



Trabajo Fin de Grado

Gestión de la cadena de suministro mediante la simulación con anyLogistix

Supply chain management through simulation
with anyLogistix

Autor

Maria Luisa Negro Cruz

Director

Enrique Hernández Hernández

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia

Noviembre 2024

Página intencionadamente en blanco.



**Escuela Universitaria
Politécnica** - La Almunia
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

Supply chain management through simulation
with anyLogistix

425.24.80

Autor: Maria Luisa Negro Cruz

Director: Enrique Hernández Hernández

Fecha: 11 2024

Página intencionadamente en blanco.

Agradecimientos:

A mi madre, quien ha sido y siempre será mi mayor inspiración. Quien me animo a hacer la carrera y ha creído en mi en todo momento.

A mi padre, que desde arriba me ha estado guiando y dando fuerza. Y aunque no estes, has estado conmigo en cada paso.

A mis amigos, en especial a Estefanía, Verónica y Raquel, quienes me han estado apoyando y levantando cuando las cosas se ponían difíciles.

A mi familia, aunque la distancia nos separe, su apoyo ha sido fundamental.

INDICE DE CONTENIDO BREVE

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUCCIÓN	11
4. DESARROLLO	12
5. CONCLUSIONES	41
6. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	43
7. BIBLIOGRAFÍA	45

INDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
1.1. PALABRAS CLAVE	2
<i>1.1.1. Cadena de suministro</i>	2
<i>1.1.2. Anylogistix</i>	2
<i>1.1.3. Simulación y optimización</i>	3
<i>1.1.4. Efecto látigo</i>	3
<i>1.1.5. Efecto dominó</i>	4
1.2. OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO	4
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	4
1.4. ANTECEDENTES	5
1.5. METODOLOGÍA	6
2. ABSTRACT	7
2.1. KEY WORDS	8
<i>2.1.1. Supply Chain</i>	8
<i>2.1.2. AnyLogistix</i>	8
<i>2.1.3. Simulation and Optimisation</i>	8
<i>2.1.4. Bullwhip effect</i>	9
<i>2.1.5. Ripple effect</i>	9
3. INTRODUCCIÓN	11

4. DESARROLLO	12
4.1. ANÁLISIS DEL EFECTO LÁTIGO	13
4.2. PROBLEMA	14
4.2.1.1. Análisis de resultados ejemplo 1	20
4.2.1.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo	20
4.2.1.1.2. KPI financiero y de clientes	21
4.2.1.2. Conclusión ejemplo 1	23
4.2.2. Ejemplo 2	23
4.2.2.1. Análisis de resultados ejemplo 2	24
4.2.2.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto latigo	25
4.2.2.1.2. KPI financiero y clientes	26
4.2.2.2. Conclusión ejemplo 2	27
4.2.3. Ejemplo 3	27
4.2.3.1. Análisis de resultados ejemplo 3	30
4.2.3.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo	30
4.2.3.1.2. KPI financiero y de clientes	31
4.2.3.2. Conclusión ejemplo 3	33
4.2.4. Ejemplo 4	33
4.2.4.1. Análisis de resultados ejemplo 4	34
4.2.4.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo	34
4.2.4.1.2. KPI financiero y de clientes	35
4.2.4.2. Conclusión ejemplo 4	37
4.2.5. Ejemplo 5	37
4.2.5.1. Análisis de resultados ejemplo 5	38
4.2.5.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo	38
4.2.5.1.2. KPI financiero y de clientes	39
4.2.5.2. Conclusión ejemplo 5	40
5. CONCLUSIONES	41
6. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	43
7. BIBLIOGRAFÍA	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Cadena de suministro	2
Ilustración 2: AnyLogistix	3
Autor: Maria Luisa Negro Cruz	- ii -
425.24.80	

Ilustración 3: Simulación y optimización	3
Ilustración 4: Efecto látigo	3
Ilustración 5: Efecto dominó	4
Ilustración 6: supply chain	8
Ilustración 7: AnyLogistix	8
Ilustración 8:simulation and optimisation.....	9
Ilustración 9: efecto bullwhip	9
Ilustración 10: efecto ripple	10
Ilustración 11: Organización de la cadena de suministro	14
Ilustración 12: Página de inicio del software anyLogistix	15
Ilustración 13:Ubicaciones de la cadena de suministro	15
Ilustración 14: Estructura de la cadena de suministro.....	15
Ilustración 15: Producto	16
Ilustración 16: Conversiones de unidades	16
Ilustración 17: Tipo de vehículo	16
Ilustración 18: Política de transportes (caminos)	16
Ilustración 19: Política de abastecimiento	17
Ilustración 20: Política de producción	17
Ilustración 21: Política de control de inventarios	17
Ilustración 22: Datos de la demanda	17
Ilustración 23: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo....	18
Ilustración 24: KPI financiero y de clientes.....	19
Ilustración 25: Inicio de simulación	20
Ilustración 26: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo....	21
Ilustración 27: KPI financiero y de clientes.....	22
Ilustración 28: Análisis del efecto latigo.....	23
Ilustración 29: Política de producción	24
Ilustración 30: Inventory	24

Ilustración 31: Análisis de simulación	25
Ilustración 32: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo ...	25
Ilustración 33: KPI financiero y de clientes.....	26
Ilustración 34: Política de transportes (Caminos)	28
Ilustración 35: Configuración del tamaño de los lotes	28
Ilustración 36: Ajuste del tamaño de los lotes de producción.....	28
Ilustración 37:Reglas de ordenación.....	29
Ilustración 38: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo ...	31
Ilustración 39:KPI financiero y de clientes.....	32
Ilustración 40: Política de control de inventarios	34
Ilustración 41: Inicio de la simulación	34
Ilustración 42: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo ...	35
Ilustración 43: KPI financiero y de clientes.....	36
Ilustración 44: Análisis de la simulación	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 :Distribución de la demanda según periodos de tiempo	14
Tabla 2 : Definiciones.....	15

1. RESUMEN

Se establece la estructura de la cadena de suministro (cliente, centro de distribución, fábrica y proveedor)

Se crea un escenario para el producto (cerveza) en unas ubicaciones, para un determinado inventario. Configurando producto, conversiones de unidades, tipo de vehículo, política de transporte, política de abastecimiento, política de producción y política de control de inventarios.

Para analizar el efecto látigo, se diseña el cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo y el cuadro de mando con KPI financieros y de clientes.

Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo son 4 gráficos:

- Demand received (producto...) (Demanda recibida)
- Available inventory (Inventario disponible)
- Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)
- Demand placed (Demanda colocada)

Cuadro de mando con KPI financieros y de clientes son 6 gráficos:

- Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)
- Revenue (Ingresos)
- Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)
- Elt service level by producto (Nivel de servicio por producto)
- Lead time (Plazo de entrega)
- Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

Analizamos cómo las fluctuaciones en la demanda afectan a las órdenes generadas en la cadena de suministro, considerando la demanda recibida, el inventario disponible y los pedidos realizados. Estudiamos y analizamos los indicadores.

Realizamos pruebas con diferentes variables y luego revisamos y explicamos los indicadores. Analizamos e interpretamos las diferencias en ingresos, tiempos de entrega y cumplimiento entre varios escenarios, encontrando problemas como escasez de productos, retrasos para la entrega y el fenómeno del efecto látigo en ciertos experimentos.

Finalmente, establecemos niveles adecuados de stock y reglas precisas para minimizar el efecto látigo y mejorar la calidad del servicio ofrecido.

Conseguimos equilibrar la producción y la entrega, aunque hubo algunos casos en los que se presentaron fallos.

1.1. PALABRAS CLAVE

1.1.1. Cadena de suministro

La cadena de suministro, también conocida como supply chain, consiste en el conjunto de procesos de producción, almacenamiento, distribución y comercialización de un bien. Es decir, engloba desde la adquisición de materias primas hasta la comercialización del producto terminado.

Los componentes que intervienen son los proveedores, los fabricantes y los distribuidores. El objetivo final es que estas figuras creen una cadena de suministro eficaz y eficiente, en la que los costes e inventarios sean mínimos, se mejore la competitividad, se reaccione rápidamente a los cambios de demanda y se acorten los plazos de entrega.



Ilustración 1: Cadena de suministro

1.1.2. Anylogistix

Anylogistix es una herramienta destinada a optimizar la cadena de suministro, buscando ofrecer un buen servicio reduciendo costes y riesgos.

A través de este software se pueden resolver incidencias, generar agilidad en la propia cadena, regular el inventario o buscar nuevas oportunidades, todo ello para lograr construir una cadena de suministro optimizada.



Ilustración 2: AnyLogistix

1.1.3. Simulación y optimización

La simulación consiste en replicar el comportamiento de un proceso. Dicho proceso se simula en un ambiente virtual, y se estudian diversos escenarios para lograr un análisis profundo de la situación. De esta manera, se pueden ver los puntos débiles a mejorar, y se pueden buscar soluciones para resolver cualquier incidencia.

La optimización consiste en buscar estrategias que mejoren elementos de la cadena de suministro, con el fin de aumentar la eficiencia, reducir los costes y maximizar el rendimiento de la misma.

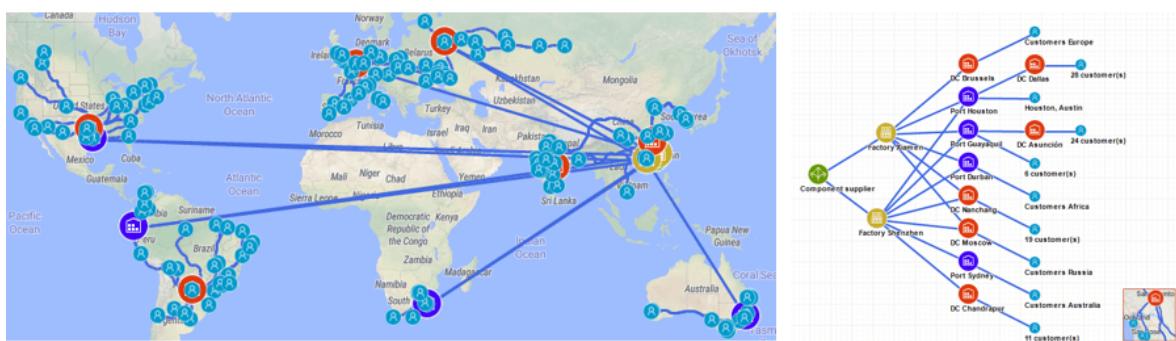


Ilustración 3: Simulación y optimización

1.1.4. Efecto látigo

El efecto látigo, o bullwhip effect, es un suceso que ocurre cuando se da una falta de coordinación o de información en los distintos eslabones de la cadena de suministro. Esto provoca excesos de stock que suponen gastos adicionales a la empresa, ya que implica costes de almacenamiento innecesarios, y puede provocar retrasos en la capacidad de respuesta ante una demanda cambiante del mercado.

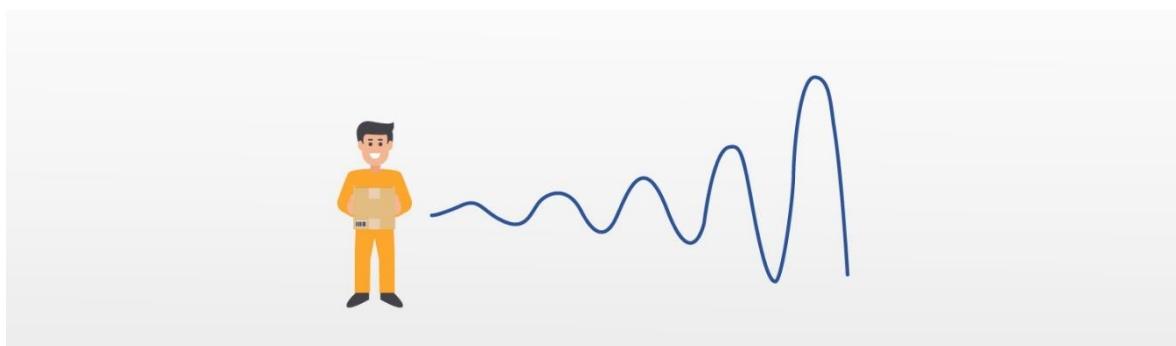


Ilustración 4: Efecto látigo

1.1.5. Efecto dominó

El efecto dominó, también conocido como ripple effect, se produce cuando se da un problema o una interrupción en alguna de las partes de la cadena y no se localiza a tiempo. Esto provoca que se vaya propagando a lo largo de la cadena de suministro, lo que conlleva impactos en el rendimiento, como pueden ser retrasos o incrementos de costes.

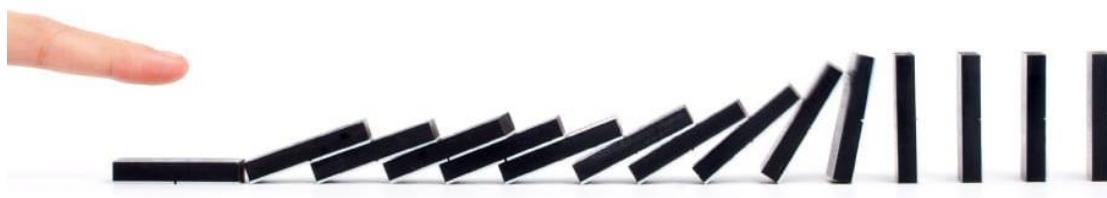


Ilustración 5: Efecto dominó

1.2. OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO

El objetivo general es optimizar la cadena de suministro a través de la aplicación Anylogistix, aprovechando sus diversas herramientas y utilizando la simulación con el fin de lograr disminuir costes, minimizar inconvenientes, aumentar la eficiencia y ofrecer un servicio adecuado para el cliente.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Establecer un modelo operativo eficiente para la cadena de suministro.
Crearemos la configuración inicial de la cadena. Estableceremos los proveedores, los fabricantes y los distribuidores siguiendo estrategias adecuadas para la gestión de stock y posterior distribución del producto.
- Examinar cómo afectan las fluctuaciones de demanda
Analizaremos en qué medida la fluctuación de la demanda impacta en los niveles de stock, en los plazos de producción y entrega, y en la satisfacción de los clientes.
- Mejorar los tiempos de producción y reposición de inventario

Se estudiará el ciclo de la demanda para poder responder en casos de alta o baja demanda, y adaptar la producción conforme a ello

- Investigar el impacto del fenómeno conocido como efecto látigo
Analizar las consecuencias de este fenómeno y tratar de disminuir al máximo faltas de información o de coordinación para que este efecto no se produzca.
- Empleo de indicadores clave de desempeño o Key Performance Indicators (KPI) (cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo y Cuadro de mando con KPI financieros y de clientes)
Se emplearán los KPI para estudiar la viabilidad de un proyecto y los beneficios previstos para la empresa.
- Evaluar y modificar variables de inventario
Establecer niveles adecuados de inventario para prevenir escasez de productos y retrasos, o por el contrario, excesos de stock.
- Analizar los distintos escenarios
Emplear el programa para simular distintos escenarios y probar diversas tácticas, con la finalidad de optimizar el rendimiento.
- Elaborar sugerencias estratégicas
A partir de los resultados obtenidos, actuar para buscar la máxima eficiencia y eficacia de la cadena de suministro.

1.4. ANTECEDENTES

La configuración de la red de suministro y las decisiones de planificación operativa pueden influir de manera significativa en la rentabilidad y el triunfo de una empresa. La elección de poseer un almacén o dos, clausurar una fábrica o el alquiler una nueva, o seleccionar un camino de red en vez de otro, son todas decisiones relevantes que un responsable de la cadena de suministro debe tomar en cuenta.

No obstante, estas decisiones deben surgir de la experiencia o la intuición, por lo que la investigación en administración de la cadena de suministro se enfoca en suministrar los datos, las herramientas y los modelos de toma de decisiones. Uno de estos programas de soporte para la toma de decisiones es anyLogistix, una aplicación que simplifica el análisis, la optimización de redes y la simulación.

Gracias a la versión gratuita para PLE, anyLogistix ha ganado cada vez más popularidad gracias a su sencillez de uso, incluye simulación y optimización, y aborda todos los temas de enseñanza estándar, como por ejemplo: centro de gravedad, diseño de SC eficaz en comparación con SC sensible, diseño de SC a través de la optimización de la red, simulación de control de inventario, con cálculos de existencias de seguridad, y simulación de políticas de abastecimiento.

Se ha creado anyLogistix para respaldar un programa de Optimización y Simulación de la Cadena de Suministro.

1.5. METODOLOGÍA

1. Planteamiento del problema
2. Parámetros
3. Datos de entrada para clientes y demanda.
4. Capacidad de producción y costos
5. Configuración de ruta y flujo
6. Inicio del experimento de optimización de la red.
7. Resultados de optimización de red.
8. Flujos óptimos.
9. Análisis de cumplimiento de la demanda.
10. Inicio del experimento de optimización de la red.
11. Resultado de optimización para nueva capacidad de producción máxima.
12. Selección del mejor resultado con dos DC.

2. ABSTRACT

The structure of the supply chain (customer, distribution centre, brewery and supplier) is established.

A scenario is created for the product (beer) in a number of locations, for a given inventory. Configuring product, unit conversions, vehicle type, transport policy, sourcing policy, production policy and inventory control policy.

To analyse the whip effect, the KPI scorecard for whip effect analysis and the scorecard with financial and customer KPIs are designed.

The KPI scorecard for the analysis of the whiplash effect consists of 4 graphs:

- Demand received (product...)
- Available inventory
- Bullwhip effect by product (product...)
- Demand placed

Scorecard with financial and customer KPIs are 6 graphs:

- Fulfillment (Late product...) Fulfillment (Late product...)
- Revenue
- Available inventory including backorders (Available inventory including backorders)
- Elt service level by product (Service level by product)
- Lead time
- Products produced, fulfilled

We analyse how fluctuations in demand affect orders generated in the supply chain, considering demand received, inventory on hand and orders placed. We study and analyse the indicators.

We test different variables and then review and explain the indicators. We analyse and interpret the differences in revenue, delivery times and fulfilment between various scenarios, finding problems such as product shortages, delivery delays and the phenomenon of the whiplash effect in certain experiments.

Finally, we establish appropriate stock levels and precise rules to minimise the whiplash effect and improve the quality of the service offered.

We managed to balance production and delivery, although there were some cases where there were failures.

2.1. KEY WORDS

2.1.1. Supply Chain

The supply chain, also known as supply chain, consists of the set of processes of production, storage, distribution and marketing of a good. In other words, it encompasses everything from the acquisition of raw materials to the marketing of the finished product.

The components involved are suppliers, manufacturers and distributors. The ultimate goal is for these figures to create an effective and efficient supply chain, in which costs and inventories are kept to a minimum, competitiveness is improved, there is a rapid reaction to changes in demand and delivery times are shortened.



Ilustración 6: supply chain

2.1.2. AnyLogistix

Anylogistix is a tool designed to optimise the supply chain, seeking to offer a good service while reducing costs and risks.

Through this software it is possible to resolve incidents, generate agility in the chain itself, regulate inventory or look for new opportunities, all of this in order to build an optimised supply chain.



Ilustración 7: AnyLogistix

2.1.3. Simulation and Optimisation

Simulation consists of replicating the behaviour of a process. This process is simulated in a virtual environment, and different scenarios

are studied to achieve an in-depth analysis of the situation. In this way, the weak points to be improved can be seen, and solutions can be sought to resolve any incident.

Optimisation consists of looking for strategies that improve elements of the supply chain in order to increase efficiency, reduce costs and maximise its performance.

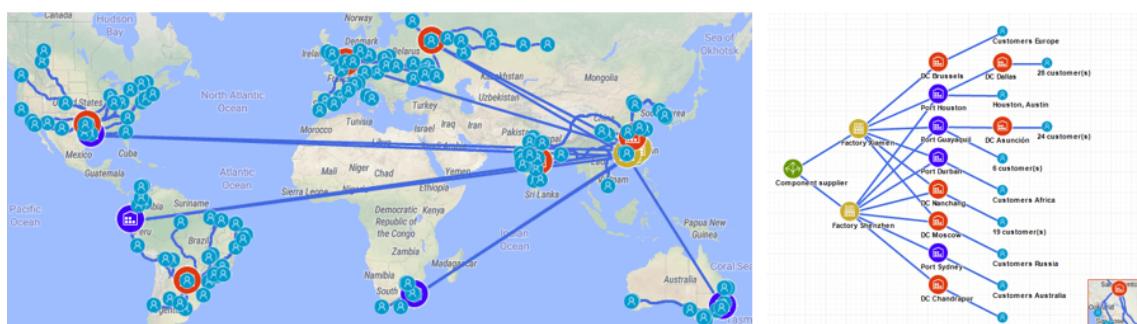


Ilustración 8:simulation and optimisation

2.1.4. Bullwhip effect

The bullwhip effect is an event that occurs when there is a lack of coordination or information between the different links in the supply chain. This leads to overstocks that result in additional costs to the company, as it involves unnecessary storage costs, and can cause delays in the ability to respond to changing market demand.



Ilustración 9: efecto bullwhip

2.1.5. Ripple effect

The ripple effect, also known as the ripple effect, occurs when a problem or disruption occurs in one part of the chain and is not located in time. This causes it to spread throughout the supply chain, leading to performance impacts such as delays or cost increases.



Ilustración 10: efecto ripple

3. INTRODUCCIÓN

La configuración de la red de suministro y las decisiones de planificación operativa pueden influir de manera significativa en la rentabilidad y el triunfo de una empresa. La elección de poseer un almacén o dos, clausurar una fábrica o el alquiler una nueva, o seleccionar un camino de red en vez de otro, son todas decisiones relevantes que un responsable de la cadena de suministro debe tomar en cuenta.

No obstante, estas decisiones deben surgir de la experiencia o la intuición, por lo que la investigación en administración de la cadena de suministro se enfoca en suministrar los datos, las herramientas y los modelos de toma de decisiones. Uno de estos programas de soporte para la toma de decisiones es anyLogistix, una aplicación que simplifica el análisis, la optimización de redes y la simulación.

Gracias a la versión gratuita para PLE, anyLogistix ha ganado cada vez más popularidad gracias a su sencillez de uso, incluye simulación y optimización, y aborda todos los temas de enseñanza estándar, como por ejemplo: centro de gravedad, diseño de SC eficaz en comparación con SC sensible, diseño de SC a través de la optimización de la red, simulación de control de inventario, con cálculos de existencias de seguridad, y simulación de políticas de abastecimiento.

Se ha creado anyLogistix para respaldar un programa de Optimización y Simulación de la Cadena de Suministro.

4. DESARROLLO

Los modelos de esta clase de situaciones nos ayudan a estimar como afectan las interrupciones al funcionamiento y sugerir un diseño de cadena de suministro resistente, basado en datos agregados de localización y flujo, con el objetivo de reducir gastos o aumentar ganancias.

Este tipo de problema se basa en el análisis de un conjunto específico de datos:

Parámetros

- Hay un número concreto y limitado de períodos de tiempo.
- Capacidades de producción, almacenamiento y envío en los períodos
- Posibles ubicaciones y conexiones del lugar (nodos y rutas) con pruebas.
- En los períodos se puede observar una demanda que puede ser determinista o estocástica.
- El inventario al comienzo y al final de los períodos.
- El tiempo de entrega y los niveles de servicio son aspectos fundamentales que considerar.
- Los costes variables de explotación.
- En la ubicación se puede abrir o cerrar.
- Producción.
- Envío.
- Preparación de pedidos.
- Tiempo de espera.
- Almacenaje.
- Posible disminución en las ventas.
- Costos fijos relacionados con el procesamiento de los pedidos.
- La cantidad de órdenes pendientes durante determinados períodos.
- El impacto en el rendimiento de una empresa se puede ver reflejado en el nivel de servicio ofrecido, los costes generados y las posibles pérdidas de ventas al final del período de planificación.

Normalmente, se ha utilizado la optimización de la red para esta categoría. En el nivel de diseño de la cadena de suministro, se

desarrollan modelos para analizar cómo las interrupciones afectan su rendimiento.

Esto se logra al desactivar elementos estructurales, ajustar parámetros operativos como la capacidad, y luego observar cómo estas modificaciones influyen en los costos o las ventas. Este análisis estratégico es beneficioso para la toma de decisiones importantes.

4.1. ANÁLISIS DEL EFECTO LÁTIGO

Los modelos de la clase de problemas permiten calcular el impacto de las interrupciones en el rendimiento y recomendar un diseño de cadena de suministro resistente basado en datos agregados de localización y flujo, con el fin de minimizar costes o maximizar los beneficios. Esta clase de problema considera el siguiente conjunto de datos:

Parámetros

- Posibles ubicaciones y conexiones del sitio (nodos y rutas) con respaldos.
- Número discreto y limitado de períodos de tiempo
- Demanda determinista o estocástica en los períodos.
- Capacidades de producción, almacenamiento y envío en los períodos
- Tiempo de entrega y niveles de servicio
- Costes de explotación variable
- Apertura o cierre de la ubicación
- Inventario inicial y final en períodos
- Producción, envío, preparación, retención, demora, pérdida de ventas, fijo, procesamiento, pedido, cantidades de pedidos pendientes en períodos.

Impacto en el rendimiento: nivel de servicio, costes, pérdida de ventas al final del horizonte de planificación.

La optimización de la red se ha utilizado normalmente para esta clase. Estos modelos se realizan en el nivel de diseño de la cadena de suministro y ayudan a analizar el impacto de las interrupciones en el rendimiento de la cadena de suministro desactivando algunos elementos estructurales, cambiando algunos parámetros operativos (por ejemplo, la capacidad) y observando los cambios resultantes en los costes o las ventas. Este análisis es útil para la toma de decisiones estratégicas. Al mismo tiempo, estos modelos no tienen en cuenta la dinámica de las políticas de inventario, abastecimiento, envío y control de producción.

4.2. PROBLEMA

Tomamos en cuenta una cadena de suministro para la fabricación y distribución de cerveza que incluye a un proveedor, una fábrica de cerveza, un centro de distribución y un consumidor final.

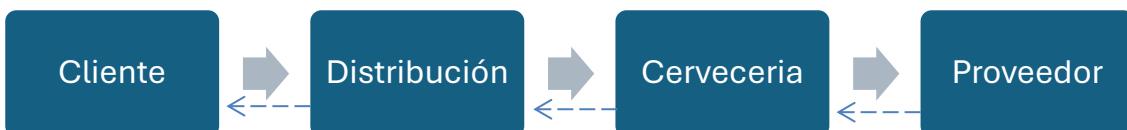


Ilustración 11: Organización de la cadena de suministro

Flujo de información →

Flujo de material <---

El cliente comunica al distribuidor que desea cerveza, el distribuidor envía esta petición a la fábrica de cerveza, y la fábrica envía la orden al proveedor para conseguir las materias primas requeridas.

Cuando el proveedor suministra las materias primas a la fábrica de cerveza, esta elabora la cerveza y la entrega al distribuidor, que finalmente la distribuye al cliente.

La demanda de los clientes (en unidades) cambia y se reparte durante un período de 36 días.

1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36
4	4	9	7	11	14	8	9
4	4	7	8	9	8	11	
4	10	8	6	4	9	7	
2	11	6	10	11	6	9	
5	7	10	7	9	9	10	

Tabla 1 :Distribución de la demanda según períodos de tiempo

Para la realización de la creación y simulación de la cadena de suministro accedemos al software anyLogistix.

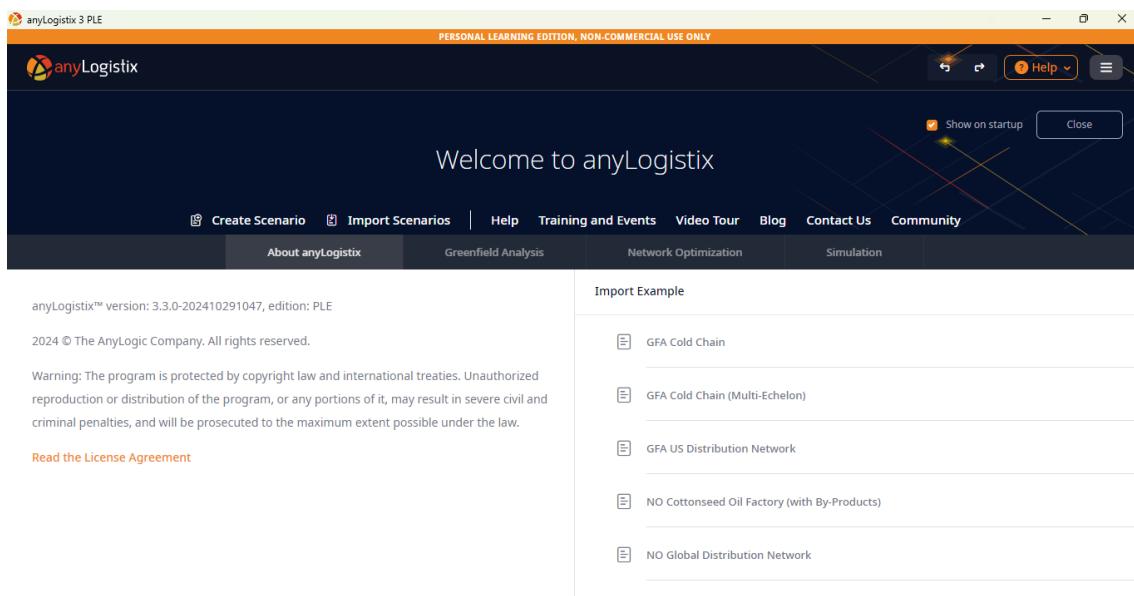


Ilustración 12: Página de inicio del software anyLogistix

Inicialmente, se diseña un escenario (BWE) y se definen las localizaciones.

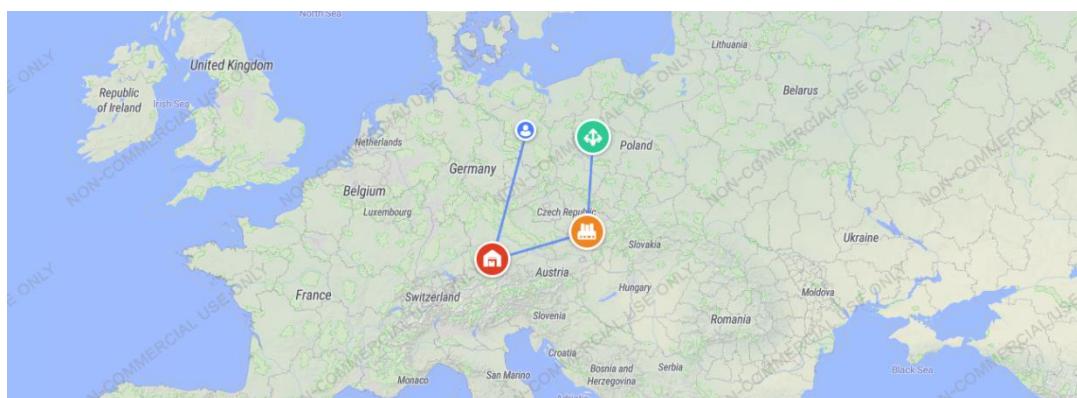


Ilustración 13: Ubicaciones de la cadena de suministro

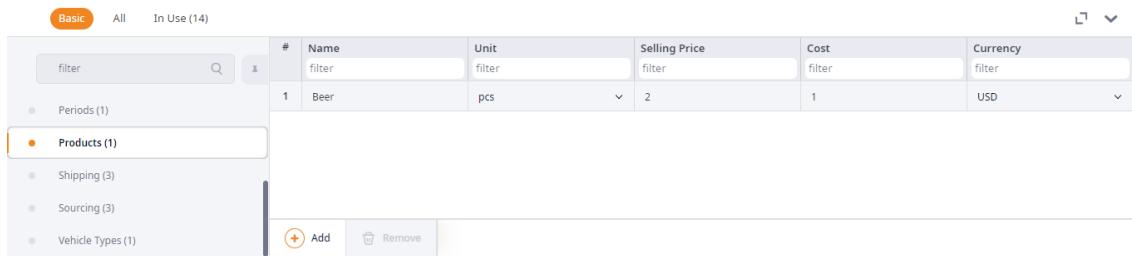
Customer: Cliente	Supplier: Proveedor	Factory: (cervecería)	Fabrica	DC: Centro de distribución

Tabla 2 : Definiciones



Ilustración 14: Estructura de la cadena de suministro

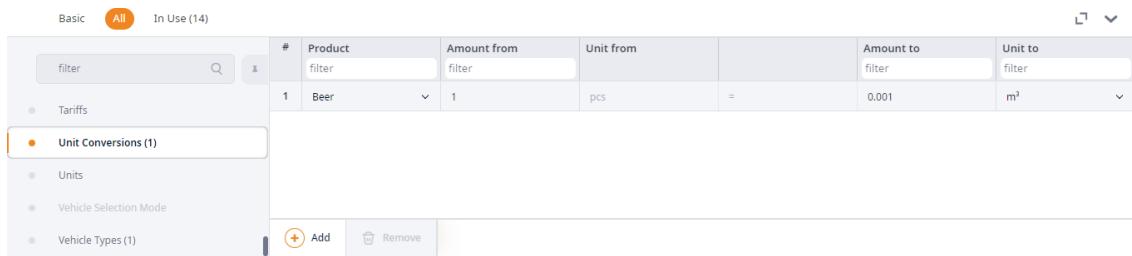
A continuación, vamos a desarrollar un nuevo producto (cerveza). Se desarrolla accediendo a la opción "products".



#	Name	Unit	Selling Price	Cost	Currency
1	Beer	pcs	2	1	USD

Ilustración 15: Producto

Seguidamente, configuramos la conversión de unidades. Se debe hacer clic en la sección “unit conversions”



#	Product	Amount from	Unit from		Amount to	Unit to
1	Beer	1	pcs	=	0.001	m³

Ilustración 16: Conversiones de unidades

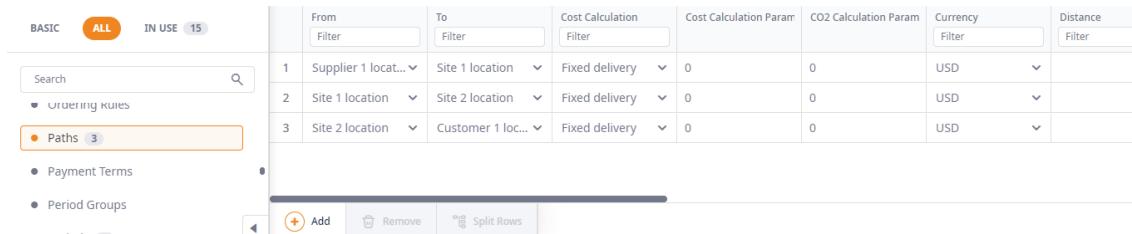
Por otro lado, creamos un nuevo vehículo seleccionando la pestaña “vehicle types”.



#	Name	Capacity	Capacity Unit	Speed	Speed Unit
1	Truck	6	m³	50	km/h

Ilustración 17: Tipo de vehículo

Asimismo, configuramos la política de transporte haciendo clic en el apartado de “paths”, la política de abastecimiento haciendo clic en “sourcing”, la política de producción (2 day) haciendo clic en la pestaña de “production” y la política de control de inventarios (Min=5; Max=20) haciendo clic en la pestaña de “inventory”.



From	To	Cost Calculation	Cost Calculation Param	CO2 Calculation Param	Currency	Distance
Supplier 1 locat...	Site 1 location	Fixed delivery	0	0	USD	
Site 1 location	Site 2 location	Fixed delivery	0	0	USD	
Site 2 location	Customer 1 loc...	Fixed delivery	0	0	USD	

Ilustración 18: Política de transportes (caminos)

Basic All In Use (14)

#	Delivery Destination filter	Sources filter	Product filter	Type filter	Parameters	Time Period filter	Inclusion Type filter
1	Customer 1	Site 2	Beer	Closest (Fixed Sourc	No parameters	(All periods)	Include
2	Site 2	Site 1	Beer	Closest (Fixed Sourc	No parameters	(All periods)	Include
3	Site 1	Supplier 1	Beer	Closest (Fixed Sourc	No parameters	(All periods)	Include

Add **Remove** **Split Rows**

Ilustración 19: Política de abastecimiento

Basic All In Use (14)

#	Site filter	Product filter	Type filter	Parameters	BOM filter	Production Cost filter	Currency filter
1	Site 1	Beer	Simple make policy	Time = 2.0 (day)		0	USD

Add **Remove** **Split Rows**

Ilustración 20: Política de producción

Basic All In Use (14)

#	Facility filter	Product filter	Policy Type filter	Policy Parameters	Initial Stock, units filter	Periodic Check filter	Period filter
1	(All sites)	Beer	Inventory Policy Mir	s=5, S=20	12		1

Add **Remove** **Split Rows**

Ilustración 21: Política de control de inventarios

Por último, podemos observar los datos del modelo de simulación de la cadena de suministro en el apartado de “demand” y haciendo clic en 277.

The screenshot shows the anyLogistix 3 PLE software interface. On the left, there's a sidebar with tabs for "Scenario SIM", "Scenario SIM 4", "1. BWE", "GENERAL DATA", "EXPERIMENTS", "Simulation experiment", "Variation experiment", and "Demand". The main area displays a map of Eastern Europe with countries like Belarus, Poland, and Ukraine. A dialog box titled "Please edit selected cell(s)" is open in the center, showing a table of demand data:

#	Date filter	Quantity filter
1	6/19/19 2:07 PM	4
2	6/20/19 2:07 PM	4
3	6/21/19 2:07 PM	4
4	6/22/19 2:07 PM	2
5	6/23/19 2:07 PM	5
6	6/24/19 2:07 PM	4
7	6/25/19 2:07 PM	4
8	6/26/19 2:07 PM	10
9	6/27/19 2:07 PM	11

At the bottom of the dialog box are "Cancel" and "Save" buttons.

Ilustración 22: Datos de la demanda

En este caso se permite el reordenamiento.

KPI

Para el análisis del efecto látigo, creamos un panel de KPI en dos partes(KPI financiero y de clientes, y el cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo).

Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

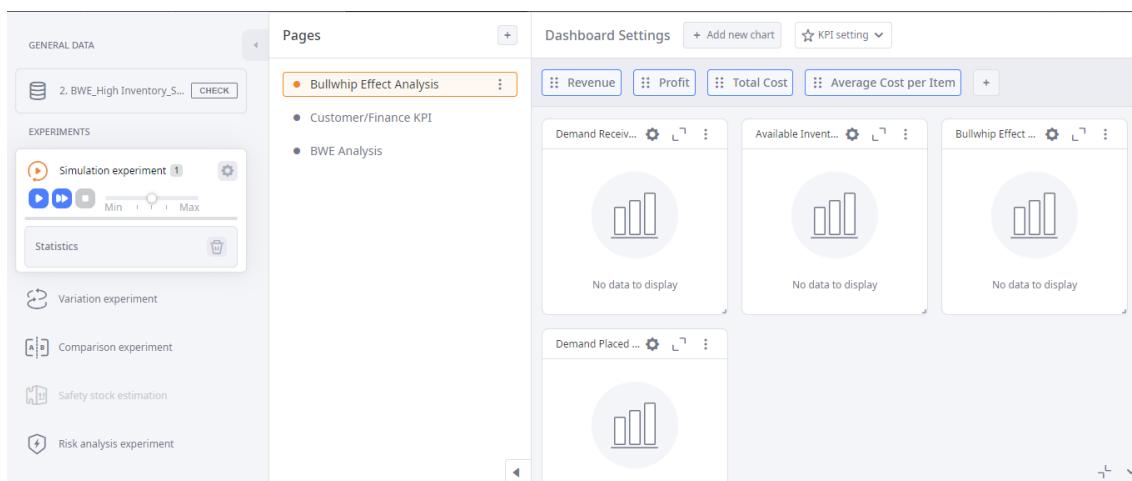


Ilustración 23: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

Demand received (producto...) (Demanda recibida)

Este gráfico representa la demanda acumulada recibida para un producto específico en un periodo de tiempo.

Available inventory (Inventario disponible)

Este gráfico muestra el inventario disponible de un producto en el tiempo.

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

Este gráfico mide el efecto látigo (bullwhip effect) para el producto específico.

Demand placed (Demanda colocada)

Este gráfico muestra la cantidad de demanda que un nivel de la cadena solicita al siguiente nivel superior para reponer el inventario.

KPI financiero y de clientes

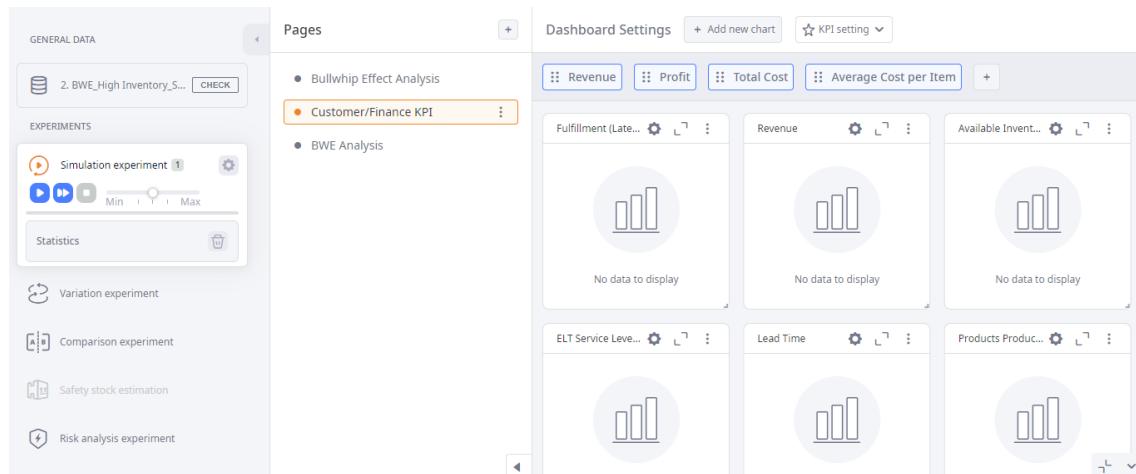


Ilustración 24: KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)

Este gráfico indica el cumplimiento de los pedidos. Separando a los productos que llegaron a sus destinos puntuales y a los que se retrasaron.

Revenue (Ingresos)

Este gráfico representa la evolución de los ingresos a lo largo del tiempo.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

Este gráfico muestra el inventario disponible, incluyendo los pedidos atrasados.

ELT service level by product (Nivel de servicio por producto)

Mide el tiempo de entrega esperado por producto.

Lead time (Plazo de entrega)

Este diagrama muestra cómo los tiempos de entrega varían a lo largo del tiempo en diferentes instantes.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

Este gráfico muestra la cantidad de productos que han sido completados o fabricados durante un periodo de tiempo.

Los gráficos Demand Received (Products) y Demand Placed (Products) by site representarán las cantidades de entregas entrantes y salientes.

El diagrama de efecto látigo de los productos se basará en el índice BWE.

BWE (Índice de efecto látigo): La relación entre la variación de las entregas entrantes y las salientes.

Si la medida de BWE es:

- =1 No hay amplificación
- < Se está produciendo un alisamiento o amortiguación
- >1 Hay una amplificación de la variación

4.2.1.1. Análisis de resultados ejemplo 1

Comenzamos un nuevo ensayo de simulación utilizando los datos mencionados en el caso práctico.

Haciendo clic en el botón de reproducción, aparecerán los gráficos.

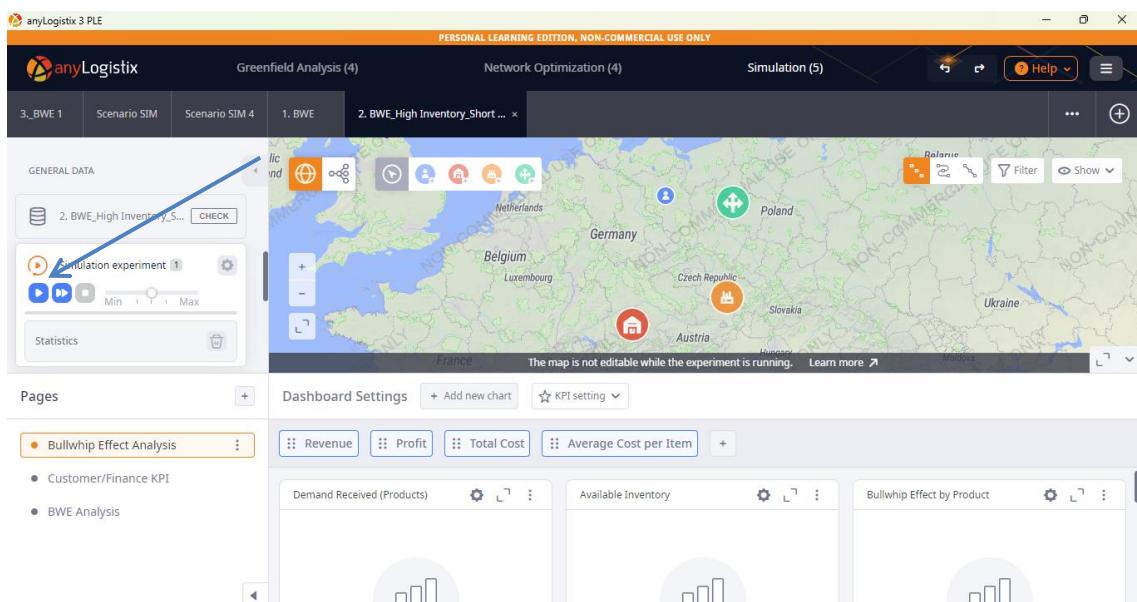


Ilustración 25: Inicio de simulación

4.2.1.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

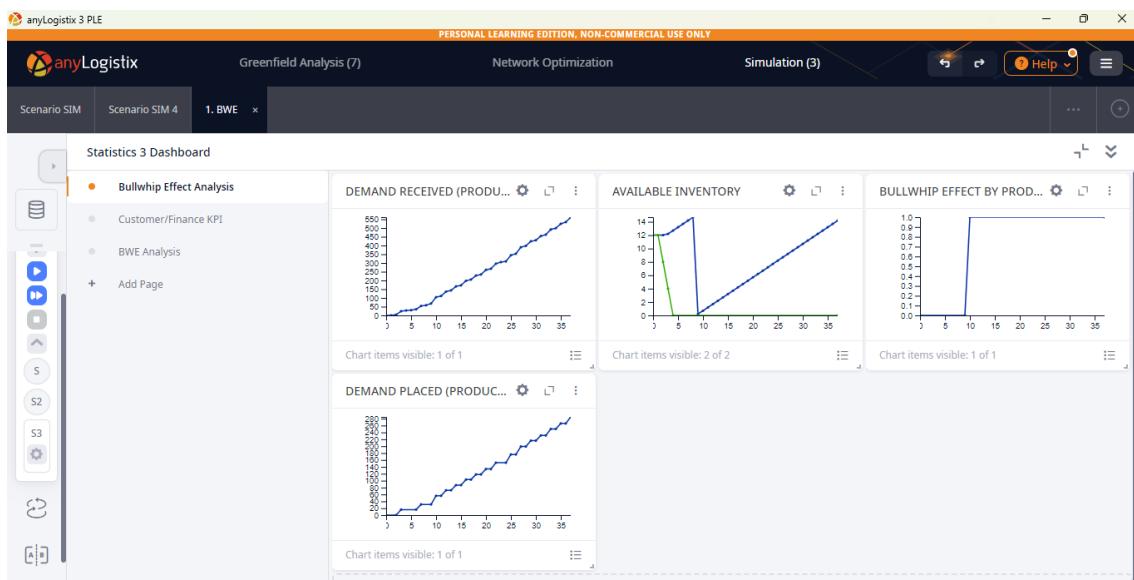


Ilustración 26: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

Demand received (producto...) (Demanda recibida)

La curva ascendente señala un incremento constante en la demanda a medida que transcurre el tiempo.

Available inventory (Inventario disponible)

La fluctuación de la línea muestra variaciones en el inventario, causadas por pedidos de reabastecimiento o a la salida de productos para satisfacer la demanda.

Línea azul: se refiere al total de existencias que hay a mano en un instante específico.

Línea verde: indica la incorporación de nuevos lotes de inventario o el aumento de cantidades en el stock ya registrado en el sistema.

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

La línea en aumento refleja un ajuste inicial en la cadena de suministro. Y cuando la línea se mantiene constante, el sistema se ha estabilizado y no hay un efecto látigo significativo.

Demand placed (Demanda colocada)

La curva ascendente muestra cómo los pedidos acumulados al proveedor van aumentando en el tiempo.

4.2.1.1.2. KPI financiero y de clientes

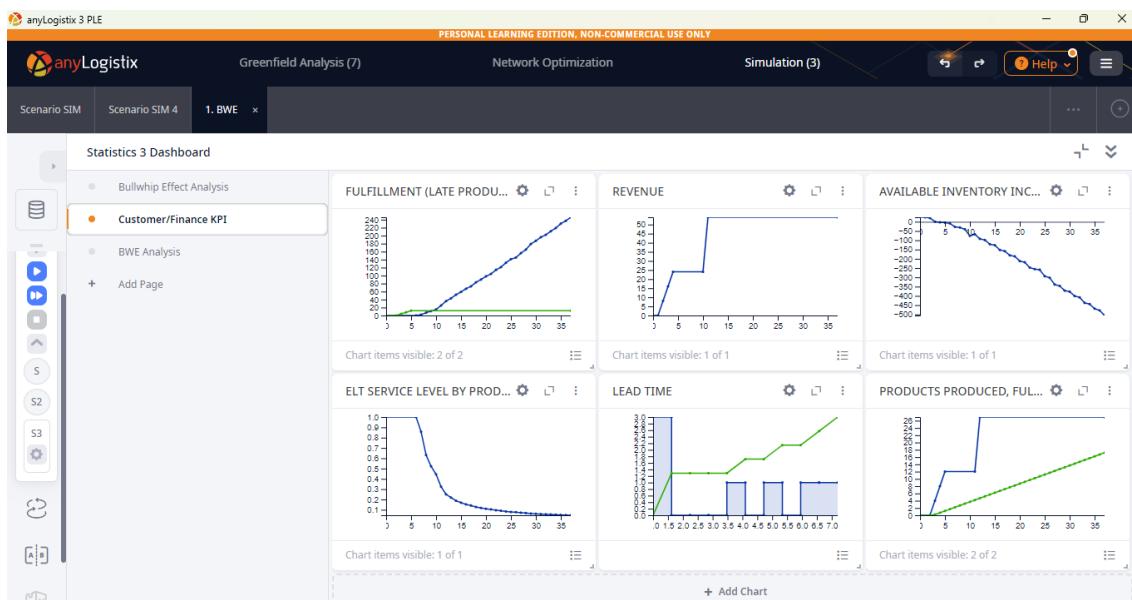


Ilustración 27: KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)

La línea azul representa los pedidos que se han realizado con retraso. Y la línea verde señala los pedidos cumplidos a tiempo.

Revenue (Ingresos)

El gráfico muestra un aumento en ingresos en etapas.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

La línea señala que el inventario está en descenso y que puede no estar siendo reabastecido a un ritmo adecuado.

ELT service level by producto (Nivel de servicio por producto)

La línea en descenso señala que el porcentaje de pedidos entregados dentro del plazo previsto está disminuyendo.

Lead time (Plazo de entrega)

La línea verde representa el tiempo de entrega promedio. Y las barras azules indican plazo de entrega real.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

La línea verde representa la cantidad de productos producidos. Y la línea azul representa los productos que han sido realmente cumplidos o enviados.

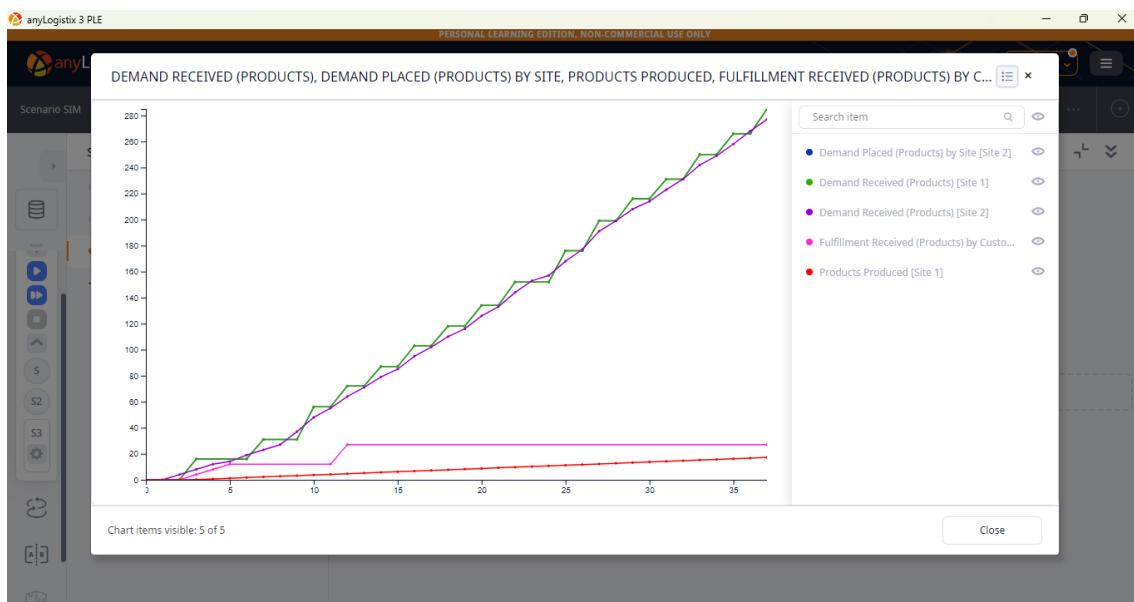


Ilustración 28: Análisis del efecto latigo

4.2.1.2. Conclusión ejemplo 1

En resumen, en el gráfico de KPI financiero y de clientes nuestros ingresos ascendieron a 54 dólares y nuestro ya reducido nivel de servicio está disminuyendo. El tiempo de entrega de uno a siete días para ciertos pedidos está incrementando tanto la cantidad de productos que están demorados como la cartera de pedidos.

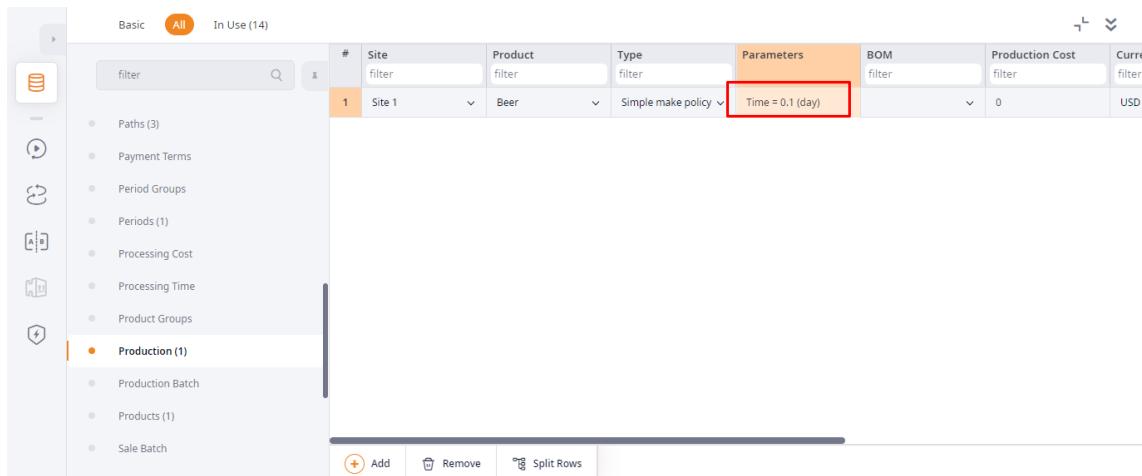
Podemos ver que la velocidad de producción es lenta en comparación con los pedidos de los clientes. Además, el cuadro de mando de los KPI para el análisis de látigo y el diagrama del análisis del efecto látigo indican que la cadena de suministro no presenta un efecto látigo. La variabilidad de las cantidades entregadas se reduce progresivamente.

La representación gráfica del efecto látigo de los productos es acumulativo.

Con esto se puede ver que la simulación de nuestra cadena de suministro tiene dos problemas principales: nuestro stock es excesivamente reducido y nuestro período de producción es excesivamente largo. Por lo que utilizaremos los siguientes parámetros para realizar el siguiente experimento:

4.2.2. Ejemplo 2

El tiempo de producción se cambia de 2 días a 0,1 días, en la pestaña de "production"

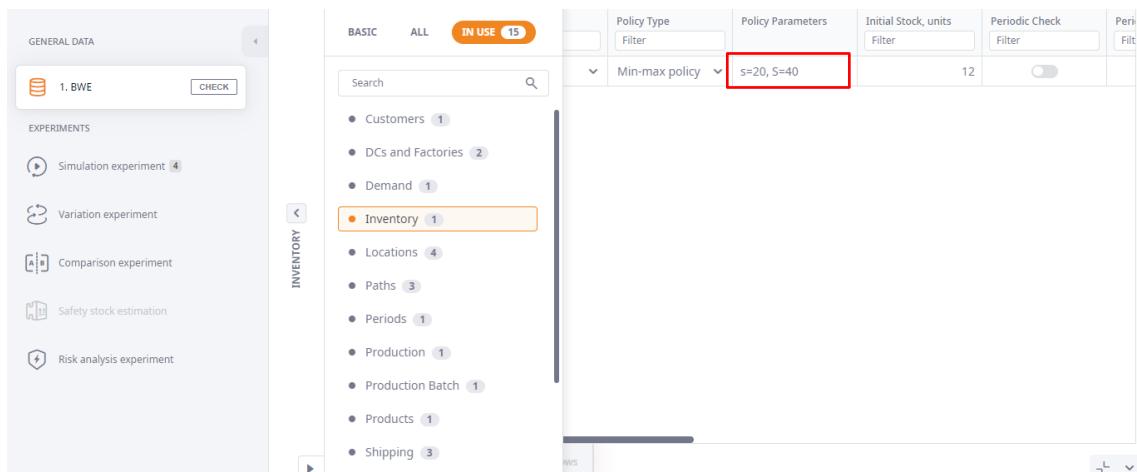


#	Site	Product	Type	Parameters	BOM	Production Cost	Curr
1	Site 1	Beer	Simple make policy	Time = 0.1 (day)		0	USD

Ilustración 29: Política de producción

Disminuimos la duración de producción de 2 a 0,1 días, ya que así se mostrarán avances en la eficiencia productiva, disminuirán los períodos de espera y la habilidad para ajustarse a los cambios.

Los niveles Mín-Máx se cambian de 5-20 a 20-40 haciendo clic en "Inventory".



Policy Type	Policy Parameters	Initial Stock, units	Periodic Check	Peri
Min-max policy	s=20, S=40	12	Filter	Filt

Ilustración 30: Inventory

Modificamos los niveles Mín y Máx del inventario aumentándolos, ya que así nos aseguramos de cubrir una demanda más elevada o más fluctuante, disminuye el peligro de falta de suministro y cubre períodos de reposición más extensos.

4.2.2.1. Análisis de resultados ejemplo 2

Haciendo clic en el botón de reproducción, aparecerán los gráficos.

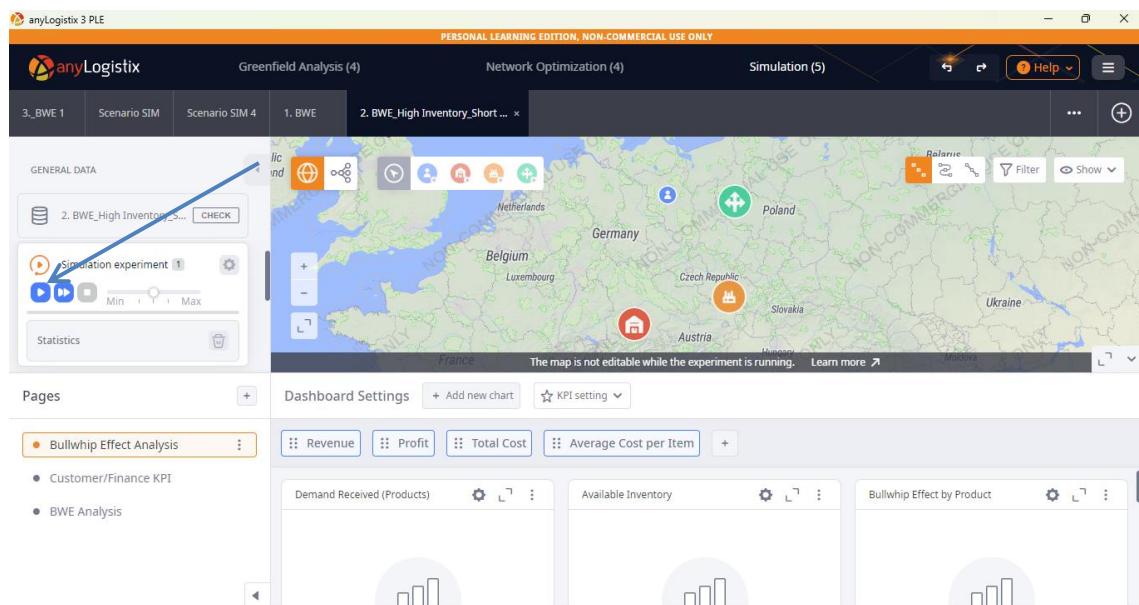


Ilustración 31: Análisis de simulación

4.2.2.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto latigo



Ilustración 32: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

Demand received (producto...) (Demanda recibida)

En este grafico se observa como la línea es ascendente y constante. Esto refleja una demanda regular y en crecimiento

Available inventory (Inventario disponible)

En este gráfico se observa que la línea azul representa el inventario disponible y la línea verde indica el reabastecimiento.

Se está reabasteciendo de manera periódica y en un patrón repetitivo

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

En este gráfico, vemos que el efecto látigo sube al inicio y luego se mantiene constante. La línea plana después del aumento inicial indica que el efecto látigo no está creciendo a lo largo del tiempo.

Demand placed (Demanda colocada)

En este gráfico se observa como la línea está subiendo de manera constante y sin fluctuaciones significativas.

4.2.2.1.2. KPI financiero y clientes

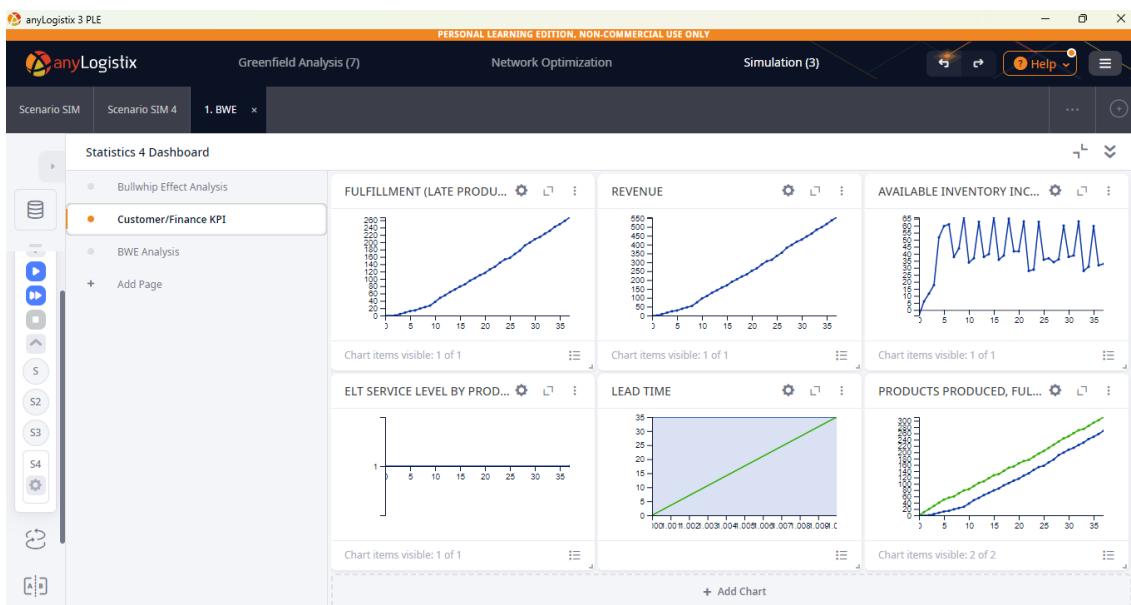


Ilustración 33: KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)

Este gráfico muestra una línea ascendente constante, lo que representa la cantidad de pedidos cumplidos, todos ellos a tiempo.

Revenue (Ingresos)

Este gráfico indica un aumento continuo de los ingresos acumulados, lo que refleja una cadena de suministro que está funcionando de manera eficiente y cumpliendo con los pedidos de manera uniforme y sin interrupciones.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

Este gráfico muestra las variaciones en el inventario disponible, sin embargo, la amplitud de los picos es constante y está bajo control.

El inventario se reabastece continuamente para tener siempre niveles adecuados y así satisfacer la demanda sin generar acumulación de pedidos pendientes.

El service level by producto (Nivel de servicio por producto)

Este gráfico muestra una línea constante en el nivel de 1, lo que significa que todos los pedidos están siendo entregados puntualmente.

Lead time (Plazo de entrega)

Este gráfico muestra que la línea verde se mantiene en 1 día, lo cual constante y ágil para todos los pedidos.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

En este gráfico se observa que tanto la línea verde (producción) como la línea azul (cumplimiento de pedidos) se mantienen muy próximas y suben de manera paralela.

Esto señala que la producción se ajusta a la demanda y que no existe una diferencia considerable entre lo que se genera y lo que se satisface.

4.2.2.2. Conclusión ejemplo 2

El gráfico de KPI financieros y de clientes muestra que nuestros ingresos superan los 500 dólares en comparación con los 54 dólares de la cadena de suministro inicial. Además, mantenemos un nivel de servicio del 100% y garantizamos entregas en un día.

Esto se traduce en un 100% de productos entregados a tiempo y sin retrasos, lo que significa que la velocidad de producción se adapta a la demanda de los clientes.

En el gráfico de cuadro de mando de los KPI muestra que no hay evidencia de un efecto látigo en la cadena de suministro. La variabilidad de las cantidades entregadas está disminuyendo. Al comparar los resultados de ambos experimentos, se observa que el segundo ajuste ha disminuido el BWE.

4.2.3. Ejemplo 3

Reglas de procesamiento por lotes y pedidos

Vamos a analizar cómo configurar las reglas de dosificación y pedido para controlar las cantidades de producción, venta y transporte, con el objetivo de reducir el efecto bullwhip.

Lotes de transporte

Para incluir las órdenes de transporte en un lote, usamos la tabla de rutas para determinar cuántos días debe quedarse un pedido en la instalación antes de ser enviado. Se encuentra en la pestaña "paths" al final.

PATHS	From	To	Cost Calculation	Cost Calculation Param	CO2 Calculation Param	Currency	Distance	Distance Unit	Transp
1	Supplier 1 location	Site 1 location	Fixed delivery	0	0	USD	0	km	3
2	Site 1 location	Site 2 location	Fixed delivery	0	0	USD	0	km	2
3	Site 2 location	Customer 1 location	Fixed delivery	0	0	USD	0	km	1

Buttons at the bottom: Add (+), Remove (-), Split Rows.

Ilustración 34: Política de transportes (Caminos)

En la imagen de arriba, se emplea la columna de periodo de agregación para fijar un intervalo de cinco días para los envíos de la fábrica al centro de distribución.

Esto implica que nuestra simulación distribuirá los envíos en un periodo de 5 días. Como opción adicional, podríamos haber implementado una regla de dosificación que determinara la carga mínima requerida para los camiones. Un ejemplo sería ingresar el valor 0,6 para fijar la capacidad mínima de los camiones en el 60%.

Lotes de venta y producción

Configuramos un lote de ventas con un tamaño de 5 unidades y un paso de tamaño (es decir, la cantidad que se puede aumentar el lote) de 5 unidades.

#	Source filter	Product filter	Type filter	Batch Size filter	Step Size filter	Price (per unit) filter	Price (per batch) filter	Currency filter
1	Site 2	Beer	Exact	5	5	2	10	USD

Ilustración 35: Configuración del tamaño de los lotes

Establecemos un lote de producción con un tamaño de 10 unidades y un paso de tamaño de 0.

#	Source filter	Product filter	Type filter	Batch Size filter	Step Size filter	Round Up to Batch filter	Production Cost (per unit) filter	Production Cost (per batch) filter
1	Site 1	Beer	Exact	10	0	<input checked="" type="checkbox"/>	1	10

Ilustración 36: Ajuste del tamaño de los lotes de producción

Nuestra función para el lote de producción aplica la regla siguiente:

- La política de inventario del almacén de productos terminados dice cuánto pedir (Q)
- Si Lote de producción > Q, entonces no se genera ninguna producción.
- Si Lote de producción < Q, entonces la fábrica produce la cantidad más próxima de productos utilizando las políticas que definimos para el lote pero no superando Q.

Ejemplo 3

Lote 100

Q=90 → No se produce nada

Ejemplo 4

Lote 100

Paso de tamaño:100

Q:290 → la fábrica producirá 200 y los 90 restantes se añadirán al siguiente pedido

Normas de pedido

Utilizamos la tabla de reglas de pedido para determinar los requisitos de tamaño de los lotes. Se encuentra en la pestaña "ordening rules"

	Destination	Product	Rule	Limit, units
1	Customer 1	Beer	Can Increase	5
2	Customer 1	Beer	Can Decrease	5
3	(All sites)	Beer	Can Increase	5
4	(All sites)	Beer	Can Decrease	5

Ilustración 37:Reglas de ordenación

- Destino: establece el lugar de destino del producto
- Producto: especifica el artículo.
- Regla: permite elegir una regla de pedido.

Puede aumentar: posibilita ampliar el tamaño del pedido hasta el número de la columna Límite

Puede disminuir - permite reducir el tamaño del pedido hasta el número de la columna Límite

- Límite, unidades: el número de unidades puede ser modificado dentro del tamaño del pedido.

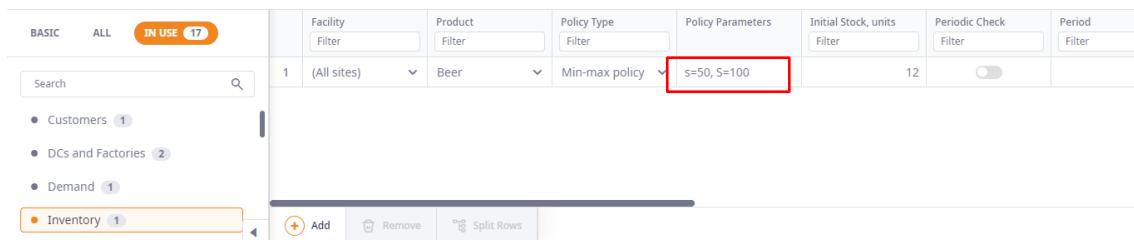
En nuestro caso, autorizamos incrementos y reducciones de cinco unidades en la capacidad del lote.

Impacto de las reglas de lotes y pedidos en el efecto Bullwhip

En esta parte, llevaremos a cabo un experimento de simulación que emplea las reglas de loteo y pedido previamente mencionadas. Primero, añadimos los pedidos de transporte durante cinco días consecutivos.

Hemos incrementado el volumen de transporte (usando la tabla "Expedición"), pero también necesitamos elevar el nivel máximo de la política de control de inventario. Si no lo realizamos, una capacidad insuficiente del almacén interrumpirá nuestro experimento de simulación. Además, debemos incrementar el nivel mínimo para considerar el incremento del intervalo de reaprovisionamiento

Cambiamos los parámetros de la política de control de inventarios de 20-40 a 50-100 en "inventory".

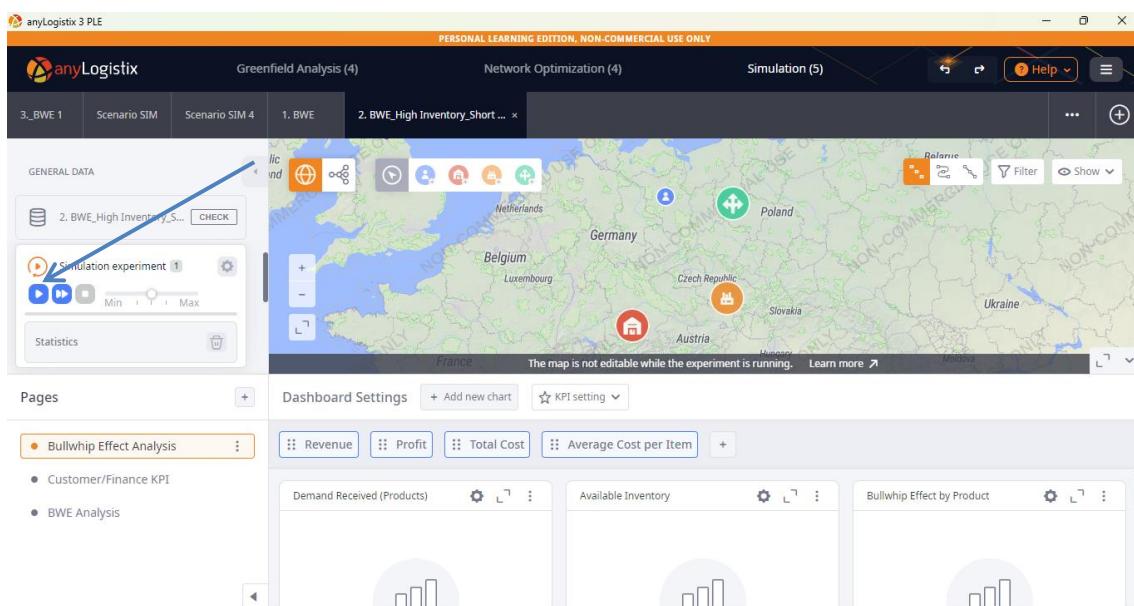


BASIC	ALL	IN USE 17	Facility Filter	Product Filter	Policy Type Filter	Policy Parameters	Initial Stock, units Filter	Periodic Check Filter	Period Filter
1 (All sites)	Beer	Min-max policy	s=50, S=100	12	<input checked="" type="checkbox"/>				

Search Customers 1 Demand 1 Inventory 1 Add Remove Split Rows

4.2.3.1. Análisis de resultados ejemplo 3

Haciendo clic en el botón de reproducción, aparecerán los gráficos.



4.2.3.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo



Ilustración 38: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

Demand received (producto...) (Demanda recibida)

En este gráfico se puede apreciar cómo la demanda total aumenta de forma progresiva.

Available inventory (Inventario disponible)

En este gráfico la línea azul representa el inventario que se tiene en un sitio específico.

Línea verde representa los niveles de inventario en otro nodo o punto diferente de la cadena de suministro.

Cuando cae en picado indican que el inventario fue consumido rápidamente.

Los picos representan las reposiciones o pedidos entregados.

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

En este gráfico se ve que al principio es constante al principio, esto es un signo positivo de estabilidad.

La subida posterior muestra un aumento del efecto bullwhip.

Y que otra vez constante muestra que la red ha recuperado el control tras un período de ajustes.

Demand placed (Demanda colocada)

En este gráfico se muestran varios escalones, estas escaleras en el gráfico sugieren que los pedidos se realizan en lotes discretos, y la diferencia con la demanda real puede revelar ajustes por inventario o políticas de pedido.

4.2.3.1.2. KPI financiero y de clientes

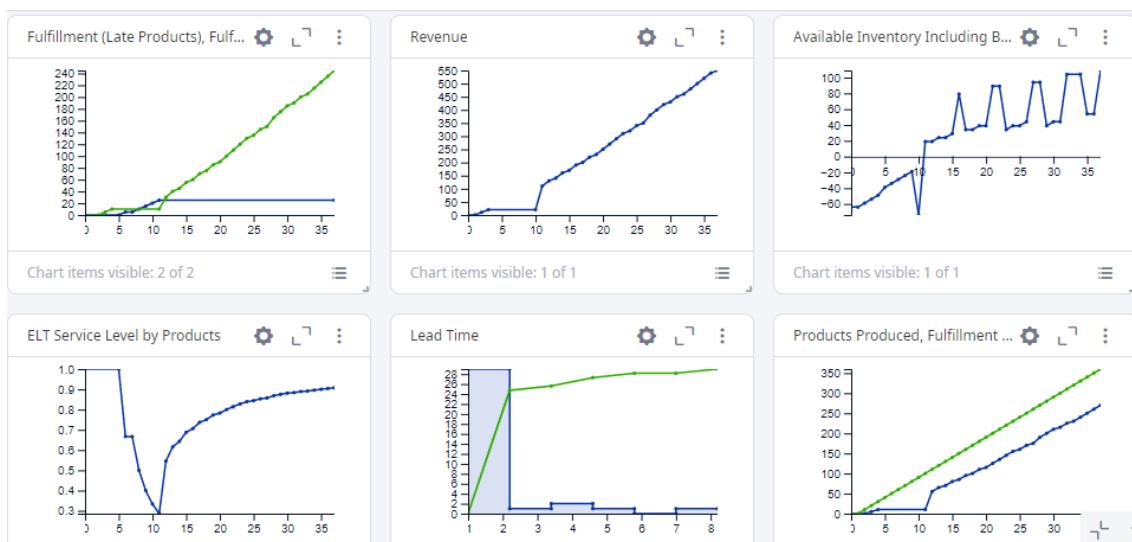


Ilustración 39:KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late products...) Cumplimiento (producto tardío...)

El incremento constante de pedidos a tiempo se refleja en la línea azul.

El incremento de la línea verde es un aumento en los retrasos acumulados, lo que indica la presencia de problemas que necesitan ser abordados.

La brecha entre ambas líneas refleja la cantidad de productos que no son entregados puntualmente. Cuando la distancia entre la línea verde y la azul es mínima, las demoras están impactando significativamente en la eficiencia del cumplimiento.

Revenue (Ingresos)

En el gráfico se puede apreciar un aumento progresivo de los ingresos, siendo más notable el cambio en la mitad del gráfico.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

Los picos positivos son reabastecimientos de inventario, por lo que hay suficiente inventario para satisfacer la demanda.

Las fuertes bajadas indican que se está utilizando el inventario rápidamente para cubrir la demanda de pedidos.

Los pedidos pendientes se representan mediante valores negativos.

ELT service level by product (Nivel de servicio por producto)

En este gráfico se observa que cae al principio y luego empieza a recuperarse.

El descenso del principio nos indica que hay dificultades para cumplir los plazos de entrega.

La recuperación significa que va mejorando la puntualidad de las entregas, aunque al final la línea no llega al 100% por lo que hay entregas que aún no se están realizando a tiempo.

Lead time (Plazo de entrega)

En este gráfico la línea verde muestra que el lead time tiene un pico inicial alto, indicando que al principio los tiempos de entrega son largos.

Posteriormente, la línea se estabiliza lo que refleja que los tiempos de entrega siguen siendo malos.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

El hecho de que la línea verde crezca más rápido y esté por encima de la azul indica que la cadena de suministro está cumpliendo pedidos a un ritmo mayor que el de producción, probablemente tirando de inventarios acumulados.

4.2.3.2. Conclusión ejemplo 3

El KPI financiero y de clientes nos muestra que hemos generado más de 500 dólares en ingresos, pero nuestro nivel de servicio es considerablemente deficiente. El plazo de entrega de nuestros productos varía entre 1 y 15 días, lo que no se ajusta a los pedidos de los clientes y genera retrasos y un servicio de baja calidad.

El cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo muestra que el efecto látigo comenzó a partir del día 10. La variabilidad de las cantidades entregadas comienza a aumentar a partir del décimo día debido a que la cantidad de productos que entran al centro de distribución supera las entregas salientes.

Este experimento nos muestra que la dosificación puede provocar el efecto bullwhip. Sin embargo, ¿qué sucederá si incrementamos nuestro nivel máximo de almacenamiento de 100 a 200?

4.2.4. Ejemplo 4

En la pestaña de “inventory” cambiamos $s=100$ por $s=200$.

The screenshot shows a software interface for managing inventory policies. At the top, there are filters for Facility, Product, Policy Type, and Policy Parameters. The Policy Parameters section is highlighted with a red box, showing the values $s=50, S=200$. Below this, there are dropdown menus for 'All sites' (selected), 'Beer' (selected), and 'Min-max policy' (selected). To the right, there are fields for 'Initial Stock, units' (set to 12) and 'Periodic Check' (with a toggle switch turned off). On the left, there's a vertical sidebar labeled 'INVENTORY'. At the bottom, there are buttons for 'Add', 'Remove', and 'Split Rows', along with a zoom-in icon.

Ilustración 40: Política de control de inventarios

4.2.4.1. Análisis de resultados ejemplo 4

Haciendo clic en el botón de reproducción, aparecerán los gráficos.

The screenshot shows the AnyLogistix 3 PLE software interface. At the top, it displays 'anyLogistix 3 PLE', 'PERSONAL LEARNING EDITION, NON-COMMERCIAL USE ONLY', and tabs for 'Greenfield Analysis (4)', 'Network Optimization (4)', and 'Simulation (5)'. The main area features a map of Europe with several data points and icons. On the left, there's a sidebar titled 'GENERAL DATA' containing a 'Simulation experiment' section with a play button and other controls. Below this are sections for 'Pages' (listing 'Bullwhip Effect Analysis', 'Customer/Finance KPI', and 'BWE Analysis'), 'Dashboard Settings', and various KPI charts like 'Revenue', 'Profit', 'Total Cost', and 'Average Cost per Item'. The bottom of the screen shows three circular progress indicators.

Ilustración 41: Inicio de la simulación

4.2.4.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

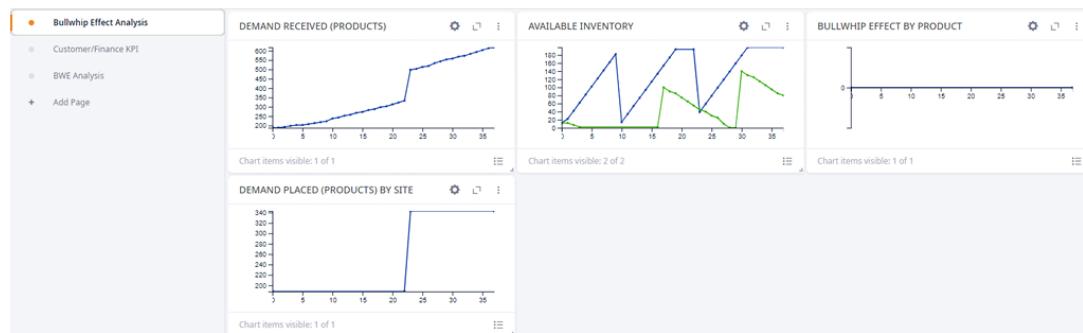


Ilustración 42: Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo

Demand received (producto...) (Demanda recibida)

Este gráfico indica que la demanda crece de manera constante, con un incremento significativo cerca del día 25.

Available inventory (Inventario disponible)

En este gráfico podemos observar dos líneas, estas dos líneas representan el inventario disponible en el sistema.

La línea azul representa el inventario total disponible.

La línea verde representa los niveles de inventario en otro nodo o punto diferente de la cadena de suministro.

Los picos señalan reabastecimientos de inventario.

Las caídas indican que se está utilizando el inventario de manera rápida para satisfacer la demanda.

En algunos puntos, el inventario la línea verde llega a cero, lo que indica desabastecimiento parcial o en ciertas ubicaciones.

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

En este gráfico se observa que la línea es constante en 0 lo que significa que no hay efecto bullwhip relevante.

Demand placed (Demanda colocada)

En este gráfico vemos como la línea es estable hasta más o menos el día 20, esto nos indica que hasta ese día no hubo medidas.

La línea permanece plana hasta el período 20, lo que indica que la cadena de suministro estaba operando con inventario acumulado.

A partir de ahí sube la línea lo que indica que se generaron pedidos de manera masiva, posiblemente para reponer inventarios agotados.

4.2.4.1.2. KPI financiero y de clientes



Ilustración 43: KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)

Los pedidos cumplidos a tiempo se reflejan en la línea azul.

Los productos cumplidos con retraso se reflejan en la línea verde.

La línea azul aumenta y luego se mantiene constante, esto significa que no se están entregando más productos a tiempo.

La línea verde crece de manera continua, por lo que una parte grande de los productos se está entregando con retraso.

Revenue (Ingresos)

En este gráfico vemos como la línea aumenta y en el día 15 da un salto lo que indica que ha habido un aumento de la demanda.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

Los picos positivos son reabastecimientos de inventario, por lo que hay suficiente inventario para satisfacer la demanda.

Las fuertes bajadas indican que se está utilizando el inventario rápidamente para cubrir la demanda de pedidos.

El service level by producto (Nivel de servicio por producto)

En este gráfico se observa que cae al principio y luego empieza a recuperarse.

El descenso del principio nos indica que hay dificultades para cumplir los plazos de entrega.

La recuperación significa que va mejorando la puntualidad de las entregas, aunque al final la línea no llega al 100% por lo que hay entregas que aún no se están realizando a tiempo.

Lead time (Plazo de entrega)

En este gráfico la línea verde muestra que el lead time tiene un pico inicial alto, indicando que al principio los tiempos de entrega son largos.

Posteriormente, la línea se estabiliza lo que refleja que los tiempos de entrega siguen siendo malos.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

En este gráfico la línea verde crece más rápido y está por encima de la azul, por lo que esto indica que la cadena de suministro está cumpliendo pedidos a un ritmo mayor que el de producción, probablemente tirando de inventarios acumulados.

4.2.4.2. Conclusión ejemplo 4

El gráfico de KPI financiero y de clientes revela que no ha habido variaciones en nuestros ingresos y que la calidad de nuestro servicio es deficiente. El tiempo de entrega varía entre 1 y 15 días, lo que ha provocado un aumento en el número de productos atrasados y en la cantidad de pedidos pendientes.

Nuestras reglas de control de lotes de transporte e inventario (que no están alineadas con los pedidos de los clientes) ha generado un retraso y un nivel de servicio más bajo.

Sin embargo, el cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo también indica una disminución en dicho efecto.

La variabilidad de los productos entrantes en el centro de distribución se mantiene con las entregas salientes. El experimento revela un aumento del inventario resulta en una disminución del efecto bullwhip.

4.2.5. Ejemplo 5

Finalmente, llevamos a cabo el último experimento simulado, utilizando lotes de producción y ventas, así como órdenes de compra. .

No hay lotes de transporte y los niveles son Mín = 20 y Máx = 40.

Esto se modifica en la pestaña de "inventory".

4.2.5.1. Análisis de resultados ejemplo 5

Haciendo clic en el botón de reproducción, aparecerán los gráficos.

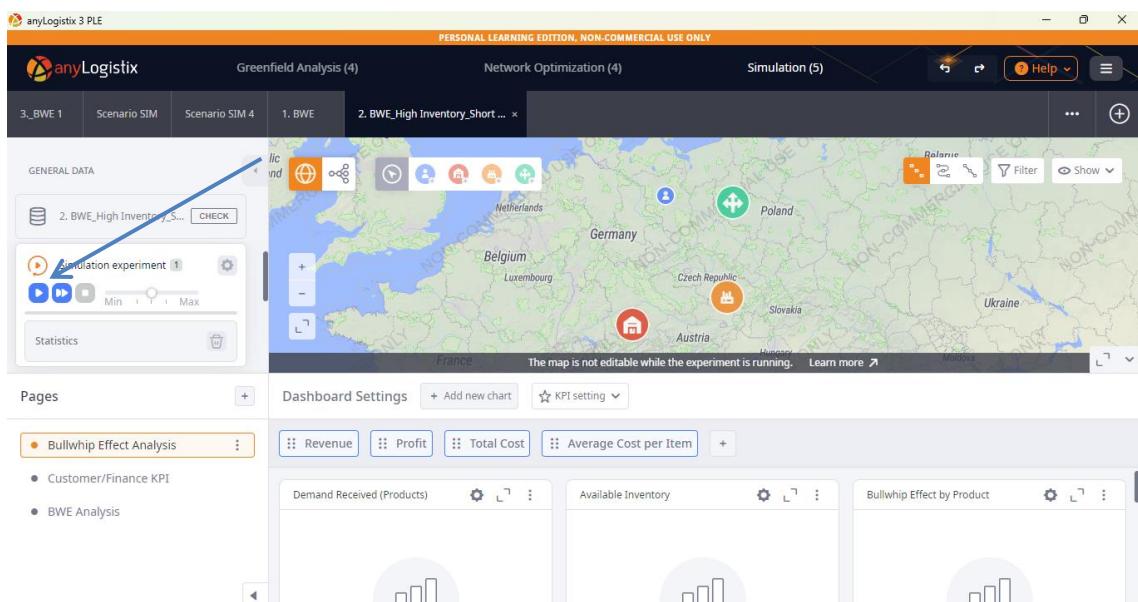
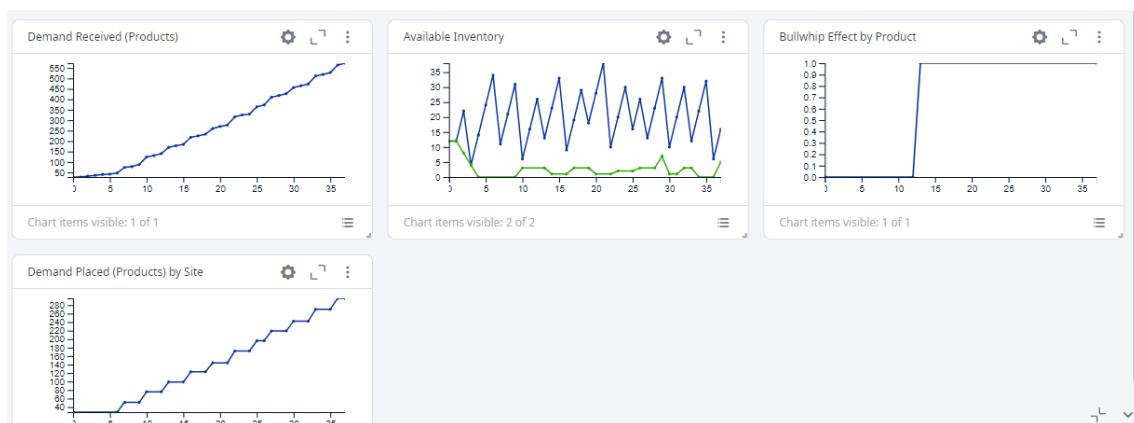


Ilustración 44: Análisis de la simulación

4.2.5.1.1. Cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo



Demand received (producto...) (Demanda recibida)

En este gráfico la demanda aumenta de manera continua.

Available inventory (Inventario disponible)

En este gráfico la línea azul que corresponde al inventario fluctúa con reposiciones regulares y la línea verde muestra inventarios bajos o incluso desabastecimiento en algunos períodos.

Bullwhip effect by producto (Efecto látigo por producto)

En este gráfico aparece el efecto látigo aparece a partir del período 10 y se mantiene constante.

Demand placed (Demanda colocada)

En este gráfico los pedidos colocados aumentan gradualmente, posiblemente en cantidades por lotes, para adaptarse a la demanda.

4.2.5.1.2. KPI financiero y de clientes

Fulfillment (Late product...) Cumplimiento (producto tardío...)

En este gráfico podemos observar dos líneas (verde y azul), la línea azul nos muestra los pedidos cumplidos a tiempo mientras que la verde los pedidos atrasados. La línea azul crece constantemente, mientras que la verde se mantiene baja.

Revenue (Ingresos)

En este gráfico se ve como los ingresos crecen de forma constante.

Available inventory including backorders (Inventario disponible, incluidos los pedidos pendientes)

En este gráfico observamos como la línea sube y baja muchas veces, cuando llega a niveles negativos esto indica que hay desabastecimiento.

El service level by producto (Nivel de servicio por producto)

En este gráfico se observa como la línea cae al principio y va disminuyendo, esto significa que tiene problemas con los tiempos de entrega.

Lead time (Plazo de entrega)

En este gráfico vemos como los tiempos de entrega son variables.

Products produced, fulfilled (Productos producidos, cumplidos)

En este gráfico observamos como las dos líneas más o menos son paralelas, aunque la verde crece más rápido que la azul, los productos cumplidos crecen más rápidos que los productos por lo que indica dependencia del inventario acumulado.

4.2.5.2. Conclusión ejemplo 5

El KPI financiero y de clientes nos muestra que hemos generado menos de 500 dólares en ingresos y nuestro nivel de servicio es deficiente.

Nuestro tiempo de entrega fluctúa entre 1 y 6 días, lo que indica que nuestra velocidad de producción se alinea con la entrada de seis pedidos y nuestra cadena de suministro no tiene efecto látigo.

La variabilidad de las cantidades entregadas está reduciéndose.

5. CONCLUSIONES

Ejemplo 1

Nuestros ingresos ascendieron a 54 dólares y el nivel de servicio está disminuyendo. El tiempo de entrega de 1 a 7 días, para ciertos pedidos está incrementando tanto la cantidad de productos que están demorados como la cartera de pedidos.

La velocidad de producción es lenta en comparación con los pedidos de los clientes. La cadena de suministro no presenta un efecto látigo. Y la variabilidad de las cantidades entregadas se reduce progresivamente.

Ejemplo 2

Nuestros ingresos superan los 500 dólares en comparación con los 54 dólares de la cadena de suministro inicial. Además, mantenemos un nivel de servicio del 100% y garantizamos entregas en un día.

Esto es un 100% de productos entregados a tiempo y sin retrasos.

No hay evidencia de un efecto látigo en la cadena de suministro. La variabilidad de las cantidades entregadas está disminuyendo. Al comparar los resultados de ambos experimentos, podemos observar que el segundo ajuste ha disminuido el BWE.

Ejemplo 3

Hemos generado más de 500 dólares en ingresos, pero nuestro nivel de servicio es considerablemente deficiente. El plazo de entrega de nuestros productos varía entre 1 y 15 días.

El cuadro de mando de los KPI para el análisis del efecto látigo muestra que el efecto látigo comenzó en la cadena de suministro a partir del día 10. La variabilidad de las cantidades entregadas comienza a aumentar a partir del décimo día.

Este experimento nos muestra que la dosificación puede provocar el efecto bullwhip.

Ejemplo 4

No ha habido variaciones en nuestros ingresos y la calidad de nuestro servicio es deficiente. El tiempo de entrega varía entre 1 y 15 días, lo que ha provocado un aumento en el número de productos atrasados y en la cantidad de pedidos pendientes.

Nuestras reglas de control de lotes de transporte e inventario han generado un retraso y un nivel de servicio más bajo.

La variabilidad de los productos entrantes en el centro de distribución se mantiene con las entregas salientes.

El experimento revela un aumento del inventario resulta en una disminución del efecto bullwhip.

Ejemplo 5

Hemos generado menos de 500 dólares en ingresos y nuestro nivel de servicio es deficiente.

Nuestro tiempo de entrega fluctúa entre 1 y 6 días. Y la variabilidad de las cantidades entregadas está reduciéndose.

6. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los objetivos de este Trabajo Fin de Grado están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y metas, de la Agenda 2030:

- Objetivo 8 - Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
- Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
- Meta 8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados
- Objetivo 9 - Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación
- Meta 9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos
- Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas

- Objetivo 12 - Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
- Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
- Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización



7. BIBLIOGRAFÍA

Naciones Unidas. (Dakota del Norte). Objetivos de Desarrollo Sostenible . Recuperado el 12 de noviembre de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Diseño y optimización de la cadena de suministro con AnyLogistix . Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://www.anylo.com/>

Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., y Schönberger, J. (2021). Gestión global de la cadena de suministro y las operaciones (3.^a ed.). Springer International Publishing. Recuperado de <https://link.springer.com/libro/10.1007/978-3-030-72331-6>

Ivanov, D. (2017). Efecto dominó en la cadena de suministro: un análisis y literatura reciente. Revista internacional de investigación en producción . Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/320492005_Efecto_dominó_en_la_cadena_de_suministro:_análisis_y_literatura_reciente

Ivanov, D. (2023). Exercises in Supply Chain Optimization and Simulation using anyLogistix. Berlin School of Economics and Law, 5th Edition.

Cadena de Suministro. (s.f.). Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://www.cadenadesuministro.es/>

Economipedia. (s.f.). Cadena de suministro. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>

Logicalis. (s.f.). KPIs: Qué son, para qué sirven y por qué y cómo utilizarlos. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-que-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-c%C3%B3mo-utilizarlos>

Vatic Group. (s.f.). Optimización vs. Simulación. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://vaticgroup.com/perspectiva->

logistica/ediciones-anteriores/opti-vs-simu/#:~:text=Para%20entrar%20en%20contexto%2C%20la,a%20las%20necesidades%20del%20problema

Gamco. (s.f.). Simulación. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://gamco.es/glosario/simulacion/>

Economipedia. (s.f.). Optimización. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>

Información Logística. (s.f.). Efecto látigo en la cadena de suministro. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://informacionlogistica.com/saber-que-es-el-efecto-latigo-en-la-cadena-de-suministro/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20el%20efecto%20l%C3%A1tigo%20en%20log%C3%ADstica&text=Esta%20acci%C3%B3n%20tiene%20su%20efecto,su%20propio%20stock%20de%20seguridad>

International Coaching Institute. (s.f.). Efecto Dominó para alinear acciones. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://international-coaching-institute.com/efecto-domino-para-alinear-acciones/>

Slimstock. (s.f.). Efecto látigo. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://www.slimstock.com/es/blog/efecto-latigo/>

AnyLogic Brasil. (s.f.). anyLogistix: Software de simulación y optimización logística. Recuperado el 12 de noviembre de 2024, de <https://www.anylogicbrasil.com.br/es/anylogistix/#:~:text=anyLogistix%20es%20el%20m%C3%A1s%20avanzado,todo%20su%20planeamiento%20y%20gerenciamiento>

Relación de documentos

Memoria 57 páginas

La Almunia, a 20 de Noviembre de 2024

Firmado: Maria Luisa Negro Cruz