



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## Optimización picking artículo mediante simulación dinámica

Autor

Ricardo Salgado Losada

Director

Luis Mariano Esteba Escaño

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia  
2017





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

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

**MEMORIA**

Optimización picking artículo mediante  
simulación dinámica

425.17.104

Autor: Ricardo Salgado Losada

Director: Luis Mariano Esteba Escaño

Fecha: 28 junio 2017



# INDICE DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
1.1. PALABRAS CLAVE	2
1.1.1. <i>Optimización</i>	2
1.1.2. <i>Simulación dinámica</i>	2
1.1.3. <i>Picking</i>	2
1.1.4. <i>Layout</i>	2
1.1.5. <i>Tiempos</i>	2
<b>2. ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
<b>4. PROPUESTA DEL CLIENTE</b>	<b>7</b>
4.1. EXIGENCIAS LEGALES.	8
4.2. NECESIDADES DE COMPACTACIÓN.	8
4.3. NECESIDADES AHORRO Y REDUCCIÓN DE COSTES.	8
4.4. CONSECUENCIA DEL DESARROLLO DE OTROS PROYECTOS	9
4.5. DESEO DE MEJORAR LA CALIDAD, SEGURIDAD.	11
<b>5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>12</b>
<b>6. DESARROLLO</b>	<b>14</b>
6.1. ESTUDIO DEL PROCESO	15
6.1.1. <i>Realización del esquema simulación</i>	18
6.1.1. <i>Toma de tiempos básica</i>	20
6.1.1. <i>Ajuste de las distribuciones</i>	22
6.1. CORRECCIONES DEL ESQUEMA	27
6.2. IMPLEMENTACIÓN DINÁMICA	28
6.2.1. <i>AS400</i>	28
6.2.2. <i>EXCEL</i>	28
6.2.3. <i>ARENA</i>	28
6.2.1. <i>Cuadro de mando</i>	31
<b>7. BENEFICIOS DEL PROGRAMA Y CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>

## INDICES

7.1.1. <i>Día a día.</i>	33
7.1.1. <i>Modificación Layout.</i>	34
7.1.1. <i>Plan de explotación</i>	38
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>39</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 (Foto aérea almacén)	iii
Ilustración 2 (Pirámide Lean Manufacturin)	12
Ilustración 3 (Cronograma)	14
Ilustración 4 (Flujogrma sector)	15
Ilustración 5 (Magnun)	16
Ilustración 6 (Esquema simulación)	19
Ilustración 7 (Resultado Simulaciones)	27
Ilustración 8 (Imagen ARENA)	28
Ilustración 9 (Recordsets)	29
Ilustración 10 (Expresiones)	29
Ilustración 11 (Ejemplo create)	30
Ilustración 12 (Ejemplo create)	30
Ilustración 13 (Ejemplo process)	30
Ilustración 14 (Cuadro de mando)	32
Ilustración 15 (Resultado de la simulación antiguo proceso)	35
Ilustración 16 (Resultado de la simulación nuevo proceso)	36
Ilustración 17 (Nuevo layout)	37
Ilustración 18 (Antiguo Layout)	37



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 (Toma de tiempos básica) .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla 2 (Ajuste triable).....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla 3 (Ajuste Tienda) .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla 4 (Ajuste control).....	24
Tabla 5 (Ajuste centralizado).....	25
Tabla 6 (Tiempos ajustados) .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>





# 1. RESUMEN

Se desarrolla un programa de optimización logística en almacenes para la mejora del proceso de picking unidad en el centro logístico Decathlon CAC Zaragoza mediante un software de simulación de procesos. Con este programa se quiere llegar a dos objetivos fundamentales.

El primero que sirva para un uso del día a día donde se puedan asignar recursos por horas y así poder llegar tanto a la facturación esperada de cada día como a la expedición de la mercancía.

El segundo que esta herramienta sirva para estudios más potentes donde con conocimientos de ingeniería usando dicho programa, se puedan tomar decisiones sobre el proceso industrial simulado.

Para la realización del programa se realizó un estudio de tiempos y se testeó el programa en los ordenadores de la empresa, haciendo comparativas de las simulaciones realizadas con los resultados finales de cada día, de esta forma se intentó estabilizar el programa para que resolviera eficazmente los escenarios más comunes que afectan al proceso.

Una vez que el programa se estabilizó se realizó un cuadro de mando sencillo de usar para que día a día se pudieran tomar daciones en el sector.

Por último con los datos de las simulaciones, se decide realizar un estudio de tiempos usando teoría de colas para reducir los tiempos de espera en los procesos de tipo "control" y "centralizado", siendo los procesos que más retrasos acumulaban a los pedidos.

Viendo que con la unión de dichos procesos a través de una modificación del Layout se mejoraba tanto en la finalización de la actividad en el día a día, reduciendo cuellos de botella, se mejoraba en la calidad de los pedidos, pudiendo controlar más pedidos y reduciendo así la re facturación de artículos por parte de las tiendas por artículos mal enviados y por último una mejora sustancial en la seguridad de la zona y del sector hacia los operarios reduciendo el tránsito de máquinas y peatones en una misma zona.



## 1.1. PALABRAS CLAVE

- 1.1.1. *Optimización*
- 1.1.2. *Simulación dinámica*
- 1.1.3. *Picking*
- 1.1.4. *Layout*
- 1.1.5. *Tiempos*

## 2. ABSTRACT

A logistics optimization program is developed in warehouses to improve the unit picking process at the Decathlon CAC Zaragoza logistics center through process simulation software. This program aims to achieve two fundamental objectives.

The first one that is used for a day-to-day use where resources can be allocated for hours and thus to reach both the expected billing of each day and the shipment of the merchandise.

The second that this tool serves for more powerful studies where with engineering studies using said program, you can make decisions about the simulated industrial process.

In order to carry out the program, a time study was carried out and the program was tested in the company's computers, comparing the simulations carried out with the final results of each day, thus attempting to stabilize the program to effectively solve the problems. Common scenarios that affect the process.

Once the program stabilized, a simple dashboard was created so that day-to-day operations could take place in the sector.

Finally, with the data of the simulations, it was decided to carry out a time study using queuing theory to reduce waiting times in the "control" and "centralized" processes, with the most delayed processes accumulating the orders.

Seeing that the union of these processes through a modification of the Layout improved both the completion of the activity in the day to day, reducing bottlenecks, improving the quality of the pruned, being able to control more orders and reducing As well as re-invoicing of articles by stores for badly sent items and lastly a substantial improvement in the safety of the area and the sector towards the workers reducing the traffic of machines and pedestrians in the same zone.

### 3. INTRODUCCIÓN

Se redacta este Trabajo con el objetivo principal de optimizar el sector 76 artículo de la empresa Decatlón.SA CAC Zaragoza situada en el polígono industrial Plaza Calle Genovés sin número Zaragoza

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Decathlon.SA CAC Zaragoza es un almacén de carácter continental situado en el polígono industrial Plaza Calle Genovés sin número. Ver Plano situación.



**Ilustración 1 Foto aérea almacén**

Este almacén se encuentra dentro de la red logística de Decathlon haciendo posible el enlace de los artículos desde los proveedores en China, Taiwán, Portugal y Marruecos a las tiendas de España, Francia, Alemania, Italia, Inglaterra, Bélgica Turquía y Polonia.

En el almacén trabajan unas 350 personas desde operarios técnicos de bultos hasta el director del almacén.

Su trabajo se centra en tres procesos principales.

Descarga de la mercancía: Punto de entrada de los artículos y primer tratamiento de la misma.

Preparación de pedidos: Donde se realizan los pedidos que solicitan los almacenes regionales y las tiendas relacionadas con dichos almacenes, podremos distinguir pedidos al bulto y al artículo, en función de la tipología de envío.

Expedición: Ultimo paso con la carga de camiones en función del destino.

Sector 76 artículo.

Ver plano Nave A

Este sector tiene como objetivo la preparación de pedidos de material deportivo mediante un sistema de picking hombre a bulto utilizando picking-list a las diferentes tiendas de la marca repartidas por el territorio europeo.

La planificación de las tareas a realizar en el sector pueden mejorar con la monitorización de las mismas, de tal forma que con este proyecto, se quiere tener un control diario del proceso, de tal forma que de manera dinámica desde un ordenador de control se pueda calcular la hora de finalización del proceso y por lo tanto conocer si la preparación de dichos pedidos tendrá lugar antes de la salida de los camiones desde el sector de expedición.

Además de conocer la hora de finalización, este proyecto nos permitirá un estudio de tiempos de todos los procesos internos, el uso de los recursos y sus correspondientes modificaciones para la mejora del sector, como es el cambio de Layout de algunos procesos para mejorar la calidad del sistema disminuyendo los pedidos realizados incorrectamente y aumentando la facturación.

Debido a su realización a través de prácticas en empresa en este Trabajo se obtienen capacidades propias de gestión de personas y de gestión de actividad, así como se desarrollan competencias aprendidas en ámbito académico.

- Capacidad para la resolución de problemas.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de gestión de la información.
- Capacidad para el razonamiento crítico.
- Capacidad para trabajar en un equipo de carácter interdisciplinar.
- Capacidad de trabajar en un contexto internacional.
- Actitud social positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas.
- Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de ideas propias.



- Aplicación de mis conocimientos a mi trabajo de una forma profesional y que posean las competencias que se suelen demostrar por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de mi área de estudio.
- Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyen una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Fomentar el emprendimiento.

## 4. PROPUESTA DEL CLIENTE

*Por parte de la empresa se transmite la idea de que es necesario controlar la actividad y evitar un error de concepto en el cual se cree que por llegar a los pedidos de la carga más inminente se va a llegar a la última carga del día sin penalizar artículos, es decir artículos que tendrían que ser enviados a día actual y no llegan a cargar dentro del camión.*

*Se exige que el nuevo sistema sea útil y sencillo de utilizar para un operario técnico de bulto, y que además pueda ser utilizado por un ingeniero para obtener datos que sean la base de estudios más avanzados.*

*Con este punto la empresa quiere transmitir la idea de que se necesita un sistema de gestión de actividad dinámico y que se pueda usar en el día a día de forma simplificada y que además en ocasiones puntuales se puedan extraer datos para un estudio más exhaustivo de la actividad*

*Se exige que sea compatible con Excel (sistema de trabajo habitual en la empresa).*

*El sistema en concreto tendrá que poder estudiar los procesos que ocurren en dicho sector para realizar modificaciones en el mismo siguiendo la filosofía del LEAN MANUFACTURING, muy implementada en la empresa.*

*Exige que los cambios realizados en el LayOut sean mínimos y lo más barato posible añadiendo una amortización el mismo.*

*Se necesita una asignación de recursos de una forma más óptima sabiendo como situar a los operarios y que partes del proceso han de ser realizadas por unos operarios o por otros.*

## 4.1. EXIGENCIAS LEGALES.

*Cumplir la normativa*

*REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre).*

*Con esto quiere decir el cliente que no puedo bloquear ningún pasillo de evacuación (líneas que atraviesan la nave y se dirigen a las salidas) recogido en el plano 005 Evacuación nave A.*

## 4.2. NECESIDADES DE COMPACTACIÓN.

*Debido a estudios anteriores en temas de reducción de costes Anexo 5.4 es necesario realizar una compactación del sector para disminuir los costes en concepto de tiempos en el proceso y recorrido de picking así como la reducción de costes por asignación de espacios dentro del cómputo global del almacén.*

## 4.3. NECESIDADES AHORRO Y REDUCCIÓN DE COSTES.

*Además de los costes señalados en el apartado 4.2, Necesidades de compactación, se pretende realizar una reducción de costes por errores de calidad Anexo 5.5 y mejorar los tiempos de finalización de proceso global para hacer un mejor cálculo de personal necesario y su distribución diaria, reduciendo el coste en personal, altamente ligado con el coste artículo del sector.*



## 4.4. CONSECUENCIA DEL DESARROLLO DE OTROS PROYECTOS

### Anexo 5.1

*"Sistemas de preparación de pedidos: hombre a producto y producto a hombre"*

*La preparación de pedidos se puede realizar de formas muy diversas, el diseño y la forma de realizar estas labores de picking depende de varios factores (ver artículo: Factores que influyen en el diseño de áreas de picking Anexo 5.1). En función de la tipología de extracción podemos clasificar los tipos de preparación en: "hombre a producto" y "producto a hombre".*

#### *Hombre a producto*

*Es la preparación de pedidos más habitual y está en la mayoría de los almacenes (debido fundamentalmente a que requiere un nivel bajo de inversión). En esta forma de preparación, los productos tienen asignada una ubicación "fija" (o varias) de picking y el preparador realiza un recorrido a lo largo de las ubicaciones para ir cogiendo las cantidades solicitadas por cada pedido. Esto se puede hacer con dos estrategias:*

*Contenedor a contenido: el preparador se desplaza con uno o varios contenedores de pedidos y va cogiendo en cada ubicación la cantidad necesaria para cada pedido.*

*Contenido a contenedor: se preparan los pedidos por "olas", abriendo un número de pedidos y desplazándose a las ubicaciones para coger la cantidad agrupada de una referencia para todos los pedidos. Posteriormente esa cantidad es repartida entre los pedidos abiertos.*

*Tecnologías utilizadas: en la mayoría de los almacenes pequeños, todavía es muy habitual realizar la preparación mediante papel (Picking-list), aunque en cuanto se tiene un poco de masa crítica se suelen utilizar terminales de*

*radiofrecuencia, terminales de picking por voz (fundamentalmente en el picking de cajas completas que requiere las dos manos y en almacenes de temperatura controlada), en algunos casos (en zonas de alta rotación) se usan sistemas de Pick to light (picking guiado por luz) y en el futuro es posible que se utilicen sistemas de pick to visión (picking por guiado óptico: ver artículo: Picking por guiado optico)*

*Elementos de manutención empleados: fundamentalmente carros de picking (de diferentes tipos), transpaletas manuales o eléctricas (con o sin plataforma), preparadoras de pedidos (bajo, medio o alto nivel en función de la altura), carretillas de diferentes tipos (contrapesadas, retractiles...) , sistemas transportadores de rodillos o de banda...*

*Ejemplos: El ejemplo más empleado, cuando se realiza picking de cajas completas y el almacenaje se hace en estanterías convencionales de paletas, es definir las posiciones de suelo de las estantería como posiciones de picking, siendo el recorrido de picking los propios pasillos del almacén. Otro ejemplo sería, cuando se realiza picking de unidades, diseñar un área específica, con estanterías convencionales de picking (cuyo stock es reposicionado desde el almacén principal) y realizar el recorrido entre estas estanterías con un carro de picking. En ambos casos es importante realizar una buena zonificación y segmentación ABC para minimizar recorridos y tiempos (ver artículo Segmentacion ABC Anexo 5.3)."*

## 4.5. DESEO DE MEJORAR LA CALIDAD, SEGURIDAD.

*Debido a la gran cantidad de errores detectados en la zona de control, se hace necesario hacer un cambio del sistema de forma de control para conseguir detectar a tiempo los errores y así evitar una re facturación por parte del cliente suponiendo un coste muy importante para la empresa y para el sector.*

*Así mismo el cambiar la zona de control y hacer que esta adquiriera unas reglas y una limpieza propia hacen que aumente la seguridad en el sector evitando accidentes de caída a misma altura por tropiezos y atropellos por tener distancias y transportes entre procesos.*

## 5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La simulación es una herramienta que permite optimizar la planificación de recursos y en este problema nos puede permitir analizar cuál puede ser la distribución de tareas para finalizar antes el proceso.

Planteadas las necesidades de la empresa se decide optar por la simulación y en concreto la simulación dinámica la cual nos permitirá alcanzar los objetivos de control diario de la actividad y realización de estudios por parte de personal más cualificado.



Figure 1. The Toyota House of Lean or Toyota Production System

El hecho de que Decatlón.SA CAC Zaragoza tenga implementada como cultura de empresa el LEAN MANUFACTURING, favorece la decisión de implementar una simulación ya que esta nos permitirá realizar proyectos y mejoras centradas en el Jidoka (prevención de errores y mejora de la calidad) y la mejora continua.

### Ilustración 2 Pirámide Lean Manufacturing

Teniendo en cuenta la legislación que hemos de cumplir y la necesidad técnica solicitada por la empresa, se decide utilizar un sistema de simulación para poder alcanzar los requisitos, así mismo tendremos que conseguir adaptar dichos programas para que la simulación se desarrolle de forma dinámica y se pueda usar de forma diaria.

Se nos plantean diferentes softwares que podemos utilizar para el desarrollo del producto.

#### Flexsim:

Es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministro. Además, Flexsim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo. Actualmente, El software de simulación Flexsim es usado por empresas líderes en la industria para simular sus procesos productivos antes de llevarlo a ejecución real. Existe mucha gente implicada en este proyecto y su uso se encuentra muy extendido en EEUU y México. Existe una web propietaria del software (<http://www.flexsim.com/community/forum/downloads.php>) que posee multitud de descargas de herramientas adicionales al software, como modelos 3D y librerías, y una gran comunicación mediante foros.

#### ARENA:

Es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, un modelo de simulación por computadora que nos ofrece un mejor entendimiento de las cualidades de un sistema, efectúa diferentes análisis del comportamiento. Arena facilita la disponibilidad del software el cual está formado por módulos de lenguaje siman. Arena no tiene un enfoque único objetivo de la industria. La flexibilidad de la herramienta de modelado de simulación Arena permite el análisis de todo, desde centros de atención al cliente para completar las cadenas de suministro, hasta procesos industriales más complejos.

#### ELECCIÓN DEL SOFTWARE

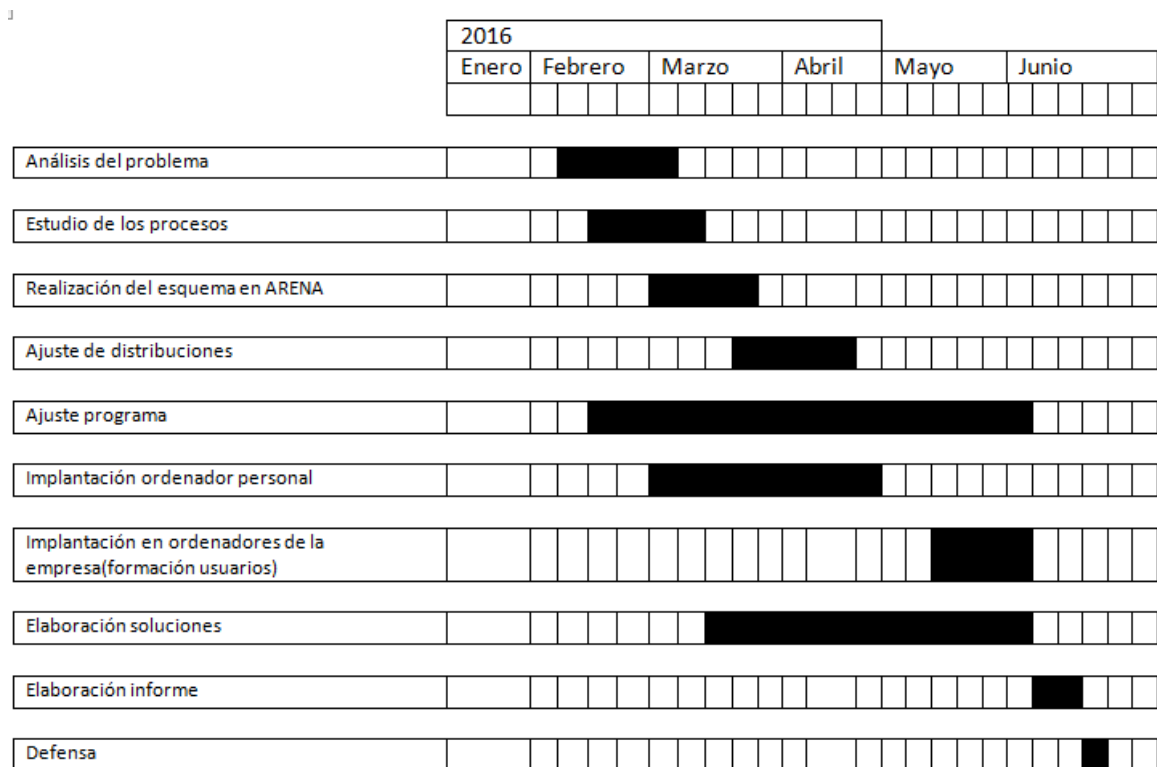
Debido a la flexibilidad que nos aporta ARENA, a su fácil entendimiento y su rapidez de ejecución por computadora, que nos permitirá más simulaciones por minuto, algo que será fundamental en el día a día para poder realizar simulaciones en momentos instantáneos, escojo esta herramienta para poder realizar los estudios pertinentes que me permitan optimizar el proceso señalado.

## 6. DESARROLLO

Se detalla el proceso que se ha llevado a cabo para la elaboración del TFG y la metodología adoptada, contenido teórico, caso práctico, estudio técnico, revisión bibliográfica y estado de la cuestión, justificación y resultados.

Cada apartado contiene como se ha ido ejecutando el proceso de investigación siendo lo más veraz posible a la realización de la mismo.

Se sigue el cronograma mencionado en la propuesta del proyecto sin hacer modificaciones del mismo.



**Ilustración 3 Cronograma**

## 6.1. ESTUDIO DEL PROCESO

En primer lugar se decide estudiar todos los procesos internos que se llevan a cabo en esta sección, cuál es su secuenciación y su importancia. De tal forma que así utilizando el principio de Pareto 80/20 nos centraremos en aquellos procesos que reúnan el 80% del tiempo en el proceso global, o serán de vital importancia para el funcionamiento del sistema, para luego ir estudiando los procesos menos importantes, pero con los cuales obtenemos una mayor cercanía de la realidad con la simulación.

Para ello se realiza un flujo grama del sector, obteniendo una imagen del proceso global.

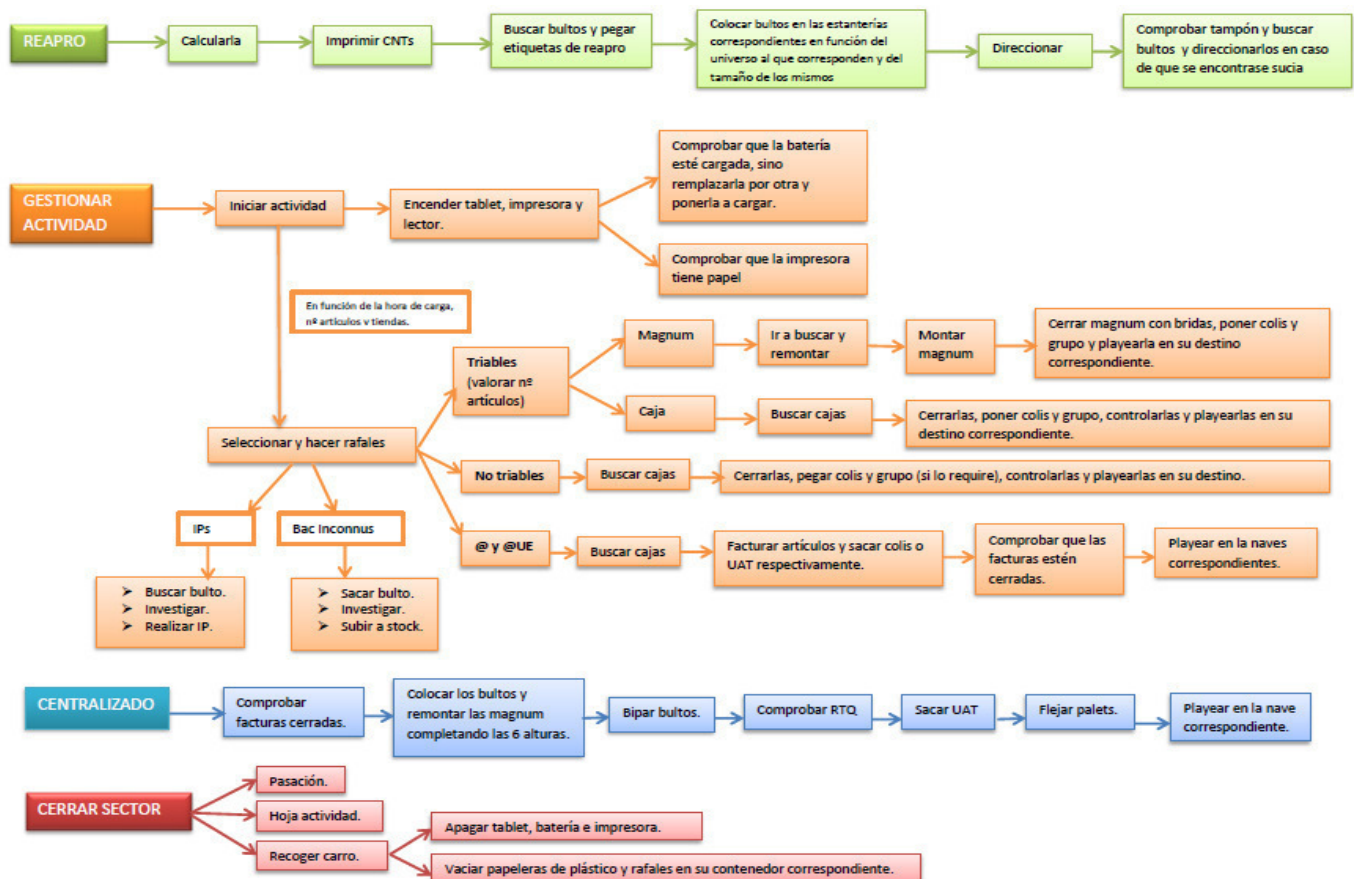


Ilustración 4 Flujo grama sector

### DEFINICIONES básicas del esquema

**Reapro:** Acotación de reaprovisionamiento, aquí lo que se realiza es proveer al sector con los artículos necesarios para realizar el picking a la fecha señalada. De tal forma que se calcula el número de bultos/cajas que hay que traer al sector desde otras naves, extrayendo una pegatina por bulto donde nos indica la dirección en la que se encuentra y la información de los artículos que contiene.

**UAT:** Etiqueta que nos muestra la información correspondiente a un pallet, número de bultos artículos etc.

**CNTs:** acotación del francés contenants, es una etiqueta que muestra el número que se le da a cada bulto una vez es extraído del pallet, en el cual se recoge la información que contiene el bulto.

**Magnum:** Caja de plástico donde se realiza el tipo de picking triable.



### **Ilustración 5 Magnum**

**Triable:** Sistema de picking en el que se realizan hasta seis tiendas de una misma región logística la vez unificando el pedido en una misma caja, de tal forma que esta caja es enviada a un CAR (Centro de almacenaje regional) y allí los artículos son separados en función de la tienda a la que tengan que ser enviados.

**Normal/tienda:** En este sistema se realizan hasta seis tiendas a la vez, pero con la diferencia que cada tienda tiene su propia caja, de tal forma que los bultos una vez facturados son enviados de forma independiente sin tener que ser separados en el CAR. El proceso es menos productivo porque no se pueden tratar tantos artículos por hora como permite el tipo triable.



**@ Y @UE:** Siglas que se usan para la determinación de los pedidos de internet y de internet bolsa.

Los pedidos de internet son pedidos prioritarios, ya que son pedidos que ya han sido pagados por el cliente y tienen que llegar en la fecha a la que se compromete la empresa.

Los pedidos de internet bolsa también son prioritarios, pero estos no han sido pagados por el cliente y son una reposición que hace el CAR para evitar una ruptura de stock en aquellos pedidos que frecuentemente son solicitados vía internet.

**IPs:** Una IP es un código con el que se denomina a los movimientos de stock manuales que se ejecutan en el almacén, es decir si en el trascurso de picking faltan artículos en una caja o sobran se realiza una IP positiva o negativa para cuadrar el stock físico con el virtual.

**Bac inconnus:** Se denomina así a los contenants, que tras finalizado el picking el sistema marca como que deberían estar vacíos, pero que por el contrario contiene artículos y por lo tanto hay que cuadrar el stock.

**Centralizado:** Es el proceso mediante el cual se reagrupan todas las colises facturadas en una misma UAT, se fleja el pallet y se playea en los muelles de expedición.

**RAQ:** Son las siglas de rest a quai, que en resumen significa lo que falta por centralizar, es decir el RAQ nos muestra la diferencia entre colises facturas y colises centralizadas, de este modo se puede saber si se está perdiendo algún bulto o por el contrario no hemos bipado todas las colises a la hora de centralizar.

### *6.1.1. Realización del esquema simulación*

Ahora bien, una vez estudiado el proceso se decide ir implementando todos los procesos en el esquema de ARENA, de momento no se implementan los tiempos y solo se centra la investigación en que el código funcione y realice las funciones lógicas pertinentes en función de las variables que se implementen en cada momento.

Para el desarrollo de este apartado se estudió todo el proceso en conjunto, preguntando tanto a operarios como a responsables, además se realizó un estudio de campo realizando todos los procesos acompañado de un formador, el cual explicaba cómo debía hacerse de forma correcta cada proceso.

Seguido se dividió el problema en subprocesos, pudiendo analizar individualmente cada gesto o movimiento.

Finalmente se busca las interacciones entre los procesos y se ajusta el sistema para que realice un orden lógico con un funcionamiento racional al sistema estudiado.

# 76A

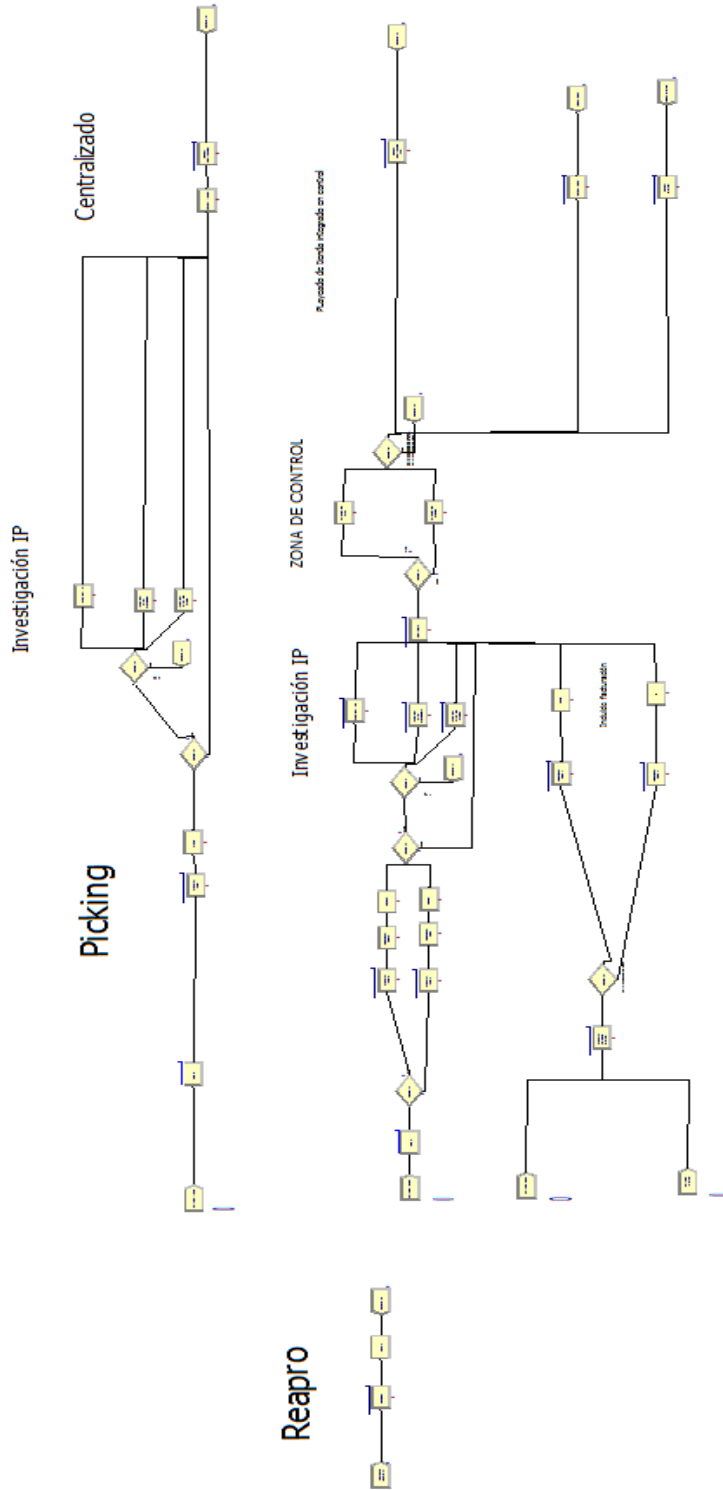


Ilustración 6 Esquema simulación

Como se puede observar en el esquema ya implementado en ARENA se va siguiendo el esquema principal resumido en el flujo grama.

Tendremos una primera parte que será la Reapro, con un código sencillo que nos bloqueará el picking normal y triable en caso de estar haciendo dicho proceso.

Por otro lado y como se ve en el flujograma diferenciaremos tres partes o tres procesos diferentes:

La realización del internet, tanto internet @ como internet bolsa UE, siendo este el más improductivo debido a que se realiza con sistema picking list a papel.

Pedidos de tipo normal, los más comunes y donde se genera la mayor parte de los pedidos con un picking list mediante Tablet.

Pedidos tipo triable que son los más productivos debido al volumen de artículos en relación al número de paradas y que también se realiza mediante picking list Tablet.

### *6.1.1. Toma de tiempos básica*

Continuando con la dinámica decido realizar una toma de tiempos general para poder ir ajustando el modelo, de tal forma que mientras se produce una recogida de datos estadísticamente correcta, más de 30 datos por proceso, voy implementando tiempos para ir ajustando la simulación a la realidad.

Aquí lo que se realizó fue implementar distribuciones triangulares para cada proceso cogiendo como valor habitual la media de los valores recogidos hasta el momento, como valor máximo el máximo tiempo recogido hasta el momento y como valor mínimo el mínimo valor. Se consideró este tipo de distribución porque permite acotar los tiempos máximo y mínimo a la vez que proporciona una variabilidad suficiente como para poder barajar distintos escenarios que se ajusten a la realidad.

Por otro lado lo único que implemento como tiempo diferente es el tiempo de la reapro, este tiempo va a ir introducido como variable desde el cuadro de mando, ya que su estudio supondría el realizar un estudio completo de otro proceso, por lo que este tiempo se supone en función del número de bultos a realizar en la reapro y en relación con la experiencia.

Quedando entonces los siguientes tiempos:

Tienda	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Minutes	50	60	100	.2	1
Triable	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	60	85	150	.2	1
Controlar3	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	6	10	.2	1
@	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Seconds	DATOS INTERNET* 5	DATOS INTERNET*10	DATOS INTERNET*15	.2	1
@UE	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Seconds	DATOS BOLSA *10	DATOS BOLSA *15	DATOS BOLSA*20	.2	1
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Playear triabl	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Minutes	2	3	4	.2	1
Investigar IP2	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Investigar Err	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Investigar Err	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	3	5	8	.2	1
Seleccionar (	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Seconds	20	30	45	.2	1
Realizar cent	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	0.15	0.7	3	.2	1
Realizar cent	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	4.5	5	10	.2	1
Seleccionar (	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Seconds	DATOS BOLSA*0.05	DATOS BOLSA*0.5	DATOS BOLSA*1.5	.2	1
Preparar activ	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Minutes	5	7	10	.2	1
Seleccionar (	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Seconds	DATOS INTERNET*0.05	DATOS INTERNET*0.5	DATOS INTERNET*1.5	.2	1
Playear Bols	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	2	5	8	.2	1
Playear intern	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	2	5	8	.2	1
Tienda3	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Minutes	5	15	20	.2	1
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Seleccionar (	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Seconds	20	30	45	.2	1
REAPRO	Standard	Seize Delay	High(1)	Expression	Minutes	0	0	0	.2	TIEMPO REAPRO
Investigar IP	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Investigar Err	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Investigar Err	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	3	5	8	.2	1
Articulos de t	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5	1	1.5	.2	1
Articulos de t	Standard	Delay Release	Medium(2)	Triangular	Minutes	3	5	7	.2	1

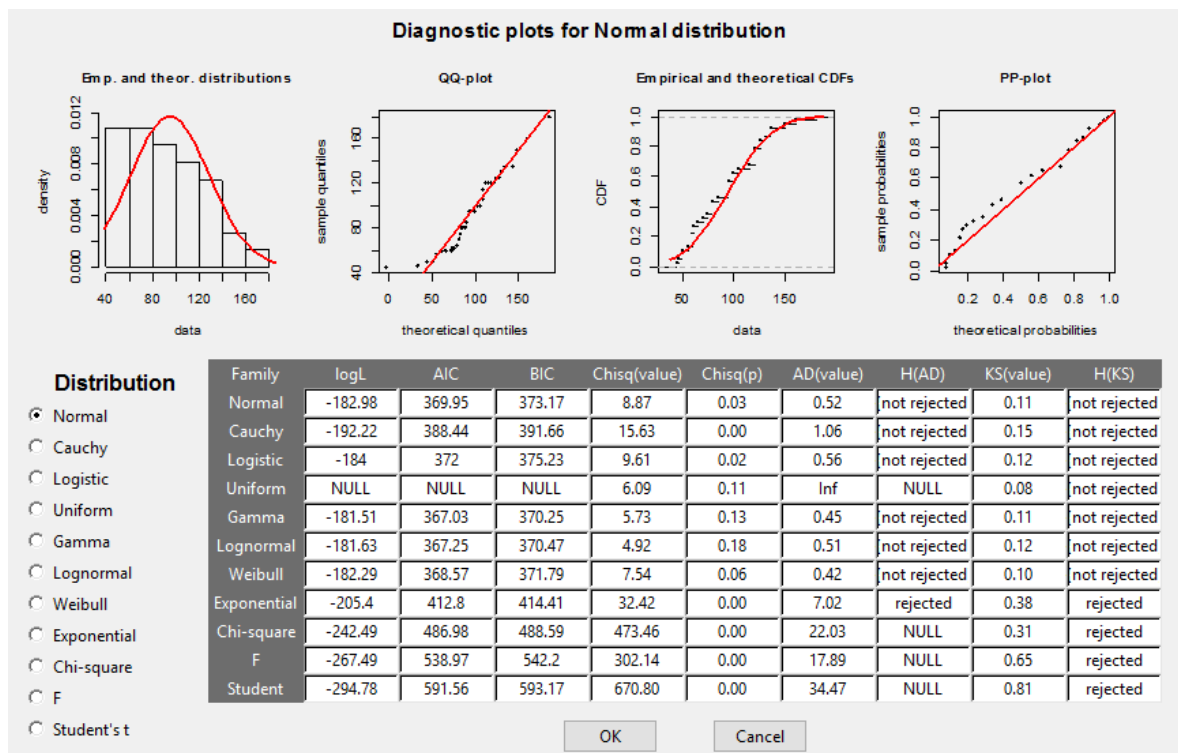
Tabla 1 (Toma de tiempos básica)

### 6.1.1. Ajuste de las distribuciones

Para determinar las distribuciones que mejor se ajusta a los datos se utilizó la librería riskDistributions de R, esta librería proporciona un catálogo de distribuciones como mejores candidatos al ajuste. Basado en una minimización del error de ajuste (Criterio de índice de Akaike AIC y de información Bayesiana BIC), y en el criterio de superar el contraste de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste, se puede seleccionar la distribución que mejor se ajuste a los datos muestrales. Una vez seleccionada el tipo de distribución, el programa proporciona la estimación de los parámetros de dicha distribución, estos parámetros serán los que se introducirán en cada proceso de Arena.

#### TRIABLE

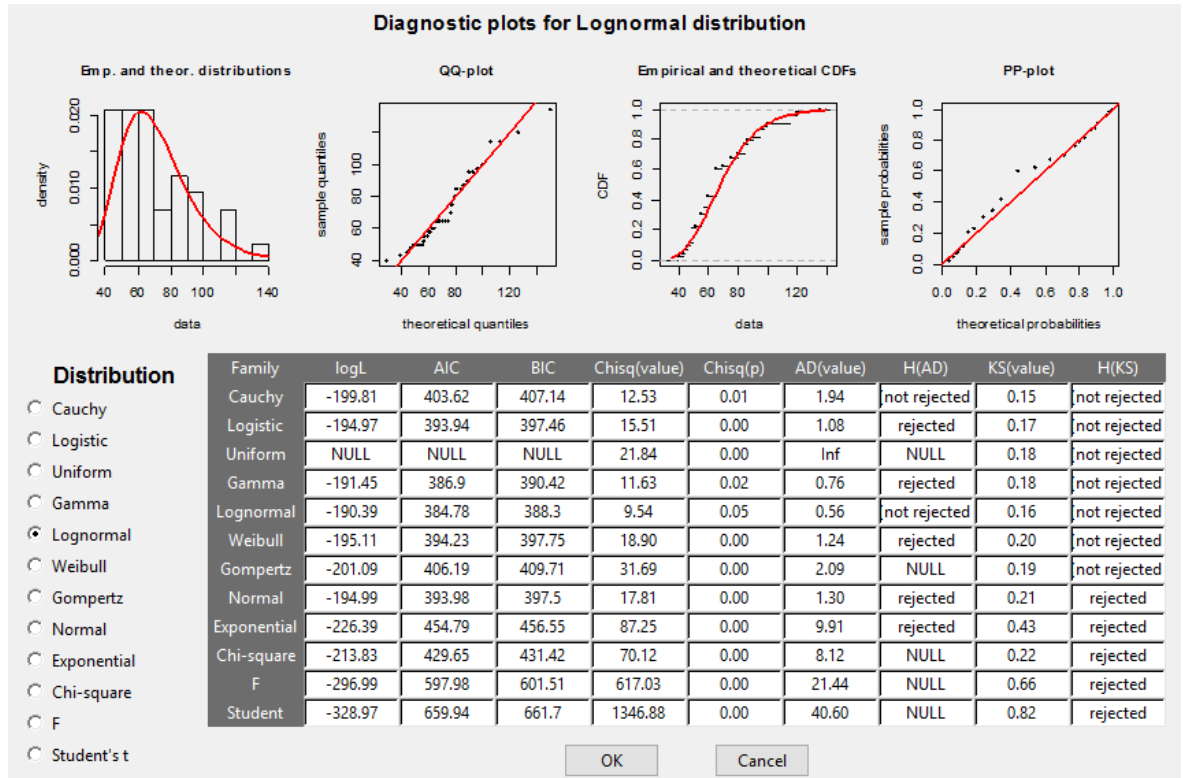
Tabla 2 (Ajuste triable)



mean	sd
94.75676	34.00032

TIENDA

Tabla 3 (Ajuste Tienda)



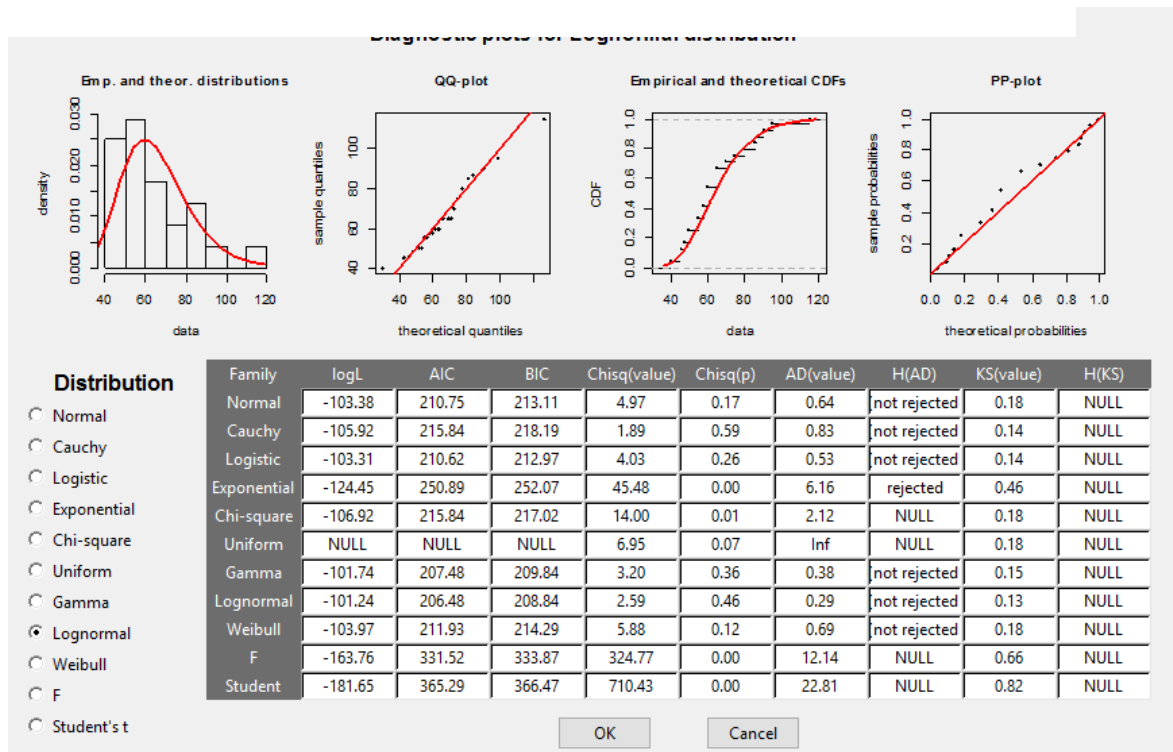
meanlog	sdlog
4.2189914	0.2981053

TIENDA PEQUEÑA

Debido a que con las distribuciones son limitadas en ARENA y no podemos simular con la distribución más correcta, se decide paraa este proceso utiliza una triangular de media, la media de todos los datos obtenidos.

CONTROL

Tabla 4 (Ajuste control)

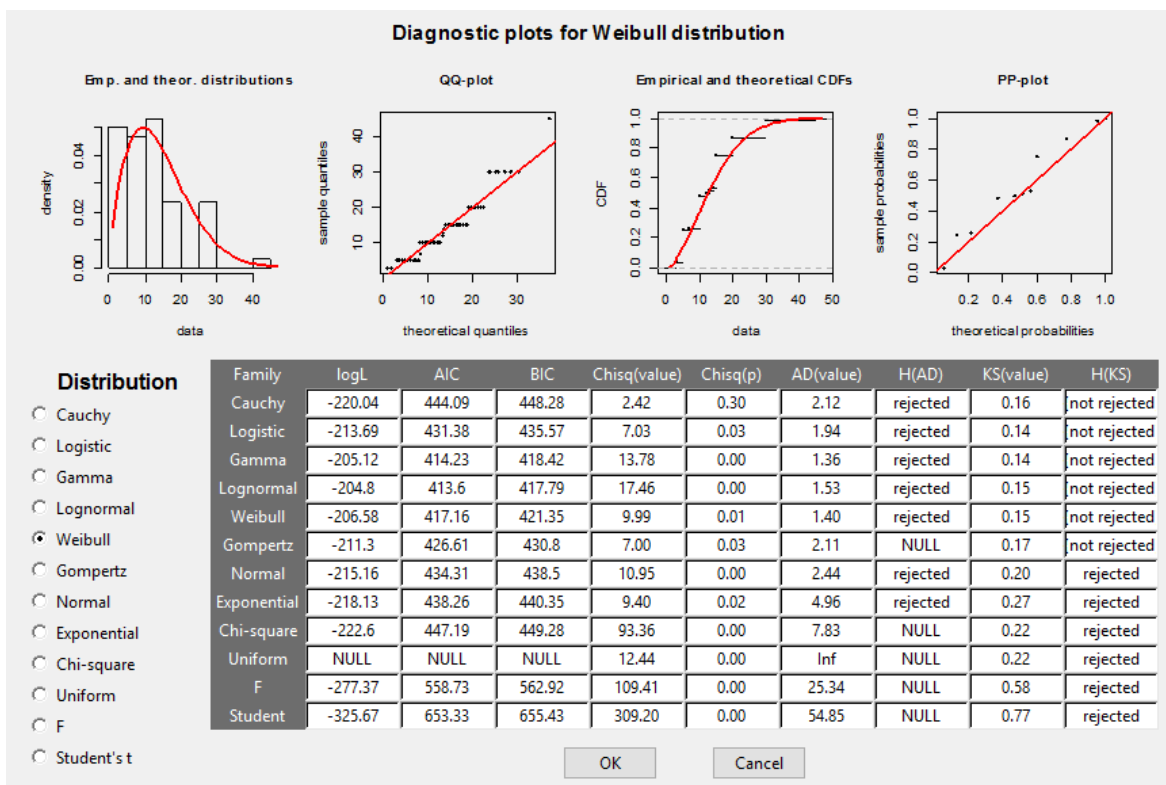


meanlog	sdlog
4.1506819	0.2589284



CENTRALIZADO

Tabla 5 (Ajuste centralizado)



shape	scale
1.707642	15.730679

Por último y los demás procesos debido a la sencillez de los mismos, lo muy repetitivos que eran, la dificultad de la medición o la dispersión de los datos, se ha decidido tratarlos como expresiones triangulares, de tal forma que acotamos el tiempo entr un máximo y un mínimo impidiendo así que el programa pueda tender con frecuencia al infinito o se atasque con regularidad, y colocando como media el valo más habitual de realizar dicho movimiento

INDICES

Tienda	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Expression	Minutes	50		60	100.2	LOGN(4.2189914,0.2981053)
Triable	Standard	Delay	Medium(2)	Expression	Minutes	60		85	150.2	NORM(94.75676, 34.00032)
Controlar3	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Expression	Minutes	.5		6	10.2	LOGN( 4.1506819,0.2589284 )
@	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Triangular	Seconds	DATOS INTE	DATOS INTE	DATOS INTE	DATOS IN.2	
@QUE	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Triangular	Seconds	DATOS BOL	DATOS BOL	DATOS B	DATOS B.2	
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Expression	Minutes	.5		1	1.5	LOGN(4.4848457,0.3697325)
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Expression	Minutes	.5		1	1.5	LOGN(4.4848457,0.3697325)
Playear triabl	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Expression	Minutes	2		3	4.2	WEIB( 15.730679 ,1.707642 )
Investigar IP2	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Investigar Err	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Investigar Err	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	3		5	8.2	
Seleccionar (	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Seconds	20		30	45.2	
Realizar cent	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	0.15		0.7	3.2	
Realizar cent	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	4.5		5	10.2	
Seleccionar (	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Seconds	DATOS BOL	DATOS BOL	DATOS B	DATOS B.2	
Preparar acti	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Minutes	5		7	10.2	
Seleccionar (	Standard	Seize Delay	High(1)	Triangular	Seconds	DATOS INTE	DATOS INTE	DATOS IN	DATOS IN.2	
Playear Bols	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	2		5	8.2	
Playear interi	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	2		5	8.2	
Tienda3	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Triangular	Minutes	7.5		27	40.2	WEIB(30.477474 ,3.023486)
Preparar tabl	Standard	Seize Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Seleccionar (	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Seconds	20		30	45.2	
REAPRO	Standard	Seize Delay	High(1)	Expression	Minutes	0		0	0.2	TIEMPO REAPRO
Investigar IP	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Investigar Err	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Investigar Err	Standard	Delay	Medium(2)	Triangular	Minutes	3		5	8.2	
Articulos de r	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Triangular	Minutes	.5		1	1.5	
Articulos de r	Standard	Delay Releas	Medium(2)	Triangular	Minutes	3		5	7.2	

Tabla 6 ( Tiempos ajustados )



## 6.1. CORRECCIONES DEL ESQUEMA

Una vez terminado de ajustar todas las distribuciones se decide empezar a corregir todo el esquema, de tal forma que vaya simulando la realidad del día a día, se redactó un informe diario donde se recogían los datos de cada día y donde se anotaban las anomalías de cada día, de tal forma que se pudiera simular la mayor parte de los escenarios posibles.

El documento completo se encuentra en la carpeta de anexos.

Artículo	Artículos/Triable	Artículos/Tienda	DÍA	DATOS	HORA INICIO	HORA FIN CARGA	SIMULACIÓN REAL	OBSERVACIONES
			22/08/2016	Tienda 67 Triable 0	6:00	6:30	6:30	7) Problema de cargar, refuerzo de mano de 10 artículos, se debe introducir una nueva línea de
				Tienda 43 Triable 10	6:00	6:30	6:30	12:30 No se realiza simulación, se va a cambiar variación de combinaciones de artículos
				Tienda 14 Triable 2	6:00	6:30	7:50	7)
				Tienda 23 Triable 4	6:00	6:30	6:30	6:30
				Tienda 29 Triable 11	6:00	6:30	6:30	11:42
			23/08/2016	Tienda 30 Triable 25	14:30	17:30	20:00	18:00) Se llega a la actividad muy ajustada y se realiza una carga.
			24/08/2016					
			25/08/2016	Tienda 110 Triable 30 P. arranar 15	6:00	17:30	18:00	17:45) Comienza actividad de mañana y se realiza el tiempo de finalización, ZONA DE CONTROL
			26/08/2016	Tienda 200 Triable 30 P. arranar 20	6:00	17:30	18:00	17:30) Se realiza una carga 500 art
			29/08/2016					
0,72216496	366,033333	53,4516129	30/08/2016	Tienda 62 3314 art Triable 24 8442 art	6:00	17:30	13:45	SIN IMPLANTACIÓN
			30/08/2016	Tienda 88 5185 art de implantación T4	6:00	17:30	17:40	CON IMPLANTACIÓN
0,75562460	406,675	71,7727327	31/08/2016	Tienda 44 1151 art Triable 24 9755	6:00	13:30	13:30	Se hicieron dos simulaciones para el mismo período a diferentes horas para ver la evolución
0,63906081	549,066667	95,5521978		Tienda 146 1048 art Triable 45 34	6:00	19:30	20:00	18:20) Se terminaron de cargar cosas.
			01/09/2016	Tienda 22 Triable 5	6:00	19:30	9:45	9:30
0,649197109	294,292971	71,00357143		Tienda 102 8042 art Triable 47 1004	6:00	17:30	18:24	6:30
				Tienda 147 Triable 2 P. arranar 4	6:00	17:30	6:30	6:30
				Tienda 23 Triable 10 P. arranar 7	6:00	19:30	11:25	6:30
			02/09/2016	Tienda 49 Triable 13 P. arranar 9	6:00	13:30	12:25	6:30
			05/09/2016	Tienda 60 Triable 23	17:00	17:30	21:30	18:00) Se realizan 100 artículos y se realiza la producción
0,709193587	453,2647059	72,15909091		Tienda 83 4350 art Triable 24 1541 art	6:00	19:30	19:30	
				Tienda 16 Triable 2	6:00	19:30	6:00	6:40
				Tienda 41 Triable 9	6:00	13:30	11:30	11:45
0,332222259	362,626262	235,4117647	06/09/2016	Tienda 102 2402 art Triable 23 1526	6:00	17:30	17:45	SE MODIFICA EL PROGRAMA, SE ELIMINA EL PROCESO FACTURAR Y SE INCLUYE EL
			07/09/2016	Tienda 35 Triable 16 P. arranar 12	15:30	17:30	16:30	SE realizan cosas por lo que la simulación falla PLANTEAR RETOCAR TIEMPOS
0,655546497	679,6470510	10,62040796		Tienda 137 1214 art Triable 24 32100	6:00	19:30	19:30	Problema de que se va a trabajar en el ritmo y para la tienda se va a ordenar la hora de
				Tienda 19 Triable 2	6:00	19:30	9:00	6:30
			09/09/2016	Tienda 45 Triable 10 P. arranar 9	6:00	13:30	12:00	Se amplían cosas y se va a hacer un arranar en las 10 y 10 por lo que se va a
0,75102104	425,3095556	64,81640144	09/09/2016	Tienda 71 4886 Triable 26 1521 art P.	6:00	19:30	15:30	Modificación del programa, desde se añaden tiempos por cargar que tienen artículos
0,654377779	353,033333	57,7703333	12/09/2016	Tienda 103 Triable 40 P. arranar 14 (m)	6:00	19:30	19:30	Se realizan cosas para poder manejar mejor dando hay que realizar cosas y no
				Tienda 96 5246 Triable 20 10091	6:00	17:30	19:00	19:00)
			13/09/2016	Tienda 19 Triable 16	14:00	17:30	19:00	Se abren una finalización con tanto por lo que indica que se va a trabajar al máximo
0,70009741	496,6484848	70,67484848	14/09/2016	Normal 13 8144 art Triable 23 13746	6	19:30	17:00	17:15
0,697622641	594,6484848	87,30714286	15/09/2016	Normal 140 12523 Triable 33 32000	4	19:30	20:00	19:55
0,696762414	608,5945946	95,14561107	16/09/2016	Normal 102 8160 Triable 37 24250	4	19:30	19:00	18:50) Modificación del programa, se consigue implementar separar por horas, 600 art
			19/09/2016	Normal 100 Triable 21	6	19:30	22:00	22:00
			23/09/2016	Normal 162 15323 Triable 33 20227	4	19:30	19:30	19:30
			24/09/2016	Normal 162 15320 Triable 34 22095	4	17:30	3:30	OPERARIOS CON HORARIOS DINÁMICOS, SE CONSIGUE IMPLEMENTAR POLIVALENCIA
			23/09/2016	Normal 123 Triable 26	10	19:30	18:10	17:45
			24/09/2016	Normal 25 1111 Triable 28 4975	13	19:30	19:00	19:05) Se implementa que el programa simula 2 arranar diferentes y que me vuelvo
0,640191962	487,9150416	89,04395037						
	40000							
	26720,47848	19279,52192						
	55	149						

Ilustración 7 (resultado simulaciones)

## 6.2. IMPLEMENTACIÓN DINÁMICA

Ahora bien el programa diseñado solo permite introducir los campos manualmente y por lo tanto supone una tarea muy complicada y laboriosa para un operario el estar introduciendo nuevas variables cada vez que se quiere realizar una simulación.

Por el consiguiente se da el paso a la simulación dinámica donde se tienen en cuenta tres softwares que van a tener que trabajar de forma conjunta.

### 6.2.1. AS400

Es la base de datos que utiliza la empresa, en dicha herramienta se producen las caídas de los pedidos por parte de los clientes, en este caso las tiendas, además de poder generar parametrages relacionados con la actividad y con el stock. Es la herramienta principal con la cual trabaja la empresa y de la cual se harán las extracciones de los datos necesarios para el funcionamiento global del sistema y en concreto del programa a diseñar.

### 6.2.2. EXCEL

Dichas extracciones que realizamos de AS400 tienen que ser materializadas en un soporte visual, en este caso Excel con el que a través de sus macros y con programación en visual Basic podremos acceder rápidamente a las extracciones que de los datos que necesitamos de AS400.

Una vez extraídos los datos necesarios de AS400 Excel nos sirve como enlace para Arena.

### 6.2.3. ARENA

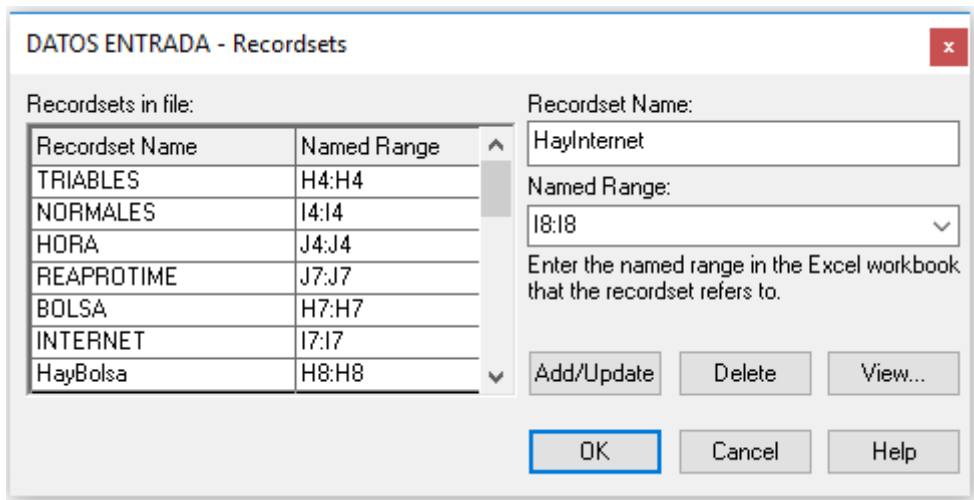
Arena tiene la opción de tomar los datos desde un soporte externo leyendo un fichero, en este caso Excel.

File - Advanced Process						
	Name	Access Type	Operating System File Name	End of File Action	Initialize Option	Recordsets
1	DATOS ENTRADA	Microsoft Excel (*.xlsx)	C:\Users\Admin\Desktop\Trabajo\DECATHLON\ARENA\ARENA ordenador lenovo\PLANING PANTALLA.xlsm	Dispose	Hold	25 rows

**Ilustración 7 (Imagen ARENA)**

Una vez implementado el fichero tenemos que indicarle que celdas tiene que leer y cuál va a ser la nomenclatura que le damos a ese dato de entrada.

Eso lo hacemos con los recordsets.



**Ilustración 8 (Recordosets)**

Una vez que el sistema ya sabe que datos leer y de donde le asignamos una expresión a dicho dato de entrada.

DATOS TRIABLE	Real	DATOS ENTRADA	TRIABLES	No	Output
DATOS NORMAL	Real	DATOS ENTRADA	NORMALES	No	Output
HORA COMIENZO	Real	DATOS ENTRADA	HORA	No	Output
TIEMPO REAPRO	Real	DATOS ENTRADA	REAPROTIME	No	Output
DATOS BOLSA	Native	DATOS ENTRADA	BOLSA	No	Output
DATOS INTERNET	Native	DATOS ENTRADA	INTERNET	No	Output
HAYRAFALESBOLS	Native	DATOS ENTRADA	HayBolsa	No	Output
HAYRAFALESINTE	Native	DATOS ENTRADA	HayInternet	No	Output
Pers6	Native	DATOS ENTRADA	P6	No	Output
Pers7	Native	DATOS ENTRADA	P7	No	Output
Pers8	Native	DATOS ENTRADA	P8	No	Output
Pers9	Native	DATOS ENTRADA	P9	No	Output
Pers10	Native	DATOS ENTRADA	P10	No	Output
Pers11	Native	DATOS ENTRADA	P11	No	Output
Pers12	Native	DATOS ENTRADA	P12	No	Output
Pers13	Native	DATOS ENTRADA	P13	No	Output
Pers14	Native	DATOS ENTRADA	P14	No	Output
Pers15	Native	DATOS ENTRADA	P15	No	Output
Pers16	Native	DATOS ENTRADA	P16	No	Output
Pers17	Native	DATOS ENTRADA	P17	No	Output
Pers18	Native	DATOS ENTRADA	P18	No	Output
Pers19	Native	DATOS ENTRADA	P19	No	Output
Pers20	Native	DATOS ENTRADA	P20	No	Output
Pers21	Native	DATOS ENTRADA	P21	No	Output
Pers22	Native	DATOS ENTRADA	P22	No	Output

**Ilustración 9 (Expresiones)**

Esto se hace porque los procesos necesitan una expresión para funcionar, una vez ligado el Excel con Arena solo falta indicar la relación entre los datos de entrada a procesos y la expresión.

Estos son algunos ejemplos de cómo se ligan los "Create" con las expresiones.

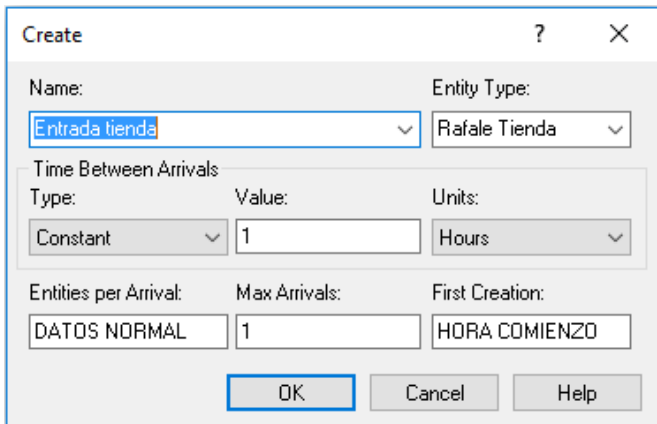


Ilustración 11 (Ejemplo créate)

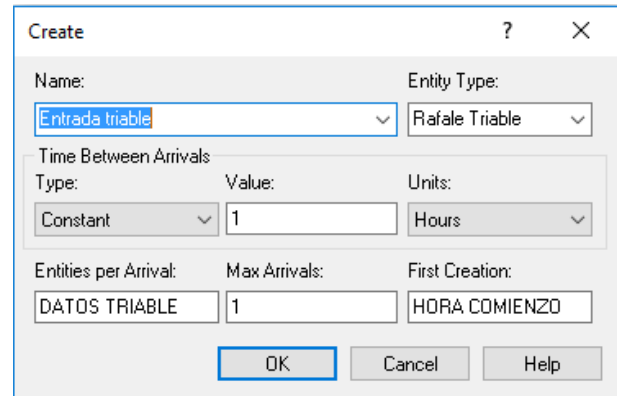


Ilustración 10 (Ejemplo créate)

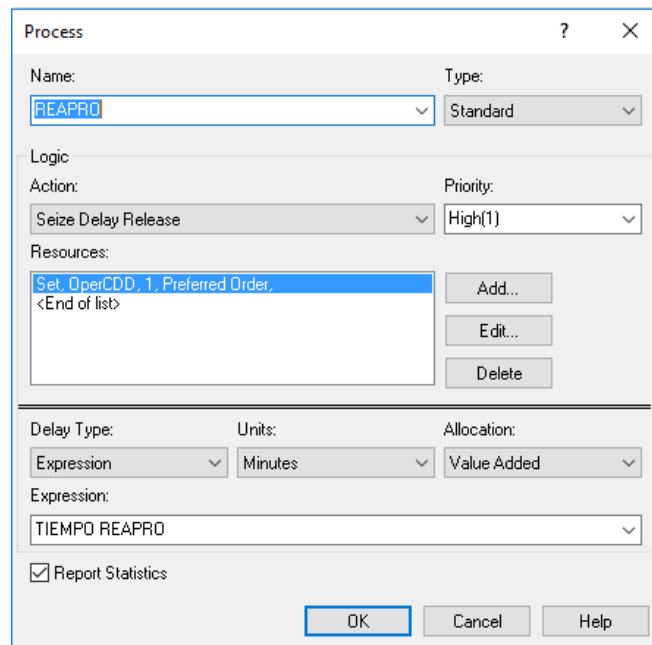


Ilustración 12 (Ejemplo process)

### 6.2.1. Cuadro de mando

Ahora bien los operarios no están familiarizados con el programa y no saben de donde se realizan las extracciones, y la funcionalidad del mismo.

Por lo que se decide implementar un cuadro de mando con el cual mediante Excel se pueda ejecutar tanto la AS400 como Arena, haciendo extracciones de ambos programas para obtener resultados sobre la hora de finalización de la actividad en dicho sector.

En dicho cuadro vamos a tener una visión global del sector.

A la derecha podemos ver el planning de cesión que tenemos con muelle de expedición el cual cambia cada día en función de la hora y el destino que cargue.

En el centro podemos ver la hora de finalización, dato que extraeremos de las simulaciones que nos haga el sistema, también podemos ver los pedidos y tipología de pedido que queda aún en el sector por realizar.

A la izquierda podemos ver datos de la facturación que vamos realizando así como la distribución de horas que tiene el sector dicho día por franja horaria.

**Facturación**  
Qte facturada en el sect **8.000**

Qte fact. polifrencia recibida 0  
Qte fact. polifrencia cedida 0

HORA	PERSOMAS	Polifrencia Total	Acumulado
6:00	10	0	10
7:00	10	0	20
8:00	10	0	30
9:00	10	0	40
10:00	15	0	55
11:00	15	0	70
12:00	15	0	85
13:00	15	0	100
14:00	15	0	115
15:00	10	0	125
16:00	10	0	135
17:00	9	0	144
18:00	9	0	153
19:00	8	0	161
20:00	8	0	169

**Actualizar factales**

Hora	Camión Destino	Reg Log	Tipo
7:30	Bussy	0	Pri
8:30	Bastiano	0	Pal
8:30	Natutes	0	Pri
9:30	Barcelona	0	Pri
9:30	Lodz	0	Pal
11:30	BBA	0	Pal
11:30	Brandizzo	0	Pri
11:30	Setubal	0	Pri
12:30	Mulhouse	0	Pal
12:30	Lyon	0	Pri
12:30	Sevilla	0	Pal
15:30	Willbroek	0	Pal
16:30	Hatvan	0	Pri
16:30	Getafe	0	Pri
17:30	Bretigny	0	Pri
18:30	Pamplona	0	Pri

**Actualizar hora fin**

HORA DE FINALIZACIÓN  
: 18.442306 Hours

Productividad **64,65821739**

OTRAS SIMULACIONES  
:18.0 Hours :18.0 Hours  
:18.0 Hours :18.238186 Hours  
:18.07525 Hours :18.0 Hours :18.343804 Hours

**Actualizar GDA**

Ilustración 13 (Cuadro de mando)



## 7. BENEFICIOS DEL PROGRAMA Y CONCLUSIONES

### 7.1.1. *Día a día.*

Este programa va a permitir mejorar la gestión del día a día, desde el punto de vista que en un solo cuadro de mando tienes la información para tomar las decisiones pertinentes incluso en cada momento debido a su carácter dinámico.

Se puede observar si tenemos los recursos humanos suficientes para el volumen de actividad, y si no es así saber cuántos necesitamos para pedir ayuda a otros sectores y en qué hora exacta serán necesarios.

Tienes un control de la productividad instantánea sabiendo la facturación en cada momento que se actualice y como tienes volcadas las horas se puede hacer la extracción en artículos hora.

Por último y más importante calcula la hora de finalización de la actividad diaria, por lo que se puede saber si vamos a llegar a cargar los camiones con nuestra mercancía. Y también se puede evaluar el ritmo de trabajo diario, de tal forma que si al principio de la mañana el programa simula que la hora de finalización son las 18:00 y a las 14:00 se vuelve a simular y la hora de finalización son las 22:00 querrá decir que en el turno de mañana no se ha trabajado de la forma adecuada o han surgido problemas.

### *7.1.1. Modificación Layout.*

Ahora bien el programa desde el principio planteaba una dualidad, y era que aparte de poder ser un programa dinámico que simulara el día a día de la actividad, se pudieran tomar decisiones por parte de los responsables e ingenieros.

Es por ello que se quiere mostrar una solución adoptada utilizando el programa en cuestión.

Se realiza un estudio de los procesos que engloban la actividad y de los tiempos que se invierten en cada movimiento individual que se producen en 76 artículo. Con el objetivo de reducir movimientos y por lo tanto tiempos para aumentar la facturación.

#### Toma de tiempos:

Se toman los tiempos de cada movimiento y más a fondo en el caso de los pedidos tipo Triable y Normal o tienda así como de los procesos auxiliares de centralizado y control (recogido en el flugograma).

#### Estudio de tiempos:

Se utiliza la herramienta Arena para simular la actividad y así poder saber en qué procesos se invierte más tiempo y cuál es el uso de recursos, en este caso humano, que se invierte.

#### Resultados simulación:

Usando la simulación se observa que los pedidos acumulan un tiempo proporcionalmente mayor en los procesos de Control y centralizado.

Simulación sin un equipo que realice control y centralizado.

Finalización actividad 22:00

## Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Controlar3.Queue	0.4962	(Insufficient)	0.2785	0.7040
Controlar4.Queue	0.3159	(Insufficient)	0.2817	0.3597
Facturar.Queue	2.3068	(Insufficient)	0.2827	4.8613
Facturar3.Queue	4.9313	(Insufficient)	4.8580	5.0540
Investigar Error de Muelle.Queue	0.9009	(Insufficient)	0.4640	2.7868
Investigar Error Proveedor.Queue	0.7408	(Insufficient)	0.1376	3.1234
Investigar IP.Queue	1.3238	(Insufficient)	0.2253	4.8736
Playear Tiendas.Queue	0.4261	(Insufficient)	0.00	0.6944
Playear triables.Queue	3.1048	(Insufficient)	0.2831	5.0890
Preparar tablet.Queue	0.03673217	(Insufficient)	0.00	0.08941978
Preparar tablet2.Queue	0.1038	(Insufficient)	0.01231322	0.1632
Preparar tablet3.Queue	0.02377478	(Insufficient)	0.01237149	0.03641404
Realizar centralizado 2y3.Queue	4.2133	(Insufficient)	3.6141	4.8385
Realizar centralizado1.Queue	5.0216	(Insufficient)	3.2842	6.4936
Seleccionar Cajas.Queue	3.4117	(Insufficient)	1.1552	4.0006
Seleccionar Cajas3.Queue	1.3144	(Insufficient)	1.1451	1.5352
Tienda.Queue	3.1616	(Insufficient)	1.7103	5.0975
Tienda3.Queue	3.0016	(Insufficient)	2.9414	3.0733
Triable.Queue	1.5995	(Insufficient)	0.1528	3.7999

**Ilustración 14 (Resultado de la simulación antiguo proceso)**

Simulación con un equipo de 3 personas que realiza el control y el centralizado.

Finalización actividad 19:7

## Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Controlar3.Queue	1.1529	(Insufficient)	0.2323	1.7954
Controlar4.Queue	0.1762	(Insufficient)	0.00	0.4382
Facturar.Queue	2.7396	(Insufficient)	0.00	5.7601
Facturar3.Queue	5.8062	(Insufficient)	5.4541	6.0802
Investigar Error de Muelle.Queue	0.5879	(Insufficient)	0.00	3.4648
Investigar Error Proveedor.Queue	1.7507	(Insufficient)	0.00	3.5014
Investigar IP.Queue	1.5539	(Insufficient)	0.00	6.1652
Playear Tiendas.Queue	0.00420500	(Insufficient)	0.00	0.1895
Playear triables.Queue	3.7544	(Insufficient)	0.2439	6.1247
Preparar tablet.Queue	0.04680761	(Insufficient)	0.00	0.1134
Preparar tablet2.Queue	0.1215	(Insufficient)	0.01231322	0.1924
Preparar tablet3.Queue	0.02633280	(Insufficient)	0.01237149	0.04274910
Realizar centralizado 2y3.Queue	0.9748	(Insufficient)	0.1834	1.8034
Realizar centralizado 1.Queue	0.2042	(Insufficient)	0.00	1.8034
Seleccionar Cajas.Queue	3.8855	(Insufficient)	1.0673	4.6065
Seleccionar Cajas3.Queue	1.4266	(Insufficient)	1.0582	1.8682
Tienda.Queue	3.7775	(Insufficient)	2.2403	6.1078
Tienda3.Queue	3.6590	(Insufficient)	3.5067	3.7603
Triable.Queue	1.9878	(Insufficient)	0.1805	4.3474

### Ilustración 15 (Resultado de la simulación nuevo proceso)

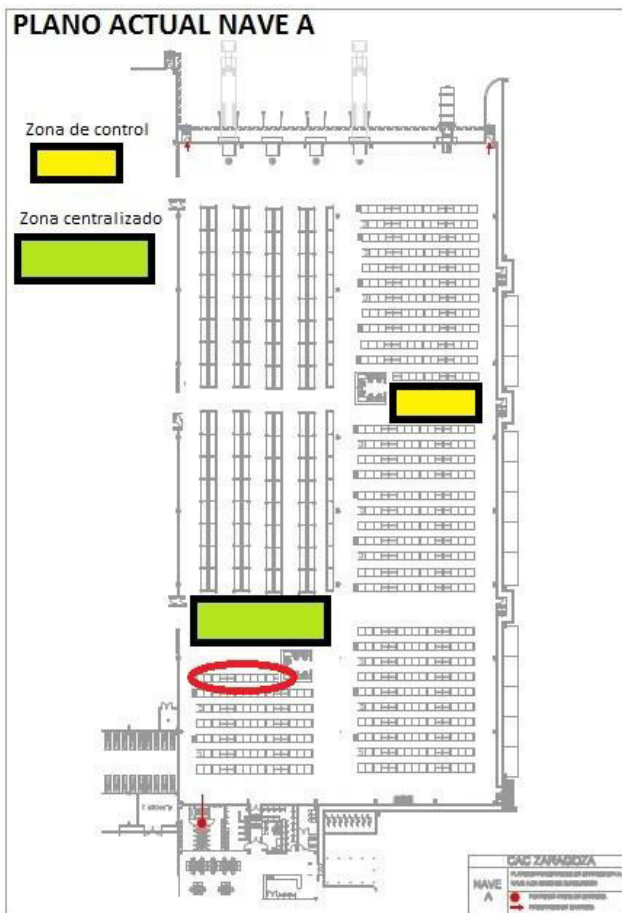
Resultados objetivos:

Se puede observar como una ayuda por parte de las personas que están en control hace que se reduzca el tiempo de espera de los pedidos en el proceso de centralizado, aumenta el tiempo de espera en control, pero se gana en horas a lo largo del día.

Visto que mejorando una relación entre el control y el centralizado se reducen hasta 2 horas al día en el proceso global se plantea el cambiar la zona de control de lugar para conseguir reducir los tiempos en control y centralizado.

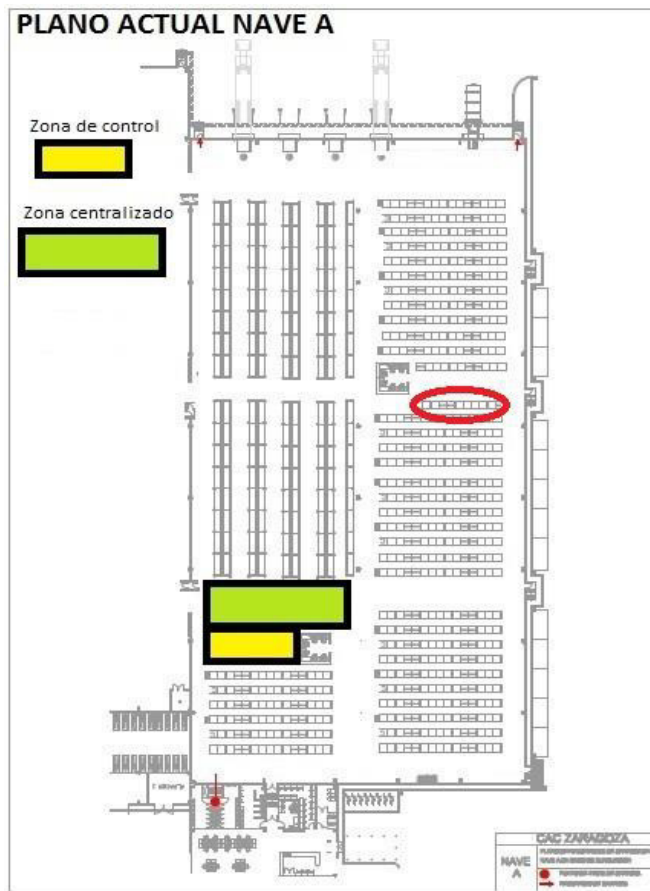
Para ello he decidido realizar un cambio en el LayOut como indican las siguientes imágenes a modo de croquis y que resumen el cambio que se va a llevar a cabo en el sector.

**NAVE A ANTIGUO LAYOUT**



**Ilustración 19 (Antiguo Layout)**

**NAVE A NUEVO LAYOUT**



**Ilustración 16 (Nuevo Layout)**

VENTAJAS	ICONVENIENTES	INVERSIONES
Mejora comunicación control centralizado.	De momento espacio reducido.	Cambio de sitio 2 estanterías. 550€
Mejor visualización a la hora de lanzar RAQ.	Por cercanía a palletes con cajas lecturas incorrectas(solución con mayor espacio)	
Colaboración entre control y centralizado.	Aumento de riesgo de choque con protecciones inferiores.(Se realiza estudio de su modificación acorde con la ley de seguridad y salud en el trabajo)	
Mayor orden por hora de carga.		
Reducción tiempo en playeado.		

### *7.1.1. Plan de explotación*

Ahora se define como se ha de usar la nueva zona de control y consolidación.

Ver plano 004 Nave A zona nueva.

En primer lugar cada operario que termine de realizar su pedido colocará las cajas en la zona 7 en el pallet de plástico correspondiente al destino de las cajas.

Las personas que ese día estén asignadas en la zona de control cogerán las cajas y las controlarán en las embittrolleys (máquina de control de RFIDs), y una vez controladas las colocarán en un pallet de madera.

Cuando el pallet esté completo hasta una altura máxima de 6 cajas estándar se llevará a la zona 5 donde se realizará la facturación de todos los bultos y se flejará el pallet con la carga y será colocado en la zona 8.

Por último se cogerá la máquina y se llevará el pallet al muelle donde vaya a cargar dicha mercancía.

Normas a tener en cuenta:

-Al terminar de facturar se comprobarán los pedidos realizados con las cajas facturadas para comprobar que no nos falta ningún bulto.

-Nunca se ha de flejar en la zona 8, ya que es una zona de tránsito de máquinas.

-En ningún momento puede haber una persona y una máquina transitando al mismo tiempo en la zona 8.

-Siempre se realizarán los pallets controlados en madera, ya que son pallets que se van a enviar.

-Las cajas realizadas y balizadas como cartón completo o como triable no están sujetas a control, ya que el control lo tienen en el almacén de destino, por lo que no se controlarán y se pasarán directamente del pallet de plástico al pallet de madera.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Espinal, C., Alberto, A., Montoya, G., Andres, R., Alzate, S., & Ariel, J. (2012). IMPROVEMENT OF OPERATIONS OF PICKING AND DISPATCH FOR A BUSINESS IN THE MATTRESS INDUSTRY, SUPPORTED BY DISCRETE SIMULATION. DYNA, 79(173), 104-112.

LRM consultoria logistica. (s. f.-a). Desglose de costes de un centro de distribución / almacén. Importancia de los costes asociados a la preparación de pedidos (Picking). Recuperado 28 de octubre de 2016, a partir de <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/114-desglose-costes-almacen-preparacion-pedidos-picking.html>

LRM consultoria logistica. (s. f.-b). Distribución / porcentajes de los errores de picking. Recuperado 28 de octubre de 2016, a partir de <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/115-distribucion-porcentajes-errores-picking.html>

LRM consultoria logistica. (s. f.-c). Factores que influyen en el diseño del área/proceso de picking (preparación pedidos). Recuperado 28 de octubre de 2016, a partir de <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/112-factores-influyen-diseno-area-proceso-picking-preparacion-pedidos.html>

LRM consultoria logistica. (s. f.-d). Segmentación ABC y la ley de Pareto. Screencast «Como hacer un ABC en Excel». Recuperado 28 de octubre de 2016, a partir de <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/42-segmentacion-abc-picking.html>

LRM consultoria logistica. (s. f.-e). Sistemas de preparación de pedidos: hombre a producto y producto a hombre. Recuperado 26 de septiembre de 2016, a partir de <http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/171-procesos-picking-preparacion-pedidos-hombre-producto.html>







## Relación de documentos

<input checked="" type="checkbox"/> Memoria .....	41	páginas
<input type="checkbox"/> Anexos .....	27	páginas

La Almunia, a 28 junio 2017

Firmado: Ricardo Salgado Losada

