



# Diseño de terminales de contenedores preparadas para el futuro

## **AUTORES:**

TIMO ALHO

JARNO KUIPERS

TOM VERMEIREN

WIM WELVAARTS

DRIES VAN DEN BROECK

# Contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>3</b>
<b>1. TENDENCIAS DEL SECTOR Y FACTORES QUE IMPULSAN LA INVERSIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. CONSTRUIR CASOS DE NEGOCIO QUE VINCULEN LAS OPERACIONES CON EL VALOR TOTAL</b>	<b>7</b>
<b>3. ESTRUCTURA DEL PROCESO DE DISEÑO</b>	<b>10</b>
<b>4. FASE 1: INVESTIGAR</b>	<b>14</b>
<b>5. FASE 2: CALIFICAR</b>	<b>16</b>
<b>6. FASE 3: DEMOSTRAR</b>	<b>20</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>21</b>

# Resumen ejecutivo

Este informe técnico analiza las mejores prácticas y los enfoques recomendados para estructurar el proceso de diseño de terminales de contenedores. Especialmente al avanzar hacia mayores niveles de automatización de las terminales, el diseño de las terminales se convierte en un proceso complejo que requiere una planificación exhaustiva y una cuidadosa gestión de los riesgos. Las primeras decisiones que se toman durante la fase de diseño tienen enormes implicaciones más adelante, por lo que una evaluación estructurada de los diversos escenarios es esencial para el éxito del proyecto. Para lograr los mejores resultados, el diseño de las terminales debe aprovechar al máximo la tecnología y los datos, incluido el uso de simulaciones, modelado y análisis detallado de casos de negocio.

Estudios del sector han puesto de manifiesto que muchas líneas navieras están descontentas con el servicio que reciben en las terminales, y que estarían dispuestas a invertir más a cambio de mejoras, por ejemplo, en la disponibilidad de equipos, así como en la fiabilidad, la eficiencia y la uniformidad del servicio que reciben. Una mejor toma de decisiones en la fase de planificación de la terminal puede contribuir en gran medida a resolver estos problemas y, en última instancia, a mejorar los niveles de servicio y la satisfacción del cliente.

” El desafío clave para los operadores de terminales se convierte en hacer las cosas mejor aprovechando las nuevas tecnologías.

# 1. Tendencias del sector y factores que impulsan la inversión

Hoy en día, las terminales de contenedores operan en un entorno empresarial global altamente competitivo y sometido a presión. La fuerte consolidación entre las principales navieras ha dado lugar a un aumento continuo en la capacidad media de los buques en terminales de todos los tamaños. Simultáneamente, los operadores de terminales se enfrentan a una elevada presión por los costes, a la vez que deben cumplir objetivos de ecoeficiencia cada vez más exigentes.

A medida que las cadenas de logística internacionales se vuelven más rápidas, más transparentes y más competitivas, el desafío clave para los operadores de terminales se convierte en hacer las cosas mejor aprovechando las nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, los operadores necesitan conciliar la necesidad de realizar grandes inversiones en terminales que conformarán sus operaciones durante muchas décadas en el futuro con la incertidumbre a corto plazo sobre la dinámica del mercado, los patrones de tráfico internacionales y su entorno empresarial.

Diseñar con éxito una terminal de contenedores o de carga general es, por lo tanto, una tarea muy difícil que debe disminuir los costes operativos, mejorar la calidad y eficacia del servicio y mantener la competitividad de la terminal para una amplia variedad de escenarios potenciales futuros. La decisión sobre el concepto operativo de la terminal depende de muchos factores, entre ellos el tamaño previsto de los buques, las previsiones de tráfico, el tamaño de los terrenos disponible, las condiciones del mercado de trabajo, la estructura de costes y los impactos medioambientales. Además, la terminal debe tener en cuenta cómo diferenciarse de la competencia para mantener y aumentar su cuota de mercado.

## 1.1 PLANIFICACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización ha ido ganando terreno de forma constante en las operaciones en las terminales de contenedores durante los últimos años. Concretamente, la automatización de depósitos y las grúas sin conductor se han convertido en un producto estándar durante la última década, pero el transporte horizontal entre el muelle y el depósito, así como las grúas de barco a tierra (STS) todavía no se encuentran de promedio en el mismo nivel de adopción de la automatización. No obstante, se han desplegado y probado vehículos

” Un estudio de inversión bien estructurado y detallado es crucial en la fase de diseño.

guiados automatizados (AGV), así como carretillas de pósito y carretillas de lanzadera automatizadas en numerosas instalaciones. La automatización y el control remoto de grúas STS también se han implementado con éxito en diversos puertos.

La automatización es ampliamente aceptada como la principal forma para que las terminales mejoren la uniformidad y competitividad de sus operaciones en el futuro. En comparación con las terminales tradicionales operadas manualmente, las terminales automatizadas requieren un enfoque significativamente diferente en muchas áreas, desde la fase de planificación y diseño hasta el servicio y mantenimiento. La automatización de una parte de una terminal de contenedores es una inversión considerable y los operadores han de poder crear un caso de negocio bien fundamentado que no solo proporcione una base sólida para las operaciones futuras, sino que también genere confianza entre los inversores. Debido a la complejidad de los proyectos de automatización de terminales, un estudio de inversión bien detallado y estructurado es algo crucial en la fase de diseño.

En las terminales tradicionales que funcionan manualmente, es una práctica habitual experimentar con sistemas de producción, ya que cualquier cambio solo afecta a los procedimientos operativos y al personal. Con los sistemas automatizados, esta experimentación «sobre la marcha» deja de ser práctica debido al elevado nivel de integración entre las diversas interfaces y aplicaciones de software. Por lo tanto, deben tenerse en cuenta formas alternativas de probar el impacto operativo de los diferentes cambios, por ejemplo, mediante la construcción de un modelo de simulación de la terminal.

” Un sistema es tan fuerte como su eslabón más débil.

La ecoeficiencia es otra área de interés importante para las terminales de contenedores de hoy en día. Los operadores de terminales continuamente toman medidas adicionales para reducir las emisiones y el consumo energético en sus operaciones. Un rendimiento ecoeficiente también se traduce en ahorros de costes directos que mejoran los resultados de la terminal, a la vez que promueven la responsabilidad corporativa y cumplen los requisitos de las partes interesadas. Concretamente, en las áreas en las que los cambios en la legislación están dirigiendo a los operadores de terminales en gran medida hacia soluciones ecoeficientes, es sumamente importante poder demostrar el cumplimiento de los requisitos ya en la fase de diseño.

” Cada caso de negocio depende en gran medida de las condiciones individuales de la terminal

## 1.2 EVITAR LOS ESCOLLOS HABITUALES EN EL DISEÑO

Normalmente, al diseñar una terminal —y especialmente al plantearse su automatización—, los operadores se enfrentan al reto de tener que considerar detalladamente el plan de implementación completo para el diseño. Al avanzar hacia la fase de implementación, es fácil tomar atajos y hacer suposiciones, como asumir las cifras de productividad de un bloque ASC basándose en datos de otra ubicación, sin tener en cuenta las condiciones locales y el perfil de tráfico específico de la propia terminal.

De forma parecida, las terminales a menudo tienen problemas con el nivel de integración necesario para la automatización de la terminal. El muelle, la pila de contenedores y la puerta de embarque pueden optimizarse por separado en lugar de como un sistema unificado. Un sistema es tan fuerte como su eslabón más débil y, especialmente para las interdependencias técnicas profundas que conlleva una terminal automatizada, la única forma práctica de obtener una visión realista del sistema completo es realizar pruebas exhaustivas con simulaciones que utilicen escenarios y datos reales.

En última instancia, los operadores enfrentan a dos desafíos principales cuando intentan diseñar terminales de forma satisfactoria. En primer lugar, las decisiones necesarias son extremadamente complejas e implican múltiples variables interrelacionadas, por lo que solo se pueden gestionar con un enfoque estructurado y herramientas diseñadas específicamente. En segundo lugar, cada caso de negocio depende en gran medida de las condiciones individuales de la terminal. Las pautas generalizadas (por ejemplo, cuántas grúas se necesitan para un bloque de contenedores de un tamaño determinado) son de poco valor y los diseñadores deben realizar la evaluación basándose en la situación específica y los objetivos empresariales de su propia terminal.

En el núcleo de un proyecto de diseño satisfactorio de una terminal se encuentra un enfoque de diseño estructurado que aprovecha la tecnología y los datos para lograr los mejores resultados. Las herramientas y procesos para tomar decisiones de diseño más informadas ya existen, y una pequeña inversión en la fase de diseño puede acabar siendo muchísimo más económica que tener que realizar cambios más adelante en el proceso.

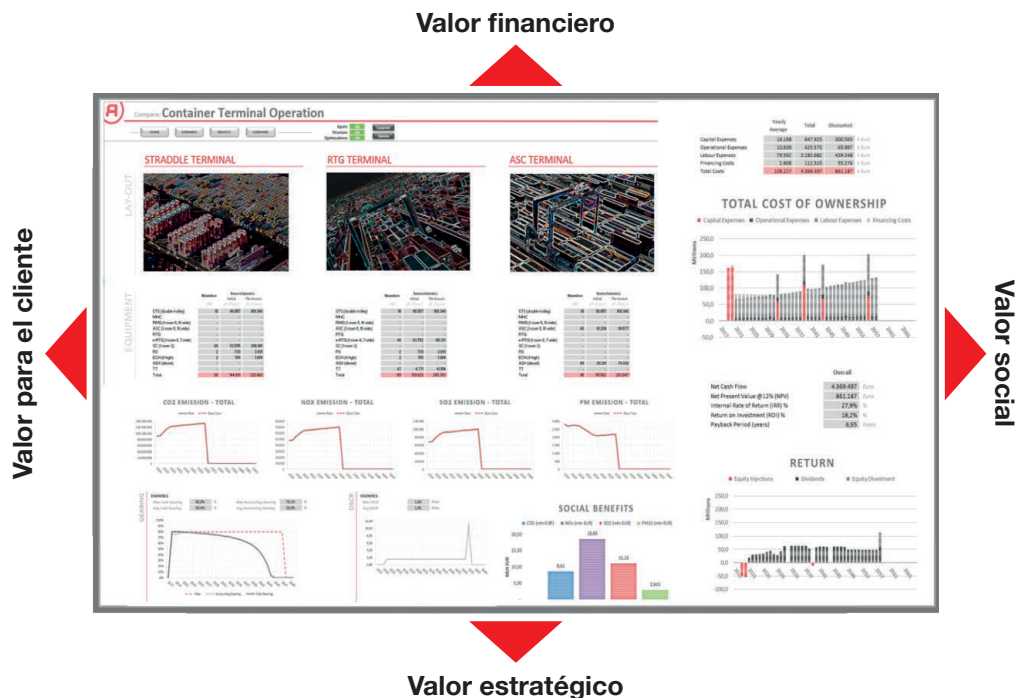
En este documento, presentamos el contexto básico para este tipo de enfoque de diseño estructurado, a la vez que proporcionamos una visión general de algunas de las herramientas disponibles para los operadores de terminales que buscan minimizar el impacto de lo desconocido en un evento único de toma de decisión complejo. Básicamente, este proceso implica combinar datos operativos, técnicos financieros y medioambientales con un claro enfoque de mercado y de negocio. Si el proceso de diseño se puede estructurar con un enfoque

por fases en el que las decisiones clave puedan mantenerse abiertas hasta más adelante en el proyecto, los diseñadores pueden llegar a tener una mayor certeza sobre los parámetros iniciales y así tomar decisiones mejores y más informadas antes de dar por sentada la solución elegida.

## 2. Construir casos de negocio que vinculen las operaciones con el valor total

Ya sea diseñando una nueva terminal (greenfield) o actualizando una ubicación ya existente (brownfield), las decisiones operativas y de diseño deben estar vinculadas a una evaluación sólida del proyecto mediante el encuadre del problema de una manera holística. La evaluación financiera es mucho más que un instrumento para cuantificar el impacto sobre los costes de funcionamiento y el coste total, el beneficio o el retorno de la inversión de la terminal. Por el contrario, el desarrollo de un caso de negocio flexible fomenta el pensamiento de soluciones empresariales a lo largo de todo el proceso de diseño. Los casos de negocio estimulan el pensamiento explícito junto con múltiples dimensiones empresariales al abordar problemas y desafíos desde diversos ángulos, como las necesidades de los clientes, los cambios en la tecnología y los requisitos de personal, el impacto en el mantenimiento y el desarrollo de infraestructuras civiles.

Está claro que el (re)diseño de la terminal tendrá un impacto en el valor total, especialmente cuando se implemente la automatización. La creación de valor no debe verse simplemente como una mejora del rendimiento



” La máxima flexibilidad y adaptabilidad están integradas en todo el proceso de diseño.

financiero de la terminal al mejorar su configuración operativa. Partiendo de las limitaciones físicas y técnicas de la infraestructura de la terminal, así como de las opciones técnicas, el enfoque del caso de negocio extenderá la visión de las operaciones hacia el razonamiento empresarial completo de la terminal.

Para ello, se desarrollan casos de negocio para tener en cuenta las opciones desde una perspectiva de 360 grados sobre la creación de valor. De este modo, las opciones y concesiones en el diseño operativo pueden vincularse directamente al valor del cliente, al valor financiero y al valor estratégico y social.

**EL VALOR DEL CLIENTE** abarca la satisfacción de los usuarios de la terminal, incluidos los operadores de buques y los propietarios de la carga. Hay que valorar el impacto de los cambios en el rendimiento en el extremo del cliente, como la disponibilidad del equipo, la velocidad (tiempo de respuesta) y, en particular, la fiabilidad del servicio. Por consiguiente, el valor del cliente está vinculado al valor financiero a través de posibles ganancias (o pérdidas) en la cuota de mercado, así como a través del impacto positivo o negativo en los niveles de precios.

**EL VALOR ESTRATÉGICO** refleja la agilidad de la terminal ante los cambios en el mercado y el entorno operativo más amplio. Por lo tanto, el caso de negocio evalúa las opciones para ampliar, reducir o abandonar las operaciones a lo largo del tiempo. Los diseños que aumentan la flexibilidad o ahorran en recursos escasos como el suelo ofrecen importantes ventajas a las terminales. Las condiciones de los acuerdos de concesión amplificarán la relevancia de estos factores que fomentan el valor estratégico en el horizonte operativo a largo plazo.

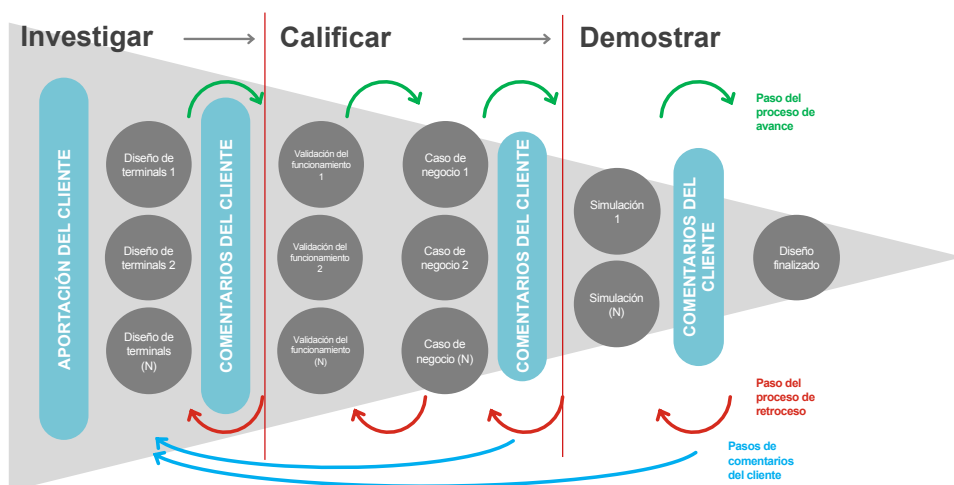
**EL VALOR FINANCIERO** se deriva principalmente de los flujos de caja operativos y de inversión. Las opciones de diseño alternativas normalmente se comparan con su rendimiento financiero medido por la tasa interna de retorno, el período de pago o el valor actual neto. Los casos empresariales deben ayudar a comprender cómo se puede mejorar el valor financiero mediante el ahorro en gastos operativos y una mejor planificación de los diseños de capital.

**EL VALOR SOCIAL** es el coste y los beneficios para terceros como empleados, habitantes, el sistema económico, el gobierno y los escasos recursos naturales circundantes. Las opciones de diseño tienen un impacto en el valor medido en términos de ganancias en seguridad, protección, emisiones, conocimiento, impuestos y eficiencia económica. Concretamente, no hay que olvidar que los puertos y terminales contribuyen a la salud económica social de una región. Teniendo en cuenta el valor social, los operadores de terminales pueden demostrar responsabilidad social.



El desarrollo de un caso de negocio sólido es un proceso iterativo. Una primera versión dará apoyo al pensamiento de diseño inicial teniendo en cuenta una amplia variedad de opciones técnicas. Los supuestos se impugnan y cada versión del caso de negocio se prueba y vuelve a probar con análisis de sensibilidad. En consecuencia, los casos de negocio centrarán el proceso de diseño y garantizarán que se preste atención a los parámetros adecuados que mejoren el valor. Los casos de negocio también ayudan a identificar brechas de conocimiento y destacan la importancia de la calidad de los datos. Una configuración integrada y dinámica estimulará la creación conjunta de alternativas y múltiples escenarios en lugar de centrarse demasiado pronto en una única visión. Como tal, la máxima flexibilidad y adaptabilidad están integradas en todo el proceso de diseño. El modelo se convertirá gradualmente en un simulador del negocio completo que capturará todas las opciones para la mejora del valor.

Como en la configuración de los casos de negocio participan equipos multidisciplinares desde un comienzo, el modelo no se percibe simplemente como una caja negra que convierte numerosas suposiciones de entrada en números financieros. Por el contrario, el simulador de negocio es una herramienta de aprendizaje con la que los equipos de diseño pueden aprender cómo pueden influir en el rendimiento financiero y otros factores que impulsan el valor a través de diseños de terminales flexibles que puedan hacer frente a una amplia variedad de cambios o interrupciones en el entorno de negocio o su flujo logístico, a la vez que garantizan un diseño que se pueda escalar de manera eficiente a medida que el negocio crezca. De este modo, los esfuerzos de diseño se concentrarán en las opciones de mejora de más valor. La participación y la propiedad contribuirán a casos de negocio realistas que ofrezcan resultados explícitos.



” El flujo del proceso se divide en tres fases principales: investigar, calificar, demostrar.

## 3. Estructura del proceso de diseño

En los proyectos de diseño de terminales a gran escala, la forma estándar de trabajar normalmente implica una profundidad limitada de la evaluación preliminar, así como un enfoque temprano en un solo concepto. Los autores de este artículo consideran que es mejor adoptar un método de fase por fase estructurado, que aproveche la tecnología y los datos para proporcionar tiempo adicional para la evaluación antes de comprometerse con el concepto final.

Cabe señalar que este enfoque paso a paso no significa llevar a cabo proyectos piloto a pequeña escala, sino adquirir más información y mejorar las decisiones, a la vez que se conserva la flexibilidad de adaptación. Un concepto esencial es crear un árbol de decisiones que proporcione la capacidad de evaluar las opciones y responder a los cambios en el entorno, "estirando" deliberadamente el proceso de diseño en cada etapa. En cada fase, los diseños y casos de negocio se evalúan de forma iterativa, volviendo a pasos anteriores según sea necesario.

En la práctica, el equipo de diseño se moverá entre un flujo de trabajo de planificación de alto nivel y las realidades tácticas en las operaciones cotidianas de la terminal. Al tomar experiencias cotidianas reales como contribuciones al proceso, el diseño general puede mejorar continuamente de una fase a otra, teniendo en cuenta las realidades operativas de la terminal. Esto es esencial ya que con demasiada frecuencia el diseño de terminales se lleva a cabo sobre una base teórica que olvida las circunstancias reales sobre el terreno.

### 3.1 FLUJO TOTAL DEL PROYECTO

Un enfoque probado y de éxito para estructurar el flujo del proceso de diseño de la terminal es dividirlo en tres fases principales:

En primer lugar, la fase **INVESTIGAR** analiza una amplia variedad de soluciones de diseño potenciales teniendo en cuenta los objetivos del entorno empresarial de la terminal, la estrategia de inversión preferida y la huella física del lugar. La fase de implementación se tiene en cuenta en un nivel general, pero en este punto todavía no se ha concretado ningún concepto único de diseño de la terminal. A continuación, la fase **CALIFICAR** incluye una validación operativa y un análisis de casos de negocio más detallados sobre toda una variedad de opciones. Por último, la fase **DEMOSTRAR** garantiza y valida que el diseño seleccionado cumpla sus objetivos mediante el uso de herramientas, como simulaciones de terminales y modelado 3D. Estas fases del proyecto se analizarán con más detalle en las secciones posteriores de este informe.

### 3.2 PROBLEMAS Y DESAFÍOS TÍPICOS DEL DISEÑO

Basándonos en una amplia experiencia en la vida real en proyectos de diseño de terminales, así como en los procesos empresariales y de financiación implicados, algunos de los desafíos más habituales a los que se enfrentan los diseñadores son los siguientes:

*Integralidad de casos de negocios.* ¿Sus cálculos son lo suficientemente detallados y realistas? ¿Incluyen los costes de los equipos, TI e infraestructura, con suposiciones realistas para cada uno?

*Integralidad del riesgo y el escenario.* ¿El diseño elegido es robusto ante cambios y escenarios alternativos? ¿Qué sucederá si los patrones de tráfico, los volúmenes de contenedores o su entorno empresarial cambian repentinamente?

*Implicación de todas las habilidades necesarias.* ¿Está utilizando de forma óptima los conocimientos disponibles a lo largo de todo el proyecto, tanto dentro de su organización como con proveedores y socios externos?

*Mejoras posteriores o información adicional.* A medida que llegan nuevos datos y experiencias de la vida real, es fácil pasar por alto su realimentación a los modelos para comprobar si el concepto seleccionado sigue siendo la opción óptima.

*Comparación de manzanas con manzanas.* A menudo es difícil comparar diferentes escenarios, ya que los elementos de costes pueden diferir significativamente. Se requiere una cuidadosa estructuración de los modelos para garantizar resultados significativos.

*Demasiado poco tiempo disponible para un análisis adecuado.* Los plazos del proyecto pueden ejercer una presión significativa sobre los diseñadores para que avancen en la selección de un concepto de terminal. No obstante, en la etapa de análisis, hasta una pequeña inversión adicional de tiempo y dinero para el análisis traerá grandes ahorros al evitar cambios costosos en fases posteriores del proyecto.

*Viabilidad del diseño.* ¿El diseño propuesto puede implementarse realmente in situ en el plazo previsto, teniendo en cuenta las operaciones coexistentes en la terminal, así como los requisitos físicos de transporte e instalación de los equipos? A menudo, el resultado final se define sin pensar en todos los pasos intermedios del proceso de implementación real, que pueden ser costosos y/o lentos.

” Hasta una pequeña inversión adicional en tiempo y dinero para el análisis traerá grandes ahorros.

El resultado final habitual de no abordar estos retos es que para cumplir con las limitaciones de tiempo, habilidades y presupuesto, hay un enfoque prematuro en un concepto operativo, sin realizar comprobaciones sólidas de las sensibilidades ni una evaluación suficiente de los escenarios alternativos.

### 3.3 HERRAMIENTAS ESENCIALES

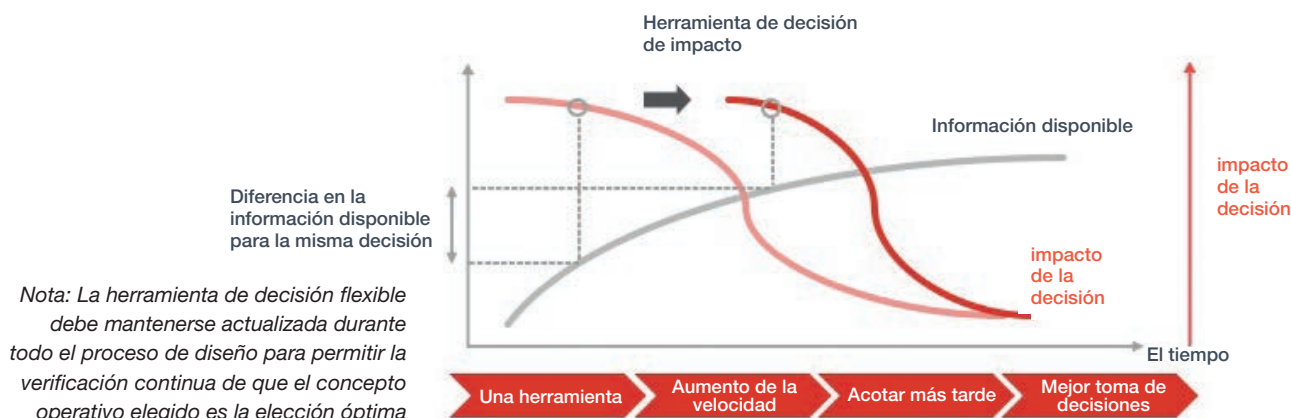
La herramienta clave para gestionar el proceso de diseño de la terminal es una herramienta de decisión flexible integrada. Es un software que utiliza una amplia variedad de información disponible para facilitar la toma de decisiones informadas y optimizadas y crear un conjunto de casos de negocio realistas basados en datos reales.

Los datos que se introducen en la herramienta de decisión flexible pueden incluir, entre otros:

- Aspectos de tiempo: duración de la concesión y período de construcción
- Supuestos de financiación: inflación, impuestos, financiación de la deuda
- Parámetros de la terminal: área, características de volumen, ranuras de tierra TEU, altura de apilado
- Estadísticas de actividad: transporte horizontal, movimientos en depósito, puerta, inspección, limpieza
- Parámetros del equipo: horas máximas de funcionamiento por unidad, movimientos por hora, coste de los repuestos, mantenimiento por hora, vida útil económica, emisiones por hora
- Costes de inversión: infraestructura, equipos, TI
- Otros costes operativos: mano de obra, energía y combustible, seguros
- Ingresos por tipo de contenedor

Los datos resultantes para cada escenario incluyen, entre otros:

- El coste total de propiedad, la tasa interna de rendimiento y el valor actual neto
- La declaración del flujo de efectivo
- El balance
- El impacto medioambiental



” El objetivo es trazar varias opciones de alternativas de diseño con el fin de cumplir los objetivos del negocio.

### 3.4 PLANIFIQUE BIEN AHORA Y AHORRE DINERO MÁS ADELANTE

En cualquier proyecto de diseño de una terminal, es sumamente importante recordar que el hecho de centrarse en la fase de planificación realmente supondrá un ahorro de dinero más adelante. Esta es la razón por la cual utilizar la herramienta de decisión flexible, ya que una evaluación más rápida y detallada de múltiples escenarios permite mantener abiertas las opciones durante más tiempo, lo cual mejora la calidad de la toma de decisiones a medida que se dispone de información adicional.

Por último, un factor que vale la pena tener en cuenta es la elección del socio de servicios de diseño adecuado con experiencia real en integración de terminales. Cada terminal es única, aunque superficialmente la mayoría de las terminales de contenedores siguen uno de los pocos esquemas de diseño que hay consolidados. Para los diseñadores de la industria de terminales actual, la pregunta clave es cómo hacer mejor las cosas aprovechando las nuevas tecnologías disponibles. En última instancia el valor vendrá del hecho de conocer cómo utilizar las posibilidades disponibles y adaptarlas a la situación exclusiva de la terminal. Esta capacidad solo puede adquirirse con experiencia práctica en la integración de sistemas, soluciones y equipos sobre el terreno.



## 4. Fase 1: Investigar

El objetivo de la fase de investigación es trazar varias opciones de alternativas de diseño con el fin de cumplir los objetivos de negocio de la terminal. Esta fase analiza los puntos fuertes relativos de las diferentes opciones de diseño, los conceptos de terminal y los sistemas de transporte (grúas apiladoras automatizadas frente a grúas pórtico con neumáticos de goma, carretillas pórtico frente a vehículos guiados automatizados, etc.). Los caminos hacia la automatización ya pueden evaluarse en esta fase.

Esta fase del proyecto también analiza el proceso de diseño de la terminal desde el contexto más amplio de los objetivos de inversión y la estructura de financiación de la terminal. Dicho de forma sencilla, las diversas opciones se pueden dividir en los conceptos de terminal de CAPEX bajo/"horizonte corto" y CAPEX alto/"horizonte largo". Una solución con menores gastos de capital ofrecerá un plazo más corto para la recuperación de la inversión y proporcionará opciones más sencillas para ajustar los tamaños de las flotas de equipos debido a cambios en la demanda de capacidad u otros factores.

Los conceptos de terminal de "horizonte corto" suelen ofrecer flexibilidad tanto en el diseño de la terminal como en los términos de inversión; sin embargo, la capacidad máxima y el rendimiento pueden verse limitados en comparación con las soluciones con una infraestructura fija más grande. Los conceptos típicos de terminales de "horizonte largo" incluyen terminales ASC con varios tipos de transporte horizontal automatizado. Estos sistemas suelen ofrecer el máximo



Figura A.1  
Carretilla pórtico

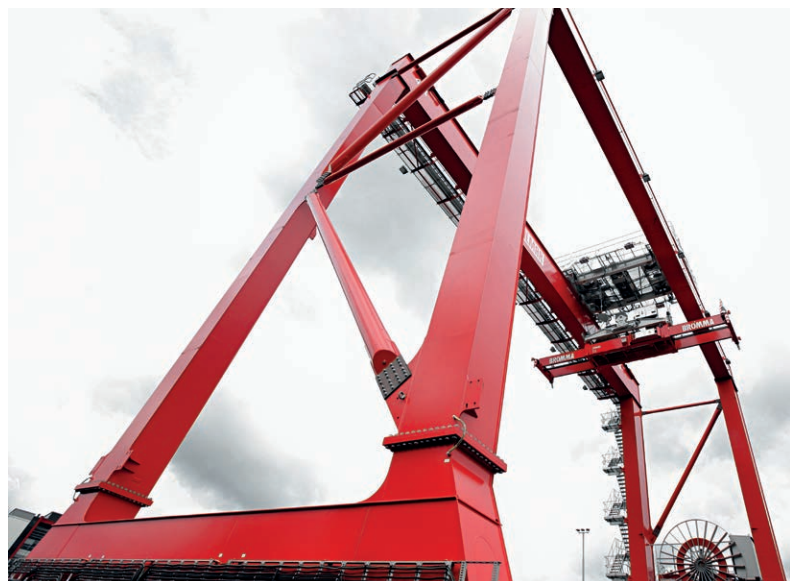


potencial para soluciones autónomas/automatizadas, alto rendimiento y máxima densidad de apilado, pero pueden ser menos flexibles en algunos aspectos.

Además, la fase de investigación debe abordar el plan de implementación al actualizar o rediseñar las operaciones existentes de la terminal. Para los proyectos operativos (brownfield), se trata de una cuestión sumamente relevante que puede, en algunas situaciones, incluso descartar los modos operativos óptimos, simplemente porque no haya manera de implementarlos en medio de un funcionamiento real debido a la interrupción de las operaciones causada por las actividades de implementación.

” El objetivo final es comenzar a dar forma a una solución que sea sólida ante los cambios.

Figura A.3  
Grúa apiladora automática (ASC)



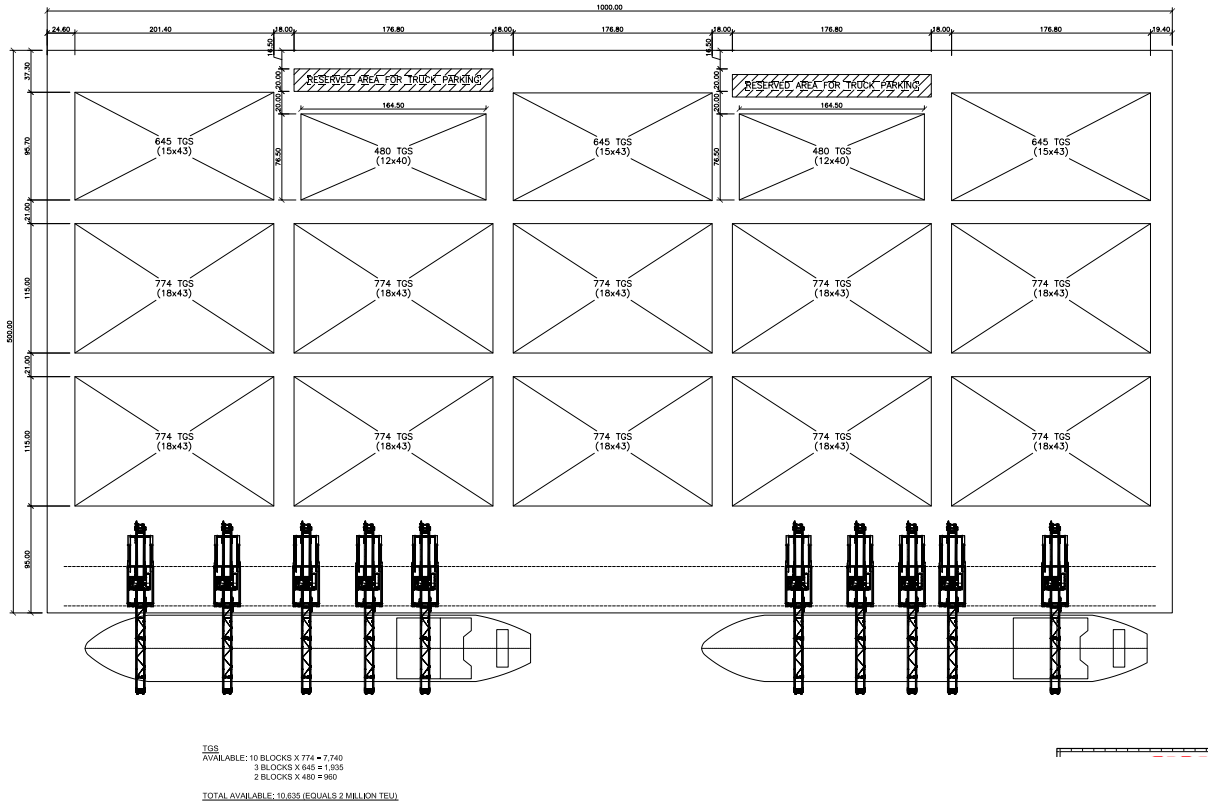


Figura A.4 Terminal de carretillas pórtico

## 5. Fase 2: Calificar

La fase del proyecto de cualificación investiga y evalúa numéricamente soluciones alternativas con gran detalle. Se evalúa toda la gama de opciones de diseño y se prepara un análisis integral de casos de negocio (CAPEX, OPEX, ROI, etc.) para diversos escenarios potencialmente viables.

En esta fase, el plan de entrega y proyecto de alto nivel comienza a tomar forma, con el apoyo de los cálculos de capacidad y las estimaciones de tamaño de la flota de la terminal. El análisis de la sensibilidad es un paso esencial que analiza los efectos de los cambios en diversos parámetros como los volúmenes operativos, los tiempos de permanencia, las relaciones TEU o muchas otras métricas. El objetivo final es comenzar a dar forma a una solución que sea sólida ante los cambios a la vez que siga proporcionando los resultados empresariales que requiere la terminal.



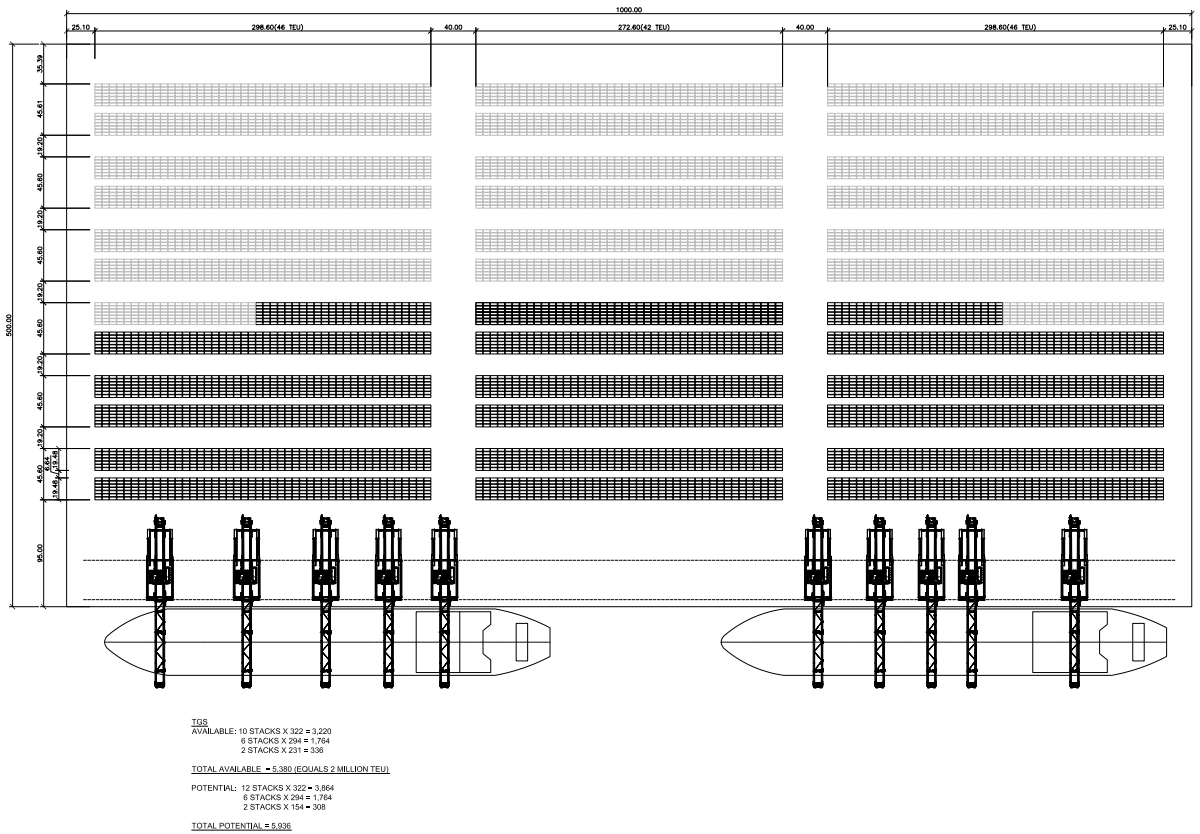


Figura A.5 Terminal de RTG

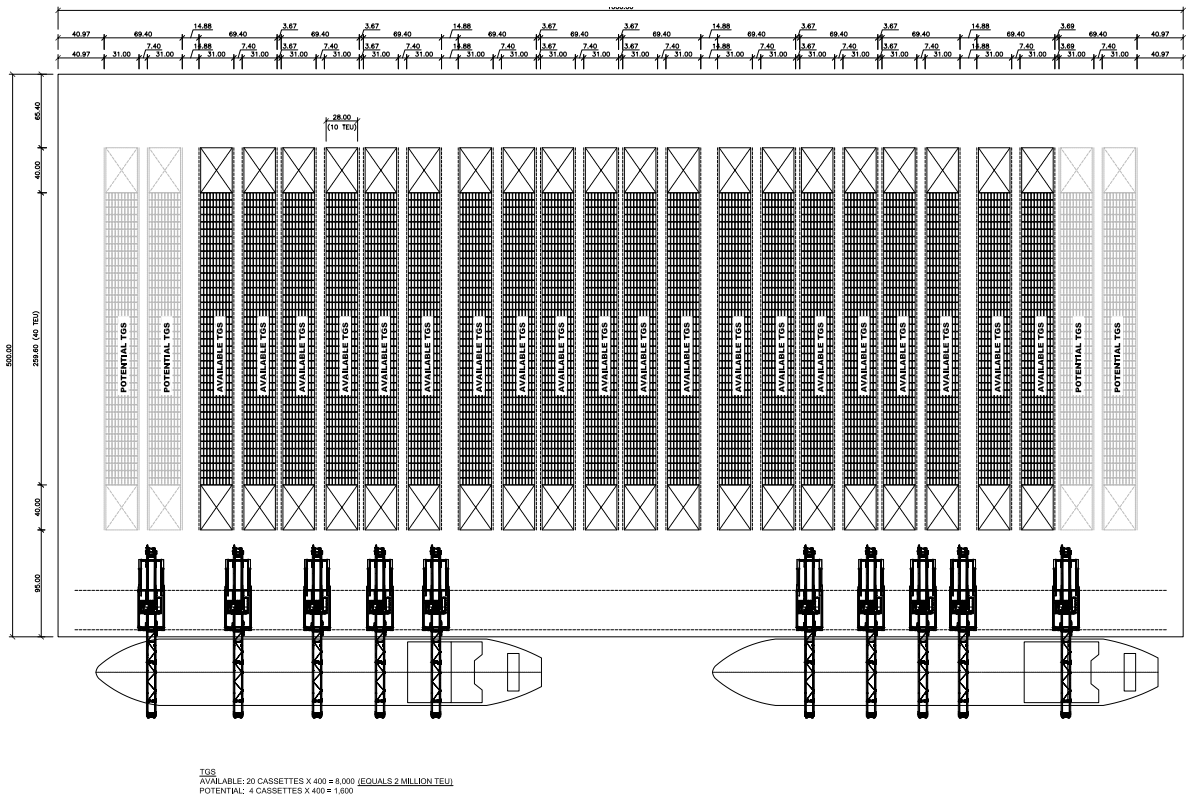


Figura A.6 Terminal de ASC

” Un error de diseño habitual es validar un solo escenario futuro.

### 5.1 EJEMPLO DE ESTUDIO DE CASO

Para ilustrar esta fase del proyecto, hemos elaborado un estudio de caso ilustrativo para evaluar los rendimientos financieros de tres conceptos operativos diferentes en una terminal equilibrada de importación/exportación con una capacidad de 2 millones de TEU:

- Terminal de carretillas pórtico
- Terminal de RTG (cabezas tractoras para terminales y grúas pórtico con neumáticos de goma de accionamiento eléctrico)
- Terminal semiautomática (vehículos de guiado automáticos con grúas apiladoras automáticas)

La terminal teórica asume una longitud de muelle de 1.000 m y una profundidad de depósito de 500 m. Para la terminal de carretillas pórtico, el número de ranuras de tierra TEU (TGS) se ha maximizado según la ilustración siguiente. Al permitir un espacio de maniobra suficiente a lo largo de la explanada, entre los bloques y en la parte trasera de la terminal, se prevé un total de 10.635 TGS divididas en 15 bloques.

Se ha adoptado un tiempo de permanencia de 4,3 días y un factor máximo de 1,15, lo que da como resultado una capacidad de 2 millones de TEU.

Del mismo modo para las configuraciones de terminales RTG y ASC, hemos maximizado el número de TGS (véanse las cifras siguientes). En la tabla siguiente se resumen las principales características de la terminal para cada concepto.

	CARRETI LAPÓRTICO	RTG	ASC
<b>RANURAS DE TIERRA TEU (TGS)</b>	10.635	11.316	9.600
<b>ALTURA DE APILADO</b>	3	6	5
<b>CAPACIDAD MÁXIMA EN TEU</b>	2.000.000	4.260.000	3.010.000

«Container Terminal Operation - Flexible Decision Tool» (Funcionamiento de terminales de contenedores: herramienta de decisión flexible) preparada expresamente para el estudio de caso anterior, permite al usuario modificar características específicas del sitio, como la duración de la concesión, las características del volumen que se va a procesar, los costes de mano de obra, etc. y proporciona resultados financieros de cada uno de los escenarios elegidos. Cabe señalar que los resultados son solo para fines ilustrativos, y que un estudio de producción real incluiría un número significativamente mayor de datos de entrada y salida. El propósito del estudio de caso es señalar de qué modo los factores externos en el entorno empresarial más amplio de la terminal pueden influir significativamente en la rentabilidad relativa de la inversión de diferentes conceptos de terminales, a veces de modos que pueden ser difíciles de predecir intuitivamente.

El caso base presupone un volumen limitado de 2 millones de TEU anuales y una duración de la concesión de 40 años. Los costes de mano de obra se basan en el mercado europeo. En la siguiente tabla se indican los cambios en el concepto preferido basados en las sensibilidades del período de concesión y el coste de la mano de obra:

TERMINAL		PÓRTICOS	DE RTG	ASC
Caso base				
(duración de la concesión 40 años)				
	Tasa interna de retorno (%)	29,9%	29,7%	31,2%
	Período de amortización (años)	6	7	7
Duración de la concesión 20 años				
	Tasa interna de retorno (%)	28%	25%	22%
	Período de amortización (años)	6	8	9
Coste de mano de obra x 0,8 (duración de la concesión 40 años)				
	Tasa interna de retorno (%)	35%	37%	32%
	Período de amortización (años)	5	6	6

## 6. Fase 3: Demostrar

Por último, la fase de demostración incluye una cuidadosa validación de que la opción de diseño seleccionada cumpla sus objetivos. Las simulaciones de terminales se utilizan para demostrar el diseño y verificar su funcionamiento en diferentes escenarios. Un punto esencial que cabe recordar es que las simulaciones son modelos dinámicos que permiten validar escenarios que no se pueden abordar con modelos estáticos basados en hojas de cálculo. El modelado 3D del diseño de terminal preferido es una herramienta útil para visualizar posibles problemas, y las simulaciones pueden utilizar datos reales de terminales para lograr la máxima precisión. Incluso en esta fase, los pasos del proceso iterativo avanzan y retroceden antes de finalizar el diseño seleccionado.

### 6.1 EVITAR EL BLOQUEO DEL ESCENARIO

Un error de diseño habitual es validar un solo escenario futuro. En lugar de ello, las pruebas de sensibilidad del diseño deben realizarse de nuevo ante una amplia variedad de escenarios y casos de uso diferentes. Estos pueden incluir, por ejemplo, el impacto de:

- Velocidades y retrasos de los equipos y buques
- Tamaños de flota
- Variaciones para revelar cuellos de botella
- Patrones de llegada de tráfico
- Altura de apilado
- Cambios inesperados y situaciones de crisis
- Toma de decisiones del TOS (sistema de control de la terminal)
- Toma de decisiones humanas durante el funcionamiento

Para que puedan proporcionar resultados significativos, las simulaciones deben realizarse con datos de alta calidad, así como un modelado preciso de los equipos y el software que se corresponda con las operaciones reales de la terminal. Los modelos de equipos 3D pueden revelar problemas de espacio que anteriormente se hayan pasado por alto, así como áreas potenciales de congestión. Los datos reales, históricos y actuales, de las operaciones de la terminal son los datos ideales para realizar simulaciones. Además, los resultados de la simulación también deben retroalimentarse en los modelos estáticos creados anteriormente en el proyecto para revisar su impacto potencial en los casos de negocio.

### 6.2 CÓMO SACAR EL MÁXIMO PROVECHO DE LAS SIMULACIONES

No basta simplemente con realizar simulaciones de terminales o crear representaciones 3D visualmente atractivas de los diversos conceptos de la terminal. Según la experiencia de los autores, para obtener el

máximo beneficio del proceso de diseño y alcanzar el mejor resultado posible, los puntos siguientes son cruciales.

*Crear un equipo implicado.* Unos socios de confianza pueden proporcionar apoyo en el proceso de diseño, pero la responsabilidad del futuro no se puede externalizar. La organización de la terminal debe alcanzar un acuerdo común de los procesos que se están modelando, al tiempo que se es consciente de la simplificación inherente que implica cualquier simulación. Cuando se hace bien, la simulación es una gran manera de familiarizarse con las relaciones de causa y efecto que afectan a la capacidad y el rendimiento de la terminal.

*Utilizar el modelo de simulación creado.* Con demasiada frecuencia, las terminales encargan simulaciones detalladas durante la fase de diseño y luego guardan los resultados en un cajón. Los modelos se pueden mantener actualizados, calibrarse según la realidad y reutilizarse después de la puesta en marcha para validar los procesos de producción en condiciones cambiantes

## 7. Conclusiones

Diseñar una terminal de contenedores —ya sea una instalación existente o una nueva instalación— es una tarea exigente que requiere la toma de decisiones complejas basada en información limitada y unas condiciones externas cambiantes. No obstante, el proceso se puede gestionar de forma estructurada para maximizar la capacidad de utilizar la tecnología y los datos para mantener las opciones de diseño flexibles el mayor tiempo posible. Los elementos clave de un proceso de diseño de terminal bien planificado y correctamente ejecutado se pueden resumir de la siguiente manera:

- No ahorre en la fase de diseño. El tiempo y el dinero invertidos en la fase de diseño se recuperarán más adelante en el proyecto, momento en el que la corrección de errores iniciales costará significativamente más.
- Implíquese realmente: asuman la responsabilidad de su futuro.
- Utilice la tecnología y los datos disponibles al máximo. Adopte e internalice su uso en su organización.
- Planifique para la más amplia variedad de futuros que pueda imaginar, no solo un escenario.
- Confíe en socios que lo hayan hecho antes. Recuerde que sus proveedores también quieren que su proyecto se convierta en una referencia de éxito mundial.
- Concéntrese en todo el ciclo de vida del sistema, no solo en la fecha de puesta en marcha.

## AUTORES:

### **TIMO ALHO**

Vicepresidente de Servicios  
de Diseño de Terminales  
División de Automatización y Proyectos,  
Kalmar

Timo es jefe del equipo de Servicios de Diseño de Terminales de la División de Automatización y Proyectos de Kalmar, parte de Cargotec, líder mundial en soluciones de manipulación de carga. Timo ha trabajado en Cargotec cerca de 18 años, primero en I+D de automatización, donde su principal proyecto fue el desarrollo de la solución AutoStrad. Durante los últimos ocho años, ha ocupado diversos cargos en el negocio de la automatización de terminales, desde la gestión de productos hasta jefe de la línea de negocio de grúas. Ha participado en todos los proyectos de automatización de terminales de Kalmar. Timo ha estudiado ingeniería de automatización (M.Sc., tecnología de automatización) en la Universidad Tecnológica de Tampere.

### **JARNO KUIPERS**

Gerente sénior,  
Servicios de Diseño de Terminales  
División de Automatización y Proyectos,  
Kalmar

Jarno Kuipers trabaja como Gerente sénior en el equipo de Servicios de Diseño de Terminales. Jarno es un profesional de la automatización de terminales de contenedores con más de 14 años de experiencia en automatización de puertos. Se ha formado en el ámbito de la consultoría de TI y en gestión de operaciones de terminales de un terminal totalmente automatizado, donde ha participado intensamente en la implementación de nuevas tecnologías. En el tiempo que lleva trabajando para Kalmar, antes de incorporarse al equipo de Servicios de Diseño de Terminales, Jarno ocupó diversos cargos en ventas y ejecución de proyectos de automatización de terminales. Jarno es licenciado en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas con un Máster en Gestión Estratégica.

### **TOM VERMEIREN**

Experto sénior en Estrategia  
Portuaria y Finanzas,  
Rebel Ports and Logistics

Tom está especializado en estrategia y economía de empresa y tiene un doctorado en Economía Aplicada (Ingeniería Empresarial). Durante más de 23 años, ha estado activo como consultor sénior de alta dirección en el sector portuario. Tom ha trabajado con operadores de terminales, autoridades portuarias e inversores ayudándoles en la evaluación de proyectos de configuración y expansión de puertos/terminales. También ha participado en la planificación empresarial de sistemas comunitarios portuarios y en soluciones portuarias TIC mejoradas.

### **WIM WELVAARTS**

Experto portuario sénior,  
Rebel Ports and Logistics

Wim es experto en puertos en Rebel. Cuenta con más de 18 años de experiencia internacional en la planificación y el diseño de todo tipo de puertos. Ha sido responsable de la gestión de numerosos proyectos multidisciplinarios de desarrollo portuario en todo el mundo como Consultor Marítimo con RoyalHaskoningDHV y Gerente de Programa de Infraestructura de Terminales con Terminal Investment Limited (TIL), el sexto operador privado de terminales de contenedores más grande del mundo. Desde que se incorporó a Rebel a finales de 2016, ha participado en diversas evaluaciones operativas y financieras de proyectos de terminales de contenedores. Wim aporta al equipo una experiencia única en la optimización del diseño operativo y de la terminal, y combinado con su experiencia en ingeniería civil y de infraestructuras, ofrece una combinación única de conocimientos.

### **DRIES VAN DEN BROECK**

Director de RebelGroup  
Advisory Belgium  
Rebel Ports and Logistics

Dries es Director de RebelGroup Advisory Belgium y experto en modelado financiero. Ha trabajado en Rebel durante más de 10 años. En sus primeros años en Rebel, Dries desarrolló sus profundas habilidades en financiación en el equipo de financiación de proyectos de Rebel. Posteriormente su interés por los puertos y la logística fue creciendo, lo cual dio lugar a una transferencia interna al equipo de Puertos y Logística, donde sus habilidades de modelado financiero y estructuración de casos de negocios se consideran un valor añadido para el equipo. Dries tiene una vasta experiencia en la redacción y elaboración de modelos financieros, con especial interés por las herramientas de decisión. Estas herramientas permiten a los responsables de la toma de decisiones tomar medidas informadas mostrando claramente el impacto a lo largo del tiempo de ciertas decisiones. La clave de ello es la estructuración de la gran cantidad de datos disponibles y la visualización de los resultados para que esta información se convierta en información útil a partir de la cual tomar decisiones informadas.



# KALMAR

Making your every move count

Published by Kalmar, part of Cargotec. Copyright© Cargotec 2018. All rights reserved. No part of this publication may be copied or reproduced without permission of the copyright owner. The content of this document is provided "as is", without warranties of any kind with regards to its accuracy or reliability and excluding all implied warranties. We reserve the rights to make changes to any of the items described in this document without prior notice. The content of each service and availability of particular services may vary.

[www.kalmarglobal.com](http://www.kalmarglobal.com)