los escenarios

La tabla 10 y las ilustraciones 19 y 20 muestran que el tiempo total del proceso de importación se puede reducir en un 35% con un PCS y también se pueden aumentar en un 10% las importaciones de carga general sin afectar esta ganancia en tiempo. Es importante aclarar que el puerto del caso de estudio está especializado en carga general, por lo cual un aumento del 10 % de los contenedores significa que el tiempo total puede ser sólo reducido en un 23 %. Sin embargo hay una mejora en el tiempo, esto posibilita la opción de para

abrir nuevos mercados en la región. Estas reducciones se producen en su mayoría por el efecto que produce implementar tecnologías y automatizar actividades, teniendo en cuenta esto muchas actividades del modelo fueron eliminadas y algunas actividades del modelo como es el caso de la preparación de documentos en todas las etapas sufren una disminución de tiempo.

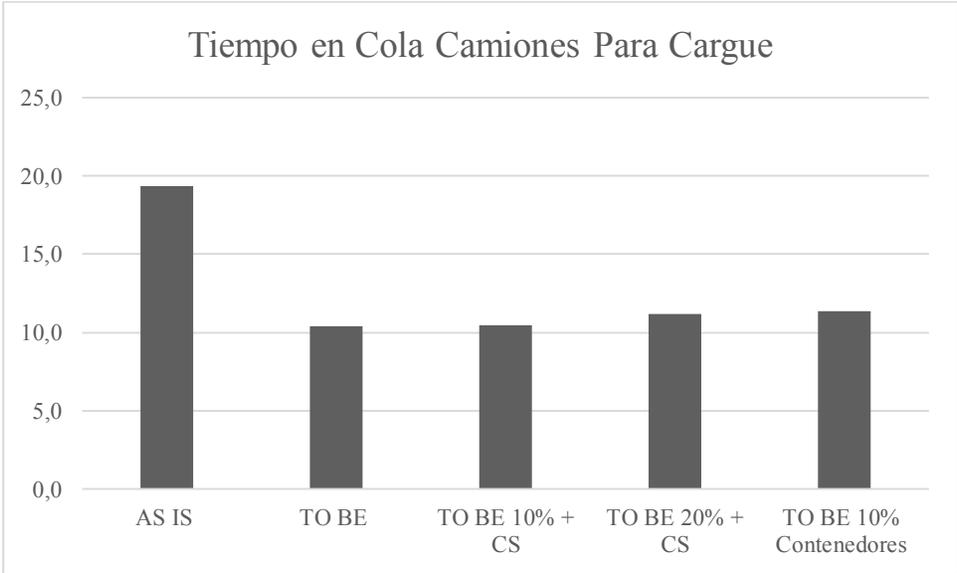


Ilustración 24 Tiempo de las colas de camiones para el cargue de mercancía (minutos)

Otro dato relevante es que el tiempo de cola de camiones en el puerto se reduce en un 46 % en el mejor de los casos (ilustración 21). Sin embargo, hay una reducción significativa en cualquier escenario en comparación con la situación inicial.

En conclusión, el mejor de los casos es el escenario 3 (TO- BE + 10 % Carga General), éste tiene una reducción del tiempo del 35 %, lo que significa que el tiempo total de un proceso de importación puede estar en promedio 8,5 días y también el mercado de carga general en el puerto se puede aumentar en un 10%. Esto se debe a que con la implementación de un PCS los cuellos de botella asociados al Proceso de Transporte Local y el proceso de preparación de los documentos se reducen en 46% y 20% respectivamente. También uno de los resultados más importantes es que un PCS puede mejorar la colaboración entre las partes interesadas con el intercambio eficiente de toda la documentación necesaria a través de todos los procesos asociados en una importación, esto representa una reducción de 1 día en el tiempo total del proceso de Preparación de Documento.

4.1.5 Conclusiones

En esta sección se considera la situación de una economía emergente como la de Colombia en las actividades logísticas de comercio exterior (especialmente importaciones), teniendo en cuenta las 4 principales actividades globales como: preparación de documentos, el puerto y el manejo del terminal, aduana y las inspecciones y los transportes terrestres.

Se creó un modelo de simulación discreta que representa todo el sistema y también alteramos el sistema con la adición de un sistema de Comunidad Portuaria PCS, para demostrar que una plataforma tipo ventanilla única puede ayudar a aumentar la competitividad en una economía emergente como la colombiana. Uno de los resultados más destacados es que esta herramienta puede proporcionar una reducción del 35 % en el mejor de los casos del tiempo total de la importación en Barranquilla, mejorando con esto las actividades logísticas relacionadas con estas cadenas de suministro específicos. También un PCS puede aumentar en un 10% las importaciones de carga general manteniendo la misma reducción en el tiempo. En cuanto a carga contenerizada se pudo apreciar que existe una mejora significativa, pero es menor la reducción en tipo de los demás escenarios, esto es debido a el tipo de puerto sobre el que se trabajó el modelo. Los recursos de ese puerto no son especializados en ese tipo de carga, por lo que aunque se mejore tecnologías siempre estará el limitando de los recursos. Sin embargo por todo lo anterior se recomienda a nivel operativo la inversión en un sistema comunitario de puerto para la región.

Debido a que este caso de estudio proporciona información acerca de la cuantificación de los beneficios relacionados con el tiempo de cada proceso macro de las actividades de importación en Barranquilla, sirve como modelo para un futuro desarrollo de un Sistema de Comunidad Portuaria en la región, por lo que la evaluación de inversiones podría ser más fácil para el futuro los tomadores de decisiones.

La principal limitación de este estudio es que un PCS no se ha desarrollado nunca en Colombia. El modelo de simulación se basa en la aplicación hipotética de un PCS en

Barranquilla, propuesto en la sección anterior (Capítulo 3). Cualquier diferencia entre el modelo de simulación de eventos discretos propuesto y la aplicación real de un Sistema de Comunidad Portuaria en la región podría cambiar los resultados obtenidos. Otra limitación es que el modelo sólo contempla el proceso de importación, aun cuando se espera que los resultados sean extensibles al proceso de exportaciones con quien comparte múltiples actividades comunes, tal vez la simulación de actividades de exportación puede cambiar los resultados.

Para futuras investigaciones se propone utilizar diferentes puertos de Barranquilla y otras ciudades (colaboración horizontal y vertical) de Colombia con una mayor participación de los diferentes tipos de carga.

CAPITULO V.

Evaluación financiera de la propuesta

5.1 Descripción de la propuesta para la evaluación financiera

Para realizar la evaluación financiera se tomó como base el primer supuesto de implementación de una oficina prestadora del servicio ubicada en el área metropolitana de la ciudad de Barranquilla, para esto se plantean costos fijos de

- Arriendo
- Servicios

De igual manera, se incurre en costos de mano de obra los cuales corresponden al staff que estará disponible para realizar las operaciones. Estos son:

- Operarios (4)
- Gerente (1)

A su vez se tienen en cuenta la compra de equipos, en este caso:

- Computadores (5)

También se debe incluir gastos administrativos de papelería, los costos de presentarse algún imprevisto (considerado del 5%).

De igual forma, se debe tener en cuenta la estimación de la demanda para obtener el flujo de caja. Para la cual se basa en el muestreo prestado bajo el marco del proyecto Clúster Logístico del Atlántico. Teniendo esto en cuenta, se hace una aproximación del número de operaciones por importación y exportación al año en la ciudad de Barranquilla, y a su vez teniendo en cuenta el referente europeo de PCS se aproximan el número de transacciones por operación dependiendo el eslabón de la cadena.

	# Operaciones / año
Exportaciones	250
Importaciones	8315

Tabla 25 Numero de Operaciones de Importaciones y Exportaciones por año (aproximación)

	Eslabón						
	Terminal	Navieras	Transportista	Importador	Exportador	Aduanas	Autoridades
#Transacciones/Operación	19	22	8	6	11	6	6
#Transacciones/año (Exportaciones)	4750	5500	2000		2750	1500	1500
#Transacciones/año (Importaciones)	157989	182935	66522	49891		49891	49891

Tabla 26 Transacciones por eslabón

Para la inversión inicial se tiene en cuenta a Palermo Sociedad Portuaria como inversionista mayor. A su vez se tiene en cuenta que los ingresos dependen de un ingreso fijo mensual por eslabón y un ingreso variable el cual también depende de una tarifa cobrada por volumen de transacción, la cual también se basa en el referente europeo, variando desde 0,05 euros hasta 1 euro por transacción.

Agente	tarifa en euros	tarifa en pesos
Terminal	0,01	28,7896
Navieras	0,005	14,3948
Transportista	0,5	1439,48
Importador	1	2878,96
Exportador	0,25	719,74
Aduanas	1	2878,96
Autoridades	1	2878,96

Tabla 27 Tarifas

A continuación se muestra un escenario de flujo de caja de 10 años, en el cual se varía la participación en el mercado comenzando con un 5% hasta terminar en un 100% para el año 10. A su vez manteniendo una tasa de descuento del 10%.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ -	\$ 45.094.413,03	\$ 90.188.826,07	\$ 180.377.652,14	\$ 270.566.478,20	\$ 360.755.304,27	\$ 450.944.130,34	\$ 541.132.956,41	\$ 631.321.782,48	\$ 721.510.608,54	\$ 901.888.260,68
Costos fijos Arriendo	\$ -	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00	\$ 42.000.000,00
Costos fijos Servicios	\$ -	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00
Gastos de adm y ventas Gerente	\$ -	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00	\$ 48.000.000,00
Gastos de adm y ventas	\$ -	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00	\$ 144.000.000,00
Gastos de Imprevistos (5%)	\$ -	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00	\$ 12.600.000,00
Depreciación Equipos	\$ -	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.001,00	\$ 1.000.002,00	\$ 1.000.003,00	\$ 1.000.004,00	\$ 1.000.005,00	\$ 1.000.006,00	\$ 1.000.007,00	\$ 1.000.008,00	\$ 1.000.009,00
Ut. Antes de imp	\$ -	\$ (220.505.586,97)	\$ (175.411.174,93)	\$ (85.222.349,86)	\$ 4.966.475,20	\$ 95.155.300,27	\$ 185.344.125,34	\$ 275.532.950,41	\$ 365.721.775,48	\$ 455.910.600,54	\$ 636.288.251,68
Impuesto (33%)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.638.936,82	\$ 31.401.249,09	\$ 61.163.561,36	\$ 90.925.873,63	\$ 120.688.185,91	\$ 150.450.498,18	\$ 209.975.123,05
utilidad neta	\$ -	\$ (220.505.586,97)	\$ (175.411.174,93)	\$ (85.222.349,86)	\$ 3.327.538,39	\$ 63.754.051,18	\$ 124.180.563,98	\$ 184.607.076,77	\$ 245.033.589,57	\$ 305.460.102,36	\$ 426.313.128,62
Costos Operacionales Equipos		\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.001,00	\$ 1.000.002,00	\$ 1.000.003,00	\$ 1.000.004,00	\$ 1.000.005,00	\$ 1.000.006,00	\$ 1.000.007,00	\$ 1.000.008,00	\$ 1.000.009,00
inversión inicial Equipos	\$ 10.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
inversión inicial	\$ 856.855.150,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA	-\$ 866.855.150	\$ (219.505.586,97)	\$ (174.411.173,93)	\$ (84.222.347,86)	\$ 4.327.541,39	\$ 64.754.055,18	\$ 125.180.568,98	\$ 185.607.082,77	\$ 246.033.596,57	\$ 306.460.110,36	\$ 427.313.137,62

Tabla 28 Flujo de Caja

Tasa	10%
VPN	(\$ 655.261.550,30)
TIR	0%

5.2 Análisis de Sensibilidad 1.

A continuación se presenta un análisis de sensibilidad, en se presentan diferentes escenarios para los cuales se pone a variar la participación del mercado manteniéndola fija durante los 10 años de proyección y a su vez se varia la tasa de descuento. Con el fin de evaluar el VPN de cada escenario.

% En Mercado	Tasa de descuento			
	10%	20%	30%	40%
10%	\$ (1.938.536.312,21)	\$ (1.598.069.128,12)	\$ (1.406.054.183,29)	\$ (1.287.808.895,80)
50%	\$ (97.674.746,17)	\$ (342.039.111,57)	\$ (479.854.478,99)	\$ (564.722.965,31)
80%	\$ 1.016.209.554,69	\$ 417.970.301,22	\$ 80.578.380,51	\$ (127.191.929,62)
100%	\$ 1.758.799.088,59	\$ 924.643.243,08	\$ (1.406.054.183,29)	\$ 164.495.427,50

Tabla 29 Escenario 1

Según la tabla anterior el mejor escenario es el cual logra obtener una participación del 100% del mercado y una tasa de descuento del 10%. Sin embargo se observa que manteniendo un 80% del mercado y una tasa de descuento del 10% el VPN presenta un valor muy similar al mejor y es un escenario más realista.

5.3 Análisis de Sensibilidad 2

Para este análisis de sensibilidad se varía la tasa de descuento y la tarifa cobrada por transacción, para este último se varía solo la tarifa de un eslabón y se mantiene igual la de los demás eslabones.

		Tarifa Terminal (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 2.649.852.879,28	\$ 3.410.124.180,32	\$ 4.360.463.306,62	\$ 6.261.141.559,23
	0,15	\$ 2.005.526.845,35	\$ 2.626.502.365,21	\$ 3.402.721.765,04	\$ 4.955.160.564,70
	0,2	\$ 1.532.614.168,53	\$ 2.051.351.477,80	\$ 2.699.773.114,39	\$ 3.996.616.387,58
	0,25	\$ 1.176.643.977,53	\$ 1.618.424.679,10	\$ 2.170.650.556,05	\$ 3.275.102.309,96
	0,3	\$ 902.519.582,52	\$ 1.285.037.783,84	\$ 1.763.185.535,49	\$ 2.719.481.038,79
	0,35	\$ 687.039.962,46	\$ 1.022.973.980,58	\$ 1.442.891.503,23	\$ 2.282.726.548,53
	0,4	\$ 514.499.183,73	\$ 813.131.895,84	\$ 1.186.422.785,99	\$ 1.933.004.566,28

Tabla 30 Escenario 2

		Tarifa Naviera (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 2.695.869.693,12	\$ 3.576.185.577,82	\$ 4.676.580.433,70	\$ 6.877.370.145,45
	0,15	\$ 2.043.112.526,75	\$ 2.762.138.239,54	\$ 3.660.920.380,53	\$ 5.458.484.662,51
	0,2	\$ 1.564.011.694,86	\$ 2.164.656.086,83	\$ 2.915.461.576,78	\$ 4.417.072.556,68
	0,25	\$ 1.203.383.564,15	\$ 1.714.920.128,28	\$ 2.354.340.833,44	\$ 3.633.182.243,76
	0,3	\$ 925.672.197,70	\$ 1.368.588.888,55	\$ 1.922.234.752,12	\$ 3.029.526.479,25
	0,35	\$ 707.372.984,57	\$ 1.096.349.987,86	\$ 1.582.571.241,96	\$ 2.555.013.750,17
	0,4	\$ 532.574.475,93	\$ 878.360.407,62	\$ 1.310.592.822,23	\$ 2.175.057.651,45

Tabla 31 Escenario 3

		Tarifa Transportista (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 1.777.538.228,49	\$ 2.097.653.957,63	\$ 2.497.798.619,07	\$ 3.298.087.941,94
	0,15	\$ 1.293.036.392,24	\$ 1.554.500.991,86	\$ 1.881.331.741,37	\$ 2.534.993.240,40
	0,2	\$ 937.429.062,67	\$ 1.155.845.793,34	\$ 1.428.866.706,67	\$ 1.974.908.533,34
	0,25	\$ 669.756.794,13	\$ 855.770.591,06	\$ 1.088.287.837,22	\$ 1.553.322.329,55
	0,3	\$ 463.628.583,02	\$ 624.689.631,57	\$ 826.015.942,26	\$ 1.228.668.563,63
	0,35	\$ 301.598.390,08	\$ 443.044.953,97	\$ 619.853.158,83	\$ 973.469.568,56
	0,4	\$ 171.856.117,20	\$ 297.596.794,58	\$ 454.772.641,30	\$ 769.124.334,76

Tabla 32 Escenario 4

		Tarifa Importadores (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 1.374.287.085,73	\$ 1.610.815.829,59	\$ 1.906.476.759,42	\$ 2.497.798.619,07
	0,15	\$ 963.668.326,31	\$ 1.156.860.624,22	\$ 1.398.350.996,61	\$ 1.881.331.741,37
	0,2	\$ 662.288.579,97	\$ 823.673.448,75	\$ 1.025.404.534,72	\$ 1.428.866.706,67
	0,25	\$ 435.434.424,59	\$ 572.877.248,30	\$ 744.680.777,94	\$ 1.088.287.837,22
	0,3	\$ 260.739.296,53	\$ 379.744.906,16	\$ 528.501.918,19	\$ 826.015.942,26
	0,35	\$ 123.417.553,18	\$ 227.930.312,26	\$ 358.571.261,12	\$ 619.853.158,83
	0,4	\$ 13.460.052,19	\$ 106.367.965,69	\$ 222.502.857,56	\$ 454.772.641,30

Tabla 33 Escenario 5

		Tarifa Exportadores (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 2.491.279.867,73	\$ 2.497.798.619,07	\$ 2.505.947.058,24	\$ 2.522.243.936,57
	0,15	\$ 1.876.007.346,00	\$ 1.881.331.741,37	\$ 1.887.987.235,59	\$ 1.901.298.224,03
	0,2	\$ 1.424.418.926,62	\$ 1.428.866.706,67	\$ 1.434.426.431,74	\$ 1.445.545.881,87
	0,25	\$ 1.084.499.901,87	\$ 1.088.287.837,22	\$ 1.093.022.756,41	\$ 1.102.492.594,79
	0,3	\$ 822.736.138,02	\$ 826.015.942,26	\$ 830.115.697,55	\$ 838.315.208,15

		Tarifa Exportadores (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
	0,35	\$ 616.972.778,73	\$ 619.853.158,83	\$ 623.453.633,96	\$ 630.654.584,22
	0,4	\$ 452.212.091,68	\$ 454.772.641,30	\$ 457.973.328,33	\$ 464.374.702,38

Tabla 34 Escenario 6

		Tarifa Aduanas (euros)			
		0,05	0,25	0,5	1
Tasa de Descuento	0,1	\$ 1.357.397.593,64	\$ 1.597.482.020,05	\$ 1.897.587.553,05	\$ 2.497.798.619,07
	0,15	\$ 949.873.301,94	\$ 1.145.969.815,50	\$ 1.391.090.457,46	\$ 1.881.331.741,37
	0,2	\$ 650.764.786,20	\$ 814.575.716,82	\$ 1.019.339.380,11	\$ 1.428.866.706,67
	0,25	\$ 425.620.228,45	\$ 565.129.198,72	\$ 739.515.411,55	\$ 1.088.287.837,22
	0,3	\$ 252.241.621,92	\$ 373.036.215,67	\$ 524.029.457,87	\$ 826.015.942,26
	0,35	\$ 115.954.750,18	\$ 222.038.625,69	\$ 354.643.470,07	\$ 619.853.158,83
	0,4	\$ 6.825.900,90	\$ 101.130.477,83	\$ 219.011.198,99	\$ 454.772.641,30

Tabla 35 Escenario 7

		Porcentaje de incremento sobre costo total			
		10%	20%	30%	40%
		1,1	1,2	1,3	1,4
Tasa de Descuento	0,1	\$ 2.481.682.073,61	\$ 2.465.565.528,16	\$ 2.449.448.982,70	\$ 2.433.332.437,25
	0,15	\$ 1.865.915.915,29	\$ 1.850.500.089,20	\$ 1.835.084.263,11	\$ 1.819.668.437,02
	0,2	\$ 1.414.093.206,67	\$ 1.399.319.706,67	\$ 1.384.546.206,67	\$ 1.369.772.706,67
	0,25	\$ 1.074.105.277,22	\$ 1.059.922.717,22	\$ 1.045.740.157,22	\$ 1.031.557.597,22
	0,3	\$ 812.378.865,33	\$ 798.741.788,41	\$ 785.104.711,49	\$ 771.467.634,57
	0,35	\$ 606.721.158,83	\$ 593.589.158,83	\$ 580.457.158,83	\$ 567.325.158,83
	0,4	\$ 442.109.641,30	\$ 429.446.641,30	\$ 416.783.641,30	\$ 404.120.641,30

Tabla 36 Escenario 8

Según las tablas anteriores se observa que todas presentan un VPN positivo, sin embargo el eslabón que más influye en el VPN es el importador, el cual presenta el VPN más bajo, de 13.460.052,19.

5.4 Mejor Escenario

A continuación se presenta el mejor escenario y el escogido como punto de partida para el proyecto.

Como primera medida se plantean un número de operaciones de exportaciones e importaciones al año, suponiendo un el posicionamiento del mercado para exportaciones hasta del 50% y para importaciones hasta del 80%. Esta cifra se plantea debido a los resultados obtenidos con el modelo de simulación, el cual arroja inicialmente una ganancia del mercado del 20% en un solo puerto, la cual asociándola a los 4 puertos importantes de la región se convierte en un 80%. A su vez para el caso de las exportaciones se extrapola un poco pero se mantienen las estadísticas de que las exportaciones son menores que las importaciones. Además se tiene como supuesto que el mercado quedara constante a lo largo de los años. Debido a esto se plantean las mejores tarifas para cada eslabón y esto se puede observar en la tabla siguiente.

Agente	# Operaciones/ año		Tarifa en pesos
	Exportación	Importación	
Terminal portuario	2375	126391	28,7896
Navieras	2750	146348	14,3948
Transportista	1000	53217	1439,48
Importador	N/A	39913	2878,96
Exportador	1375	N/A	719,74
Aduanas	750	39913	2878,96
Autoridades	750	39913	71,974

Tabla 37 No. De Operaciones/ año y tarifas

A continuación se presenta el flujo de caja esperando con el escenario propuesto:

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ -	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91	\$ 319.789.046,91
Exportación		\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00	\$ 4.750.284,00
Terminal portuario		\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30	\$ 68.375,30
Navieras		\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70	\$ 39.585,70
Transportista		\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00	\$ 1.439.480,00
Exportador		\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50	\$ 989.642,50
Aduanas		\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00	\$ 2.159.220,00
Autoridades		\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50	\$ 53.980,50
Importación		\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91	\$ 315.038.762,91
Terminal portuario		\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33	\$ 3.638.746,33
Navieras		\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19	\$ 2.106.650,19
Transportista		\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16	\$ 76.604.807,16
Importador		\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48
Aduanas		\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48	\$ 114.907.930,48
Autoridades		\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26	\$ 2.872.698,26
Costos Desembolsables		\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)	\$ (264.600.000,00)
Costos fijos Arriendo	\$ -	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)	\$ (42.000.000,00)
Costos fijos Servicios	\$ -	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)	\$ (18.000.000,00)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gastos de adm y ventas Gerente	\$ -	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)	\$(48.000.000,00)
Gastos de adm y ventas	\$ -	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)	\$(144.000.000,00)
Gastos de Imprevistos (5%)	\$ -	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)	\$(12.600.000,00)
Costos no Desembolsables		\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)
Depreciación Equipos	\$ -	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)	\$(1.000.000,00)
Ut. Antes de imp.	\$ -	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81	\$ 369.227.809,81
Impuesto (33%)	\$ -	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24	\$ 121.845.177,24
utilidad neta	\$ -	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57	\$ 247.382.632,57
Ajustes por costos no desembolsables		\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
inversión inicial Equipos	\$ 10.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
inversión inicial	\$ 856.855.150,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA	-\$ 866.855.150	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57	\$ 248.382.632,57

Tasa	20%
VPN	\$ 174.482.103,60
TIR	26%

Tabla 38 Flujo de Caja Escenario Propuesto

Como se puede ver en la Tabla 24, se plantea una tasa de descuento del 20%, con lo cual se obtiene un VPN de \$174.482.103,6 pesos colombianos y una TIR de 26%. Lo que pronostica una buena viabilidad financiera del proyecto. En el presente escenario se calcula un horizonte de recuperación de la inversión algo menor a 7 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta propuesta de investigación se basó en la medición del impacto de una futura implementación de una plataforma tecnológica enfocada a los sistemas de comunidades portuarias, todo esto mediante el re-diseño de procesos asociados a las actividades de comercio exterior (Importaciones y Exportaciones).

Como primera medida se realizó un estudio de la situación actual de los procesos enfocados a uno de los puertos más importantes de la región del Atlántico. Seguido de esto se hizo un análisis multivariado para enfocar los esfuerzos de mejora según las necesidades de los clientes. Teniendo en cuenta en análisis se realizó un re-diseño de procesos mediante diagramas EPC, en el cual se replantearon las actividades de Importación y Exportación incluyendo un sistema de comunidades portuarias (PCS) como actor enlace y proveedor de nuevas tecnologías entre todos los eslabones de las cadenas ComEx. Para la medición del impacto se realizó un modelo de simulación basado en eventos discretos y se plantearon diferentes escenarios (teniendo en cuenta diferentes tipos y cantidades de cargas). Y se finalizó con una evaluación financiera basada en la factibilidad de la futura implementación de un PCS en la región, es importante destacar que las proyecciones se hicieron en base a los hallazgos del análisis del modelo de simulación discreta.

Las contribuciones principales de esta propuesta son: 1) El re-diseño de la administración y coordinación del flujo de procesos asociados a las actividades de comercio exterior del Departamento del Atlántico, mediante diagramas EPC. 2) Mejora de los convenios de los diagramas EPC para una mejor ilustración de actividades automatizadas. 3) Medición del impacto de una futura implementación de la plataforma PCS, mediante un modelo de simulación discreta. 4) Evaluación de la factibilidad financiera de la implementación de un PCS en Palermo Sociedad Portuaria, mediante flujos de caja.

De esta propuesta se encontraron múltiples resultados asociados a la evaluación de las actividades de comercio exterior en el Atlántico. Los primeros resultados están enfocados al análisis multivariado de las necesidades de los generadores de carga de la región, para lo cual se encontró que los aspectos a mejorar se basan en: la relación empresa-gestión gubernamental para satisfacer las exigencias del mercado, es decir que las necesidades de

los exportadores e importadores se basan en la mejora de los procesos de preparación de documentación, presentes en cada etapa de los procesos. También se encontró la necesidad mejorar actividades asociadas a 6 factores, tales como gestión física, Utilización de infraestructura, Inversión, Incoterm, Gestión Administrativa y IT. Si se tiene en cuenta la utilidad de una herramienta como el PCS y su capacidad de asociar múltiples tecnologías a la misma, se confirma que concentrar los servicios en una ventanilla única termina siendo una decisión acertada, ya que logra suplir las necesidades de los clientes, atendiendo importadores y exportadores con trámites y operaciones coincidentes, de tal manera que, permitirá la especialización en la atención y por ende mayor confiabilidad en el servicio.

Otro de los resultados importantes es que al simular una futura involucración en las cadenas ComEx un eslabón de tipo herramienta PCS, se puede proporcionar una reducción del 35 % en el mejor de los casos del tiempo total de la importación en Barranquilla, mejorando con esto las actividades logísticas relacionadas con los macro procesos: preparación de documentos, el puerto y el manejo del terminal, aduana y las inspecciones y los transportes terrestres. También un PCS puede aumentar en un 10% las importaciones de carga general manteniendo la misma reducción en el tiempo. A su vez es importante destacar que en un puerto cuya especialidad no la carga contenerizada, la incursión en este tipo de carga puede lograrse con éxito utilizando este tipo de plataforma, ya que los tiempos se mejoran en un 23% aumentando en un 10% este tipo de carga.

A su vez del análisis financiero se encontró en el mejor escenario con una tasa de descuento del 20%, se obtiene un VPN de \$174.482.103,6 pesos colombianos y una TIR de 26%. Lo que pronostica una buena viabilidad financiera del proyecto, con un horizonte de recuperación de la inversión algo menor a 7 años.

De la anterior investigación se concluye que es indispensable la inversión en tecnología para una mejora significativa en las actividades de comercio exterior, debido a que los mayores cuellos de botella se centran en el aumento de costos, tiempos y trámites por falta de dicha tecnología. Es por esto y por los resultados anteriores que se recomienda una futura inversión en un Sistema de Comunidades Portuarias en la región.

Es importante destacar que esta investigación tiene unas limitaciones asociadas, la primera de ellas está relacionada directamente con la herramienta, un PCS no se ha desarrollado nunca en Colombia, por lo cual la investigación de basa en supuestos y una futura implementación de la misma. Otra de las limitaciones tiene relación con el modelo de simulación discreta, el cual sólo contempla el proceso de importación, ya que la región no es una región exportadora y no se cuenta con los datos necesarios para realizar un modelo de este tipo, teniendo en cuenta esto tal vez la simulación de actividades de exportación puede cambiar los resultados. También hay que tener en cuenta que las necesidades de los clientes portuarios seguramente cambiarán a futuro, dado el dinamismo de los mercados globales, por tanto, los procesos deberán estar en actualización constante las condiciones de prestación del servicio según la evolución de las necesidades de los clientes en los servicios portuarios.

Para futuras investigaciones se propone utilizar diferentes puertos de Barranquilla y otras ciudades (colaboración horizontal y vertical) de Colombia con una mayor participación de los diferentes tipos de carga y los diferentes tipos de actividades (Importaciones y Exportaciones). A su vez se propone investigaciones basadas en la implementación real de un Sistema de Comunidades Portuaria en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo de promoción comercial entre la república de colombia y estados unidos de américa, Tratado de Libre Comercio (TLC)U.S.C. (2012). Retrieved from <http://www.tlc.gov.co/publicaciones.php?id=727>
- Akintoye, A., McIntosh, G., & Fitzgerald, E. (2000). A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(3), 159-168.
- Amaya et al. (publicacion pendiente). In Amaya R. A. (Ed.), *Intervención sobre prácticas integrativas en el clúster de logística del atlántico*. Barranquilla, Colombia: Editorial Uninorte.
- Aydogdu, Y. V., & Aksoy, S. (2015). A study on quantitative benefits of port community systems. *Maritime Policy & Management*, 42(1), 1-10.
- Banco Mundial, & Corporación Financiera Internacional. (2007). Doing business en colombia 2008. (Reporte Anual). Washington, D.C.: Retrieved from <http://www.doingbusiness.org/reports/~//media/GIAWB/Doing%20Business/Documents/Subnational-Reports/DB08-Sub-Colombia.pdf>
- Banco Mundial, & Corporación Financiera Internacional. (2010). Doing business en colombia 2010. (Reporte Anual). Washington, D.C.: Retrieved from <http://espanol.doingbusiness.org/~//media/FPDKM/Doing%20Business/Documents/Subnational-Reports/DB10-Sub-Colombia-Spanish.pdf>
- Barbero, J. A. (2010). *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: Una agenda para mejorar su desempeño*. Retrieved from
- Barratt, M. (2004). Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 30-42.
- Barratt, M., & Oliveira, A. (2001). Exploring the experiences of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4), 266-289.
- Bernal González, M. (2014). ¿Avanzamos hacia la logística de una Colombia competitiva? *Novena Edición*. Retrieved from Revista de Logística website:

<http://www.revistadelogistica.com/avanzamos-hacia-la-logistica-de-una-colombia-competitiva.asp>

Business, D. (2014). *Doing Business 2014: understanding regulations for small and medium-size enterprises*. Washington DC: World Bank.

Cao, M., & Zhang, Q. (2011). Supply chain collaboration: impact on collaborative advantage and firm performance. *Journal of Operations Management*, 29(3), 163-180.

Cassivi, L. (2006). Collaboration planning in a supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(3), 249-258.

Cassivi, L., Lefebvre, E., Lefebvre, L. A., & Léger, P.-M. (2004). The impact of e-collaboration tools on firms' performance. *International Journal of Logistics Management, The*, 15(1), 91-110.

Chan, F. T., & Prakash, A. (2012). Inventory management in a lateral collaborative manufacturing supply chain: a simulation study. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4670-4685.

Chao, C., Hadavi, A., & Krizek, R. (2000). *Toward a supply chain collaboration in the e-Business era for the construction industry*. Paper presented at the Proceedings of the XVII Symposium on Automation and Robotics in Construction.

Chong, A. Y.-L., Ooi, K.-B., & Sohal, A. (2009). The relationship between supply chain factors and adoption of e-collaboration tools: an empirical examination. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 150-160.

Consejo Privado de Competitividad. (2014). Drástica caída de colombia en materia logística. Retrieved from <http://www.compite.com.co/site/2014/06/05/drastica-caida-de-colombia-en-materia-logistica/>

Connell, J., Kriz, A., & Thorpe, M. (2014). Industry clusters: an antidote for knowledge sharing and collaborative innovation? *Journal of Knowledge Management*, 18(1), 9-9.

Crespo Marquez, A., Bianchi, C., & Gupta, J. N. (2004). Operational and financial effectiveness of e-collaboration tools in supply chain integration. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 348-363.

- Córdoba Rosario, Llinás Marco, Patricia, M. C., Felipe, Q. J., Daniel, G., Victor, F., . . . Fernando, T. J. (2013). *Informe de competitividad nacional 2013-2014*. Retrieved from <http://www.compite.com.co/site/informe-nacional-de-competitividad-2013-2014/>:
- DIAN, Subdirección de Gestión de Comercio Exterior. (2012,). Acuerdo de promoción comercial entre la república de colombia y estados unidos de américa. Retrieved from [http://www.dian.gov.co/descargas/tlc/Acuerdo_Promocion_Comercial_Republica_Colombia_Estados_Unidos_America\(Mayo142012\).pdf](http://www.dian.gov.co/descargas/tlc/Acuerdo_Promocion_Comercial_Republica_Colombia_Estados_Unidos_America(Mayo142012).pdf)
- Dobrzykowski, D. D., Hong, P. C., & Park, J. S. (2012). Building procurement capability for firm performance: a service-dominant logic view. *Benchmarking: An International Journal*, 19(4/5), 567-584.
- EPCSA, E. P. C. S. A. (2015). How to develop a Port Community System 12. Retrieved from IPCSA International Port Community Systems Association website:
- Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: the problem of embeddedness. *American journal of sociology*, 481-510.
- Grover, V., Lim, J., & Ayyagari, R. (2006). The dark side of information and market efficiency in e-markets*. *Decision Sciences*, 37(3), 297-324.
- Holweg, M., Disney, S., Holmström, J., & Småros, J. (2005). Supply Chain Collaboration:: Making Sense of the Strategy Continuum. *European management journal*, 23(2), 170-181.
- Horvath, L. (2001). Collaboration: the key to value creation in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(5), 205-207.
- Kampstra, R., Ashayeri, J., & Gattorna, J. (2006). Realities of supply chain collaboration. *International Journal of Logistics Management, The*, 17(3), 312-330.
- Khan, A., Bakkappa, B., Metri, B. A., & Sahay, B. (2009). Impact of agile supply chains' delivery practices on firms' performance: cluster analysis and validation. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(1), 41-48.
- Kioses, E., Pramadari, K., Doukidis, G., & Bardaki, C. (2007). Measuring the business value of electronic supply chain collaboration: The case of electronic invoicing. *BLED 2007 Proceedings*, 53.

- Kurosawa, R. S. d. S. (2012). *Análise de sistemas de informação aplicados à gestão portuária*. Universidade de São Paulo.
- Lefebvre, E., Cassivi, L., Lefebvre, L. A., & Léger, P.-M. (2003). *An empirical investigation of the impact of electronic collaboration tools on performance of a supply chain*. Paper presented at the System Sciences, 2003. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on.
- Lefebvre, E., Cassivi, L., Lefebvre, L. A., Léger, P.-M., & Hadaya, P. (2003). Supply chain management, electronic collaboration tools and organizational innovativeness. *Journal on Chain and Network Science*, 3(2), 81-94.
- Lefebvre, É., Cassivi, L., Lefebvre, L. A., & Léger, P.-M. (2003). E-collaboration within one supply chain and its impact on firms' innovativeness and performance. *Information Systems and e-business management*, 1(2), 157-173.
- Leng, M., & Parlar, M. (2009). Allocation of cost savings in a three-level supply chain with demand information sharing: A cooperative-game approach. *Operations Research*, 57(1), 200-213.
- Maheshwari, B., Kumar, V., & Kumar, U. (2006). Optimizing success in supply chain partnerships. *Journal of Enterprise Information Management*, 19(3), 277-291.
- McLaren, T., Head, M., & Yuan, Y. (2002). Supply chain collaboration alternatives: understanding the expected costs and benefits. *Internet Research*, 12(4), 348-364.
- Mendling, J., Neumann, G., & Nüttgens, M. (2005). *Towards workflow pattern support of event-driven process chains (EPC)*. Paper presented at the Proc. of the 2nd Workshop XML4BPM.
- Nyaga, G. N., Whipple, J. M., & Lynch, D. F. (2010). Examining supply chain relationships: do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ? *Journal of Operations Management*, 28(2), 101-114.
- Perrey, R., & Lycett, M. (2003). Service-oriented architecture. *Applications and the Internet Workshops, 2003. Proceedings. 2003 Symposium On*, 116-119.
- Promulgación del acuerdo de promoción comercial entre la república de colombia y estados unidos de américa, sus cartas adjuntas y sus entendimientos, Decreto 0993, Mayo 15 de 2012Cong. (2012).

- PSE-Globalog, C. (2011). *Buenas practicas logísticas, metodologías y nuevas técnicas para adaptar a su empresa*. Retrieved from <http://www.pse-globalog.org/guia-para-ser-mas-competitivos-a-traves-de-la-logistica/>:
- Rubiano Ovalle, O., & Crespo Marquez, A. (2003). The effectiveness of using e-collaboration tools in the supply chain: an assessment study with system dynamics. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 151-163.
- Sahay, B. S. (2003). Understanding trust in supply chain relationships. *Industrial Management & Data Systems*, 103(8), 553-563.
- Schmidt, J., & Wienberg, A. (2001). A comparison of event-driven process chains and UML activity diagram for denoting business processes. *Harburg: Technische Universität Hamburg-Harburg*,
- Sherer, S. A., & Adams, B. (2001). Collaborative Commerce: The Role of Intermediaries in e-Collaboration. *J. Electron. Commerce Res.*, 2(2), 66-77.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management, The*, 13(1), 15-30.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2004). A benchmarking scheme for supply chain collaboration. *Benchmarking: An International Journal*, 11(1), 9-30.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2005). An integrative framework for supply chain collaboration. *The International Journal of Logistics Management*, 16(2), 257-274.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2008). Design for supply chain collaboration. *Business Process Management Journal*, 14(3), 401-418.
- Simatupang, T. M., Wright, A. C., & Sridharan, R. (2004). Applying the theory of constraints to supply chain collaboration. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 57-70.
- Skjoett-Larsen, T., Thernøe, C., & Andresen, C. (2003). Supply chain collaboration: theoretical perspectives and empirical evidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(6), 531-549.
- The World Bank. (2014). *Doing business 2015: Going beyond efficiency*. (Technical report No. 12th Edition). Washinton DC, USA: doi:10.1596/978-1-4648-0351-2

- Tian-jian, Y. (2008). *Financial performance analysis of e-collaboration supply chain under transportation disruptions*. Paper presented at the Computer Science and Computational Technology, 2008. ISCSCT'08. International Symposium on.
- Torrado, L. C., & Muñoz, C. M. capacidad de los sistemas de información de la firma contribuye en el desempeño de su competitividad y en la flexibilidad de la cadena de suministro?, se elabora usando como eje.
- Trienekens, J., & Hvolby, H. (2001). Models for supply chain reengineering. *Production Planning & Control*, 12(3), 254-264.
- Vereecke, A., & Muylle, S. (2006). Performance improvement through supply chain collaboration in Europe. *International journal of operations & production management*, 26(11), 1176-1198.
- Villena, V. H., Revilla, E., & Choi, T. Y. (2011). The dark side of buyer–supplier relationships: A social capital perspective. *Journal of Operations Management*, 29(6), 561-576.
- Wamba, S. F., & Boeck, H. (2008). Enhancing Information Flow in a Retail Supply Chain Using RFID and the EPC Network: A Proof-of-Concept Approach. *JTAER*, 3(1), 92-105.
- Whipple, J. M., & Russell, D. (2007). Building supply chain collaboration: a typology of collaborative approaches. *International Journal of Logistics Management*, The, 18(2), 174-196.
- Wiengarten, F., Humphreys, P., Cao, G., Fynes, B., & McKittrick, A. (2010). Collaborative supply chain practices and performance: exploring the key role of information quality. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(6), 463-473.
- Wiengarten, F., Humphreys, P., McKittrick, A., & Fynes, B. (2013). Investigating the impact of e-business applications on supply chain collaboration in the German automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(1), 25-48.
- World Bank. (2007). Logistics performance index. Retrieved from <http://info.worldbank.org.ezproxy.fiu.edu/etools/tradesurvey/modelb.asp#ranking>

Yang, T.-j. (2009). *Financial Performance Analysis of E-collaboration Supply Chain under Retailer's Stock Disruption*. Paper presented at the Information Technology and Computer Science, 2009. ITCS 2009. International Conference on.

ANEXO 1

Tipo de Empresa	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Importadora 1	1	6	3	7	5	1	1	1	4	13	1	1	1
Importadora 2	1	8	3	7	1	1	1	2	4	9	1	1	1
Importadora 3	1	8	2	7	5	1	1	2	4	7	1	1	1
Importadora 4	2	9	3	6	3	2	2	2	4	6	1	1	1
Importadora 5	1	8	3	3	5	1	1	3	4	15	1	1	1
Importadora 6	1	7	2	7	6	1	1	2	4	5	2	2	4
Importadora 7	1	9	3	7	1	1	1	1	3	14	2	2	9
Importadora 8	1	3	1	4	4	1	1	1	4	3	1	2	2
Importadora 9	1	6	2	2	5	1	1	1	4	3	1	1	2
Importadora 10	2	8	2	7	3	3	2	1	3	3	2	2	2
Importadora 11	1	9	2	7	3	1	1	1	4	3	1	1	5
Importadora 12	1	7	1	7	2	1	1	1	4	3	1	2	5
Importadora 13	1	4	1	7	5	1	1	1	4	3	1	2	5
Importadora 14	2	9	1	5	3	3	3	4	1	11	2	2	5
Importadora 15	2	3	1	2	4	1	4	2	4	10	2	1	5
Importadora 16	2	7	2	5	5	3	2	1	5	7	2	2	4
Importadora 17	1	6	2	5	3	3	1	2	3	7	2	1	1
Importadora 18	1	8	2	5	3	3	1	5	4	5	2	1	1
Importadora 19	2	7	3	6	3	3	2	5	4	4	2	2	2
Importadora 20	1	6	2	4	4	3	5	2	4	5	2	2	4

Importadora 21	1	6	1	7	4	1	1	5	2	7	1	1	9
Importadora 22	1	7	1	7	1	1	1	2	3	9	1	2	4
Importadora 23	1	0	1	7	3	4	7	2	5	11	1	2	2
Importadora 24	2	2	1	4	3	3	2	6	4	15	2	2	2
Importadora 25	1	9	1	5	5	3	1	2	5	10	2	1	2
Importadora 26	1	9	1	2	4	1	1	2	4	7	2	1	6
Importadora 27	1	7	2	7	5	1	1	2	4	5	2	1	2
Importadora 28	2	9	2	5	5	3	2	2	3	5	2	2	0
Importadora 29	1	6	2	7	5	3	1	2	4	5	2	2	8
Importadora 30	2	9	2	7	5	3	2	2	3	5	2	2	8
Importadora 31	1	9	1	7	5	3	1	2	4	5	1	1	7
Importadora 32	1	8	1	7	2	1	6	7	4	7	2	2	8
Importadora 33	1	9	2	1	4	1	1	3	3	5	2	2	7
Importadora 34	1	8	1	7	2	1	1	2	4	5	2	2	0
Importadora 35	1	10	1	2	2	1	1	2	4	5	2	1	0
Importadora 36	1	8	2	1	3	1	1	2	4	3	2	2	0
Importadora 37	1	5	2	7	3	1	1	2	5	14	2	1	7
Importadora 38	1	5	2	7	3	1	1	2	5	14	2	1	7
Importadora 39	1	6	2	1	4	3	7	8	4	14	1	2	2
Importadora 40	1	6	1	2	4	1	1	2	4	7	1	1	2
Importadora 41	1	4	2	2	2	1	1	2	5	7	2	2	6
Importadora 42	1	6	2	2	3	1	7	8	3	11	1	1	2
Importadora 43	1	6	1	7	5	1	1	2	4	7	2	1	6
Importadora 44	1	5	1	1	4	1	1	2	4	7	1	1	6
Importadora 45	1	4	2	2	3	2	1	2	3	7	1	1	3
Importadora 46	1	3	2	7	5	1	1	2	3	3	2	2	3
Importadora 47	1	4	1	7	4	1	7	3	3	7	1	1	3
Importadora 48	1	8	2	1	3	1	1	2	4	3	2	2	0
Importadora 49	1	5	2	7	3	1	1	2	5	14	2	1	7
Importadora 50	1	5	2	7	3	1	1	2	5	14	2	1	7
Importadora 51	1	6	2	1	4	3	7	8	4	14	1	2	2
Importadora 52	1	6	1	2	4	1	1	2	4	7	1	1	2
Importadora 53	1	4	2	2	2	1	1	2	5	7	2	2	6
Importadora 54	1	6	2	2	3	1	7	8	3	11	1	1	2
Importadora 55	1	6	1	7	5	1	1	2	4	7	2	1	6
Importadora 56	1	5	1	1	4	1	1	2	4	7	1	1	6
Importadora 57	1	4	2	2	3	2	1	2	3	7	1	1	3
Importadora 58	1	3	2	7	5	1	1	2	3	3	2	2	3
Importadora 59	1	4	1	7	4	1	7	3	3	7	1	1	3
Importadora 60	2	3	1	2	4	1	4	2	4	10	2	1	5

Tabla 39 Datos estandarizados Importadores

Tipo de Empresa	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
Exportadora 1	1	7	3	7	1	1	1	1	4	5	1	1	1
Exportadora 2	1	11	2	7	2	1	1	2	4	5	1	1	1
Exportadora 3	1	7	3	7	1	1	1	3	4	7	1	1	1
Exportadora 4	1	7	3	7	2	1	1	2	3	11	2	2	8
Exportadora 5	2	7	1	6	1	2	2	2	3	11	2	2	1
Exportadora 6	1	7	1	7	4	1	1	2	4	3	1	2	8
Exportadora 7	1	7	1	4	3	1	1	2	4	6	1	2	7
Exportadora 8	1	4	1	8	3	1	1	2	4	10	1	1	8
Exportadora 9	2	6	1	6	5	3	2	2	4	9	1	1	1
Exportadora 10	1	7	1	6	1	3	2	2	4	8	2	2	5
Exportadora 11	2	5	1	6	3	3	2	2	3	7	2	2	5
Exportadora 12	1	4	1	4	1	1	1	2	4	12	2	2	8
Exportadora 13	1	6	1	7	2	1	6	7	4	7	2	2	8
Exportadora 14	1	4	1	2	3	2	7	7	3	6	2	2	3
Exportadora 10	1	7	1	5	1	3	4	2	4	8	1	2	5

Tabla 40 Datos estandarizados Exportadores