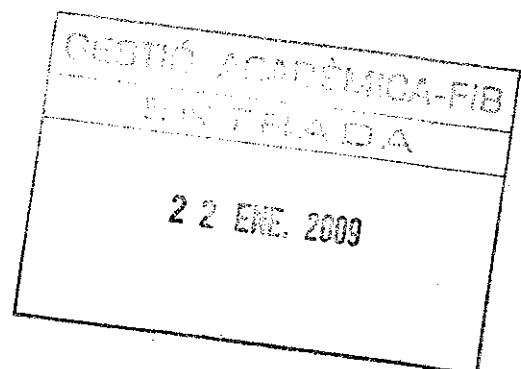


***Título: Diseño y desarrollo de un sistema de gestión en tiempo real
de una planta embotelladora***

Volumen: 1

Alumno: Fco. Javier Artacho Caballero

Director/Ponente: Antonio Benito Martínez Velasco



Agradecimientos

Quisiera dar las gracias a todas aquellas personas que han contribuido a que este proyecto sea una realidad, en mayor o menor grado.

En especial dar las gracias a mis padres, Francisco y Conchi, por apoyarme y ayudarme todo lo que han podido y más. A mi hermano Dani por todo lo vivido y compartido con él.

A mis (ex)compañeros de trabajo con los que compartí tantos y buenos momentos e intercambié un montón de experiencias durante mi estancia laboral en la Fundació CIM, que coincidió con la mayor parte de mi periodo formativo en la FIB.

A Miquel J. y Jesús T, por su apoyo y acogida en el grupo de trabajo. Por dedicarme el tiempo necesario para enseñarme todo lo que sabían de la empresa, sin los cuales el proyecto hubiera sido posible.

A Xavier C. por abrirme la puerta para poder llevar a cabo el proyecto dentro de la empresa y por el apoyo ofrecido.

A Antonio Benito Martínez ofrecerme el proyecto y el contacto con la empresa y por la confianza depositada en mí desde el primer hasta el último minuto de duración del proyecto.

Y dedicar y agradecer, de forma especial, el presente el trabajo a Ana por estar a mi lado, y compartir su vida conmigo, en resumen por todo.

Por fin llegó el momento de pasar una nueva página en mi etapa formativa que no doy por completada.

Resumen

El presente proyecto se desarrolla en una gran empresa del sector de la alimentación de ámbito nacional y cuyas plantas más importantes están ubicadas en la provincia de Barcelona. Estas han aumentado considerablemente sus capacidades productivas a costa de la reducir zonas de almacenado. Además se ha construido, recientemente, una nueva nave destinada al almacenaje próxima a la fábrica pero distantes. Generando de esta manera un volumen considerable de tráfico de camiones.

Las plantas productivas y logísticas cuentan con un grado elevado de automatización en donde se generan una gran cantidad de señales en tiempo real, que en ocasiones no se tienen en cuenta, o incluso se desconoce la existencia.

La empresa se ha planteado identificar y organizar toda la información generada en planta que puede mejorar los procesos productivos actuales. Para este propósito la empresa realizó un estudio sobre tecnología MES (Manufacturing Execution System) del cual salió seleccionado el fabricante de software Wonderware de entre tres candidatos.

El objetivo del proyecto es dotar a la empresa de un entorno de pruebas en donde pueden realizar pruebas con la tecnología seleccionada. Para conseguir el objetivo se desarrollarán las siguientes tareas:

- Análisis exhaustivo de los procesos productivos de la empresa.
- Diseño y desarrollo de un entorno productivo simulado, basado en el análisis anterior
- Desarrollo de una capa de comunicaciones que estandarice el acceso a toda la información necesaria para la producción.
- Implantación de la tecnología de automatización seleccionada previamente.
- Diseñar e implantar los modelos de la planta necesarios en el software de automatización para tener información a tiempo real de lo que ocurre en planta.
- Diseñar y desarrollar una aplicación SCADA capaz de visualizar el funcionamiento del proceso productivo simulado.

Con este entorno la empresa conocerá en profundidad la tecnología y le permitirá realizar una implantación en productivo lo más eficaz posible. Además de poder utilizarlo como entorno preproductivo para testear nuevas funcionalidades.



Índice

Resumen	I
Índice.....	III
1 Prefacio	7
1.1 Origen del proyecto	7
1.2 Motivación	7
1.3 Requisitos previos	7
2 Introducción	9
2.1 Objetivos	9
2.2 La empresa	10
2.3 ¿Qué es un sistema MES?.....	11
3 Proceso productivo	14
3.1 Descripción general.....	14
3.2 Almacén	16
3.3 Fábrica	17
3.3.1 Muelles de carga automáticos	26
3.4 Software y hardware en el proceso productivo	30
3.4.1 Nivel 4: Corporativo	31
3.4.2 Nivel 3: Planificación	31
3.4.3 Nivel 2: Control de Área.....	31
3.4.4 Nivel 0+1: Control de maquina.....	32
3.4.5 Diagrama de red.....	33
3.5 Volúmenes de producción	36
3.6 Posibles problemáticas.....	39
4 Requerimientos funcionalidades	41

4.1	Proceso productivo simulado.....	41
4.1.1	Almacén	41
4.1.2	Fábrica	42
4.2	Software para la automatización	43
4.3	Comunicaciones.....	43
4.4	Aplicación HMI-SCADA.....	44
5	Especificaciones y diseño.....	45
5.1	Simulador del proceso productivo.....	45
5.2	Comunicaciones.....	47
5.3	Diseño software SCADA	48
5.3.1	SCAs	49
5.4	Arquitectura informática.....	57
6	Desarrollo	61
6.1	Formación	61
6.2	Simulación.....	61
6.2.1	Almacén	62
6.2.2	Muelles de carga automáticos	63
6.2.3	Tren envasado	66
6.3	Comunicaciones.....	71
6.3.1	Variables en el servidor OPC.....	72
6.3.2	Lectura de variables en Archetra	73
6.4	Modelo lógico de la planta	76
6.5	Software SCADA.....	79
6.5.1	Cabecera.....	80
6.5.2	Contenido.....	80
7	Resultados.....	87
8	Conclusiones	89
9	Trabajo futuro	91

10	Análisis económico.....	93
10.1	Planificación.....	93
10.2	Presupuesto.....	95
10.2.1	Recursos Humanos.....	95
10.2.2	Licencias.....	97
10.2.3	Hardware.....	97
11	Glosario.....	99
12	Bibliografía.....	101
13	Índice de ilustraciones.....	105
14	Índice de tablas.....	109
ANEXO I	CIM Computer Integrated Manufacturing.....	111
ANEXO II	Funcionalidades MES.....	115
ANEXO III	Presupuesto Servidor.....	121
ANEXO IV	Estudio comparativo servidores OPC.....	123



1 Prefacio

1.1 Origen del proyecto

El proyecto se desarrolla dentro de una planta productiva de una gran empresa del sector de la alimentación. Se puede resumir que la actividad de la empresa es la fabricación y envasado de bebidas. Actualmente la empresa dispone de una gran cantidad de información proveniente de las máquinas involucradas en la producción. Esta información en ocasiones no está bien definida, localizada o incluso se desconoce su existencia.

La empresa se ha planteado poder ordenar y localizar toda esta información y poder explotarla sacándole el máximo beneficio apoyándose en sistemas MES. Con este objetivo la empresa ha realizado consultorías para decidir el sistema MES a utilizar. Durante esta consultoría se analizaron 3 sistemas de los cuales se seleccionó la tecnología MES del fabricante Wonderware.

1.2 Motivación

Para la empresa la motivación principal para ejecutar el proyecto es disponer de un entorno de test donde aplicar la tecnología seleccionada. Con el objetivo de tener un entorno de laboratorio donde realizar pruebas para su posterior paso a productivo y conocer a fondo las características y capacidades de la tecnología seleccionada. Este conocimiento tecnológico capacitará a la empresa para poder llevar a cabo una implantación en productivo eficiente y maximizando funcionalidades iniciales.

Para el alumno la motivación principal es profundizar en las nuevas herramientas informáticas dentro del campo de la informática industrial aplicadas a los procesos productivos. Otro aspecto a destacar es la realización del proyecto dentro de una empresa, este hecho brinda al alumno de la posibilidad de tener contacto con el mundo productivo real, aspecto que es difícil conocer en el ámbito académico-universitario de la carrera.

1.3 Requisitos previos

Un requerimiento para el proyecto es la necesidad de utilizar la tecnología de Wonderware por los motivos explicados en el punto 1.1 Origen del proyecto.

Otro requerimiento es el de tratar la información de manera confidencial. Por este motivo en algunos puntos de este documento se hace referencia de forma genérica a determinados



aspectos que puedan comprometer esta confidencialidad. Como por ejemplo nombrar los productos como producto A, producto B, etc, o en los diagramas de red utilizar direcciones IPs ficticias.

2 Introducción

2.1 Objetivos

Mediante el presente trabajo se pretende desarrollar un entorno de pruebas que permita conocer a fondo las tecnologías, de control y supervisión de la producción, existentes en la actualidad. Para ello, el proyecto se divide en dos etapas principales:

1. Desarrollo de un simulador del proceso productivo de la empresa, el cual permitirá poder simular el funcionamiento de la maquinaria que forma la cadena de producción con sus respectivas señales de control.
2. Implantación real del software de control de la producción seleccionado sobre el entorno de simulación y el desarrollo de las funcionalidades según las necesidades de la empresa.

Será necesario utilizar tecnología estándar para las comunicaciones entre las señales de planta y el software de control garantizando la independencia de forma que un cambio en una de ellas no represente cambios en la otra.

Una vez cumplidos estos objetivos principales, se podrán conseguir unos objetivos secundarios como profundizar en la visualización del proceso productivo mediante el desarrollo de un software de supervisión y control (SCADA). Este software permitirá una supervisión global de todo el proceso y profundizará en una etapa del proceso productivo. Esta etapa es la de los muelles de carga y descarga de camiones.

Además, durante el desarrollo del proyecto se han conseguido otros objetivos a nivel personal para el estudiante como la formación en tecnologías de control de la producción, necesarias para el proyecto, en concreto en tecnología Wonderware.

Los resultados del proyecto permiten a la empresa conocer las capacidades de las herramientas tecnológicas en control y supervisión de la producción (sistemas MES), con el objetivo a medio plazo de poder realizar una futura implantación en productivo, minimizando riesgos, tiempo y coste y maximizando la eficiencia, rendimiento y funcionalidades. Además tras la futura implantación, la empresa dispone de un entorno simulado, que se puede denominar planta piloto, en donde se podrán testear nuevas funcionalidades que se deseen implantar en productivo.

2.2 La empresa

El proyecto se desarrolla en el ámbito de una gran empresa líder en el sector alimentario de la provincia de Barcelona.

El proceso productivo de la empresa consiste, de forma muy general, en elaborar y embotellar distintas bebidas en diferentes tipos de envases finales: botellas, latas, barriles, de diferentes medidas y materiales. El proceso puede ser dividido en las siguientes etapas:

1. **Producción/Elaboración:** Preparación y fabricación de la bebida para ser envasada. El producto se hace llegar a los trenes de envasado a través de un sistema de tuberías.
2. **Envasado:** Llenado de los diferentes envases con la bebida producida en la etapa anterior. También se colocan los tapones, tapas etiquetas necesarios, se confeccionan los diferentes packs, según la producción, (pack de 6, de 12, 24,...) y por último se realiza el paletizado del producto.
3. **Expediciones:** En esta etapa se gestionan las paletas desde la descarga hasta la introducción en la línea productiva y desde la elaboración hasta la carga en el camión. La planta productiva y el almacén tienen ubicaciones geográficas distantes entre ellas. Por este motivo el sistema está diseñado para trabajar sin almacén en el final de línea, es decir el producto acabado se carga directamente en el camión (en el mejor de los casos). Se han previsto unas zonas de buffer para dejar las paletas en caso de que no sea posible ubicar el palet en el camión, tras la confección de este.
4. **Logística y almacenaje:** Transporte de las paletas con producto acabado y con materia primera entre la fábrica y el almacén.

A continuación se puede observar un diagrama con las etapas descritas anteriormente

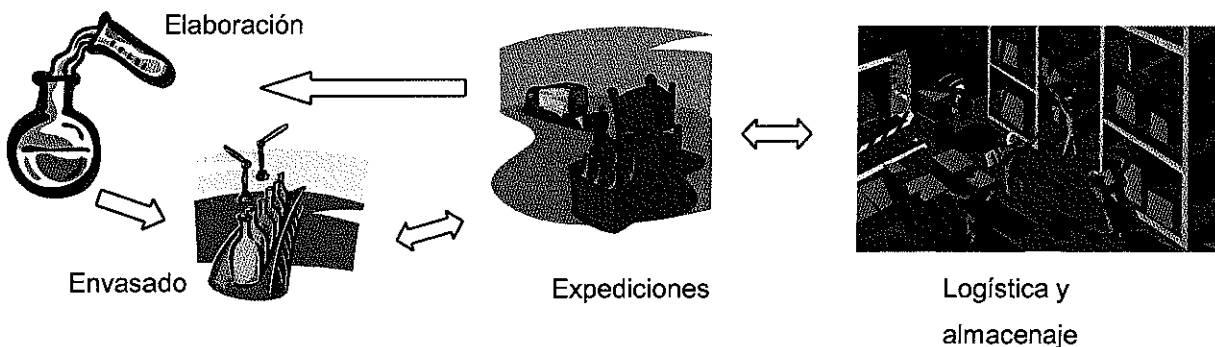


Ilustración 1. Diagrama proceso producción

2.3 ¿Qué es un sistema MES?

El significado de las siglas MES es Manufacturing Execution System, su traducción al castellano sería Sistema de Ejecución de la Fabricación.

No existe una manera fácil de dar una definición clara del concepto MES. Existen organizaciones como MESA o ISA que han publicado algunos artículos definiendo el concepto MES.

Una primera aproximación a la definición de un sistema MES es aquel conjunto de elementos que hacen más eficientes los procesos productivos, mejoran la comunicación entre todos los componentes involucrados en la producción y ofrecen información a tiempo real e histórica de la cual no se tenía disponibilidad anteriormente.

Para MESA Internacional un sistema MES es:

“Un sistema dinámico de información que conduce de forma efectiva la ejecución de las operaciones de fabricación.

A través de la información actual de la planta, el MES guía, pone en marcha e informa de las actividades en planta a medida que ocurren los acontecimientos.

El conjunto de funcionalidades MES gestiona operaciones de producción desde el momento del lanzamiento de la orden de fabricación hasta el punto de la entrega del producto acabado.

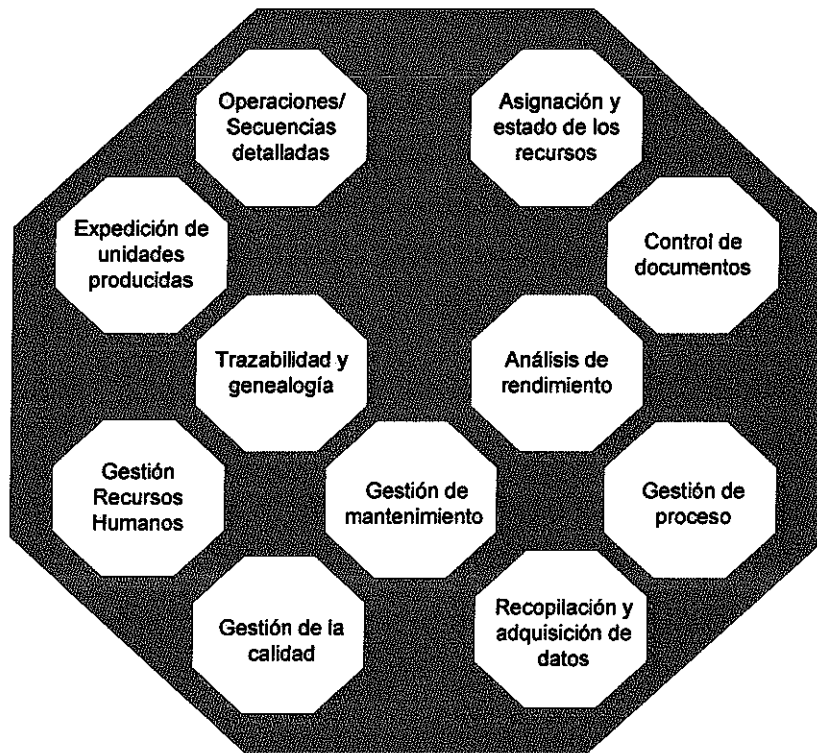
El MES permite una atenta gestión y comunicación bidireccional de la información crítica sobre todas las actividades productivas, a través de la organización y de la cadena de suministro.”

De la definición anterior podemos extraer que un sistema MES es un sistema o un conjunto de sistemas los cuales permiten:

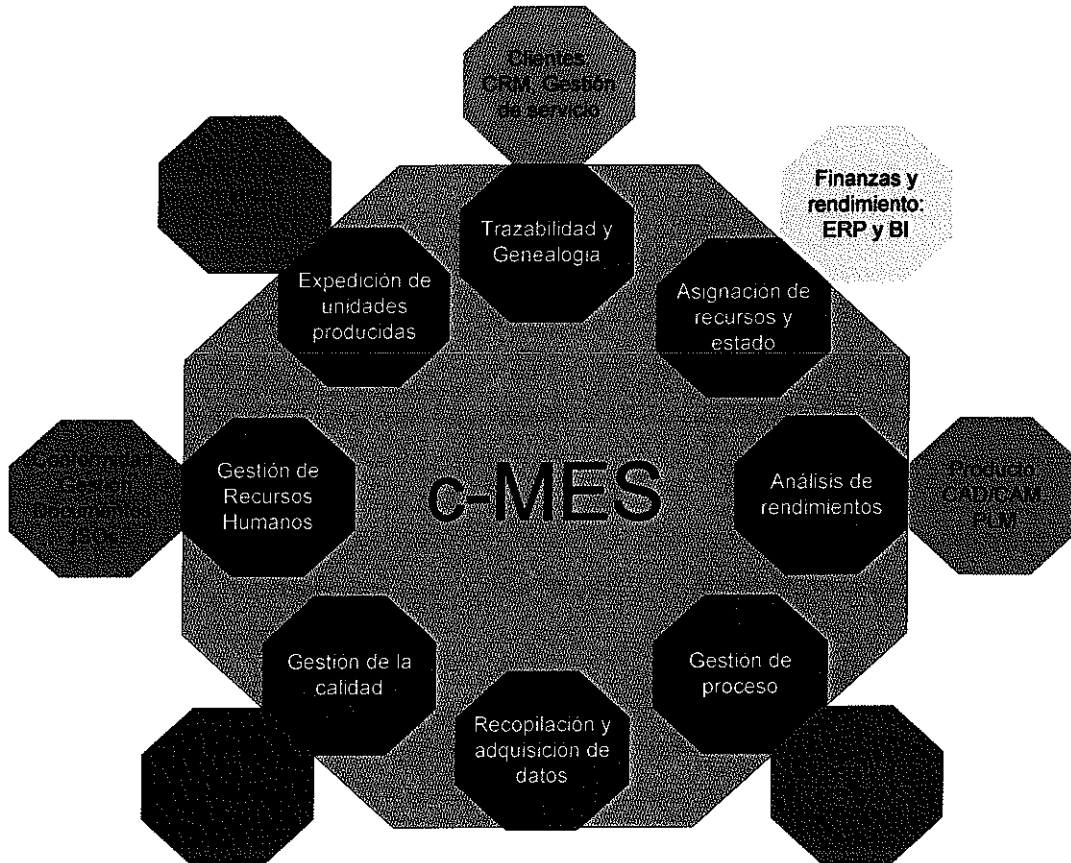
- Gestionar y optimizar a tiempo real el entorno fabril de la empresa.
- Interaccionar con el ERP de la empresa para recibir datos como órdenes de fabricación, maestros de materiales, etc.
- Ejecución de las órdenes de producción recibidas interactuando con el proceso productivo.
- Captación y almacenamiento de la información generada en planta/proceso como ahora: datos, eventos, consumos, alarmas, etc.
- Ofrecer al usuario una interfaz que permita analizar toda la información de los puntos anteriores.

- Retroalimentar al ERP con la información relevante del proceso productivo, previamente validado y filtrado.

MESA profundiza más en la definición de MES y especifica que una solución MES debe cubrir las 11 funcionalidades y que las define como MESA-11 Honeycomb (Panel de abeja MESA-11). Ver Anexo II Funcionalidades MES



Además de las funcionalidades anteriores, un sistema MES no puede ser un sistema aislado sino que es el encargado de interconectar los datos de planta con el resto de sistemas de gestión de más alto nivel y viceversa. Ha de tener la capacidad de convertir señales generadas en la planta por las máquinas en información útil para el resto de sistemas. Por este motivo, la organización MESA publica dos whitepapers abordando la filosofía de la producción colaborativa (Collaborative Manufacturing). Entendiendo este concepto como la relación entre los sistemas MES y el resto de sistemas o agentes que intervienen en la cadena global de suministro.



Se puede concluir que la empresa que tiene implantado un sistema MES ha de ser capaz de ofrecer cualquier información, relacionada con el proceso productivo, a cualquier departamento/persona participante en el proceso productivo. Un sistema MES ha de satisfacer desde las necesidades de los operarios en planta hasta el resumen anual de producción presentado a los directivos de la empresa de una manera fácil y sencilla.

Es inviable que el proyecto abarque todos los aspectos o funcionalidades de los sistemas MES. Por este motivo se han centrado los esfuerzos en:

- Recopilación y adquisición de datos: este punto es considerado como el más importante. Es fundamental que datos se generan en planta, la forma como pueden se accedidos y conocer que datos son necesarios para los sistemas de gestión. Sin este punto no tendría sentido plantearse ninguna funcionalidad relacionada con el concepto tiempo real a nivel de producción, como por ejemplo rendimiento, aprovisionamiento continuo, etc.
- Gestión de proceso: la tecnología MES ofrece la posibilidad de controlar las variables de campo de los procesos productivos por lo tanto es evidente que es una plataforma adecuada para gestionar, controlar y supervisar los mismos.

3 Proceso productivo

Un punto clave para el desarrollo del proyecto es trabajar con datos lo más reales posibles. Por este motivo, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de las etapas productivas a simular. De este análisis se han extraído los datos necesarios para garantizar que la fábrica simulada es lo más realista posible.

En este apartado se describen las características del proceso productivo: su funcionamiento y todo el hardware y software existente y necesario para la producción.

3.1 Descripción general

Existen algunas etapas del proceso productivo de la empresa que quedan fuera del alcance del proyecto. Por este motivo en este apartado solo se describen aquellas etapas relevantes para el proyecto.

La empresa dispone de aproximadamente de 10 plantas productivas repartidas por todo el territorio español en donde se produce y/o envasan bebidas. El proyecto se centra en 2 plantas ubicadas en la provincia de Barcelona: almacén y fábrica. En la fábrica el centro del estudio es el edificio de latas.

El proceso consiste en el envasado de bebida en diferentes formatos finales y la logística/almacenaje de la materia primera y del producto final. Queda fuera del estudio el proceso de elaboración de bebida y otros edificios como el de botellas. Para el trabajo se parte de la hipótesis que la bebida es una materia prima del proceso de envasado con una capacidad infinita y que siempre se dispone de ella.

Un primer punto a destacar es la separación entre la fábrica y el almacén, los cuales se encuentran separados por una distancia de 15 km (aprox).

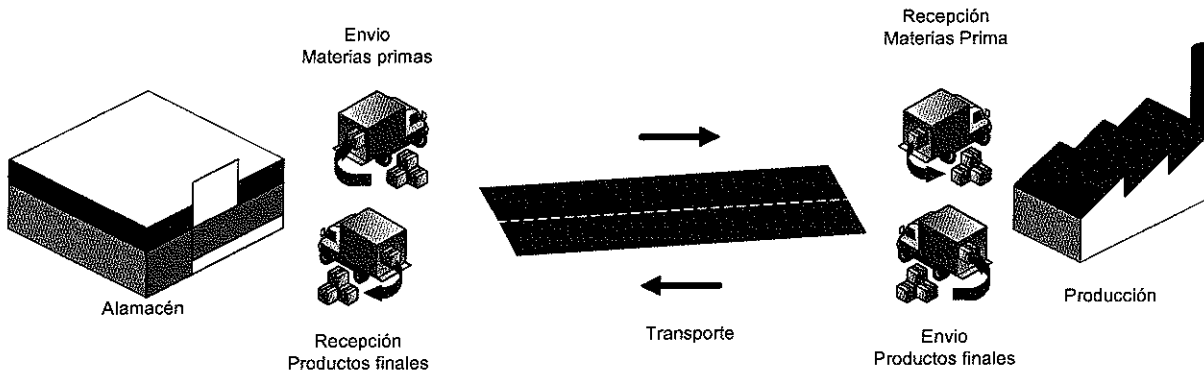


Ilustración 2. Transito fábrica-almacén

Desde la central se gestionan las compras de materia prima a los diferentes proveedores y se guardan en el almacén para ser suministrados posteriormente a fábrica. También en el almacén es donde los clientes o distribuidores acuden a recoger sus pedidos de producto final. Desde fábrica solo se reciben o entregan camiones desde y hacia el almacén.

Los materiales principales suministrados desde almacén a fábrica son los siguientes:

- Recipientes (de bebida) vacíos: latas y otros.
- Palets: pilas de palets para la confección del palet de producto final
- Tapas de latas.
- Etiquetas palets
- Elementos de packaging: films, anillas, cartones, etc.
- Materia prima para la elaboración de las bebidas.
- Otros: separadores palets, .etc.

Desde la fábrica se envía al almacén palets de producto acabado en múltiples formatos de producto.

Actualmente se trabaja con los siguientes envases de bebida:

- Latas
- Botellas retornables
- Botellas no retornables
- Barriles

Las botellas pueden ser de cristal o de plástico.

Los envases pueden tener diferentes volúmenes de capacidad, a continuación se muestran los volúmenes utilizados:

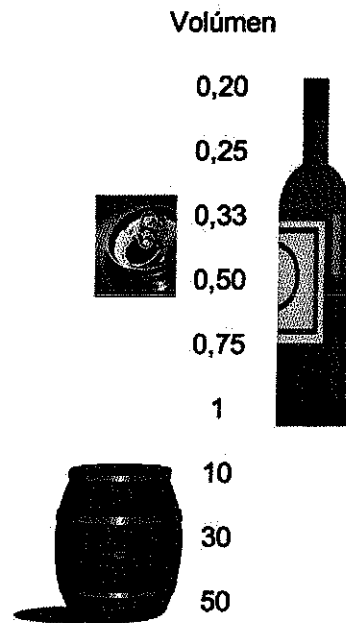


Tabla 1. Volúmenes envases

Actualmente se están produciendo 10 tipos (aprox.) de bebidas distintas y cada tipo de bebida puede tener diferentes acabados finales, pack de 6 con anillas, pack de 6 sin anillas, pack de 24 blister, caja 24, formatos promocionales, formatos internacionales, etc. A nivel productivo diferentes formatos de la misma bebida son considerados productos diferentes. Se puede afirmar que se fabrican más de 100 productos finales.

Conociendo la disposición geográfica de los edificios, la filosofía de trabajo en el edificio productivo es la de minimizar el almacenaje y se presupone que todo producto recibido de materia prima tiene como destino los trenes de envasado y el producto final que sale de fábrica va directamente al almacén. No obstante, existen unas zonas de buffer o pulmón en fábrica para producto acabado y materia prima de manera que se pueda garantizar la producción durante un turno de producción.

3.2 Almacén

La empresa consta con un almacén con de una capacidad de 40000 m² y en donde se reciben las materias primas para la producción para ser enviadas a fábrica y se recibe el producto elaborado desde fábrica para ser entregado o retirado por los clientes/distribuidores.

El almacén dispone de 29 muelles de carga, 5 de los cuales son muelles de carga automáticos, los cuales permiten realizar la operación de descarga y carga de camión en



menos de 15 minutos. En el edificio productivo existen muelles similares a estos y en el apartado siguiente se describe con mayor detalle el funcionamiento de los mismos.

Existe una aplicación de planificación de producción la cual tiene en cuenta también los camiones necesarios para la producción planificada.

Para la gestión del tráfico de los camiones dentro del almacén existe una aplicación desarrollada a medida la cual se encarga de conocer los camiones disponibles, los que están en tránsito y los camiones en espera dentro del almacén para después asignarles el muelle donde realizarán la carga o descarga.

Para gestionar también existe una aplicación que se encarga de controlar el stock del almacén y confeccionar las cargas necesarias según lo demandado.

Haciendo referencia al concepto de c-Mes explicado en el apartado 2.3 ¿Qué es un sistema MES? los software existentes en esta etapa están relacionados con logística y son del tipo TMS (Transport Management System) y WMS (Warehouses Management System). Dos elementos con los que un sistema MES debe colaborar..

3.3 Fábrica

Se trata de un edificio con unas dimensiones de 900 x 300 metros y dos plantas, por lo tanto se consta de una superficie de producción de 5.400m² de producción.

En planta baja existen cuatro muelles de cargas automáticos y una línea de envasado, línea A. También hay tres elevadores destinados a subir palets con lata vacía y bajar palets con latas llenas que comunican ambas plantas.

En la primera planta hay dos líneas de envasado, denominadas líneas B y C.

En la línea A se envasan barriles de 30 y 50 litros de capacidad, destinadas a surtidores de bebida, la capacidad de la línea es de 1200 barriles/hora. Las líneas B y C trabajan con latas de 33cl y 50cl y sus capacidades son de 90.000 y 60.000 latas/hora.

Toda esta producción genera un tráfico de camiones tal que sería necesario la entrada o salida de un camión de fábrica cada 6 minutos.

A continuación pueden observarse un plano esquemático de ambas plantas:

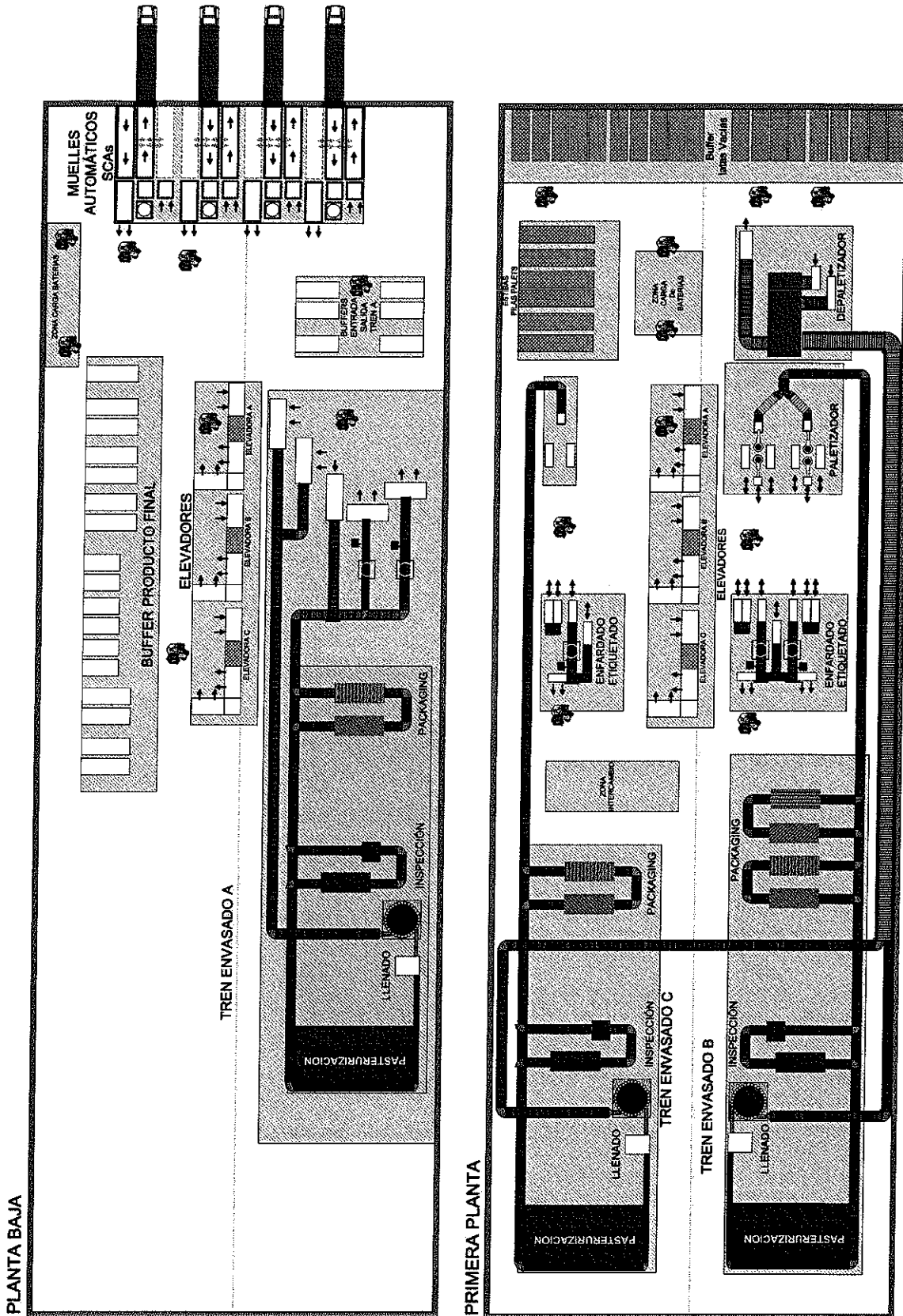


Ilustración 3. Esquema de la planta productivo

El edificio es uno de los edificios más avanzados tecnológicamente existentes actualmente dentro del sector productivo de la empresa. Una de estas novedades es la existencia de carretillas autónomas/automáticas denominadas LGVs(Laser Guide Vehicle). En el edificio hay 10 LGVs en planta baja y 9 en la primera planta.

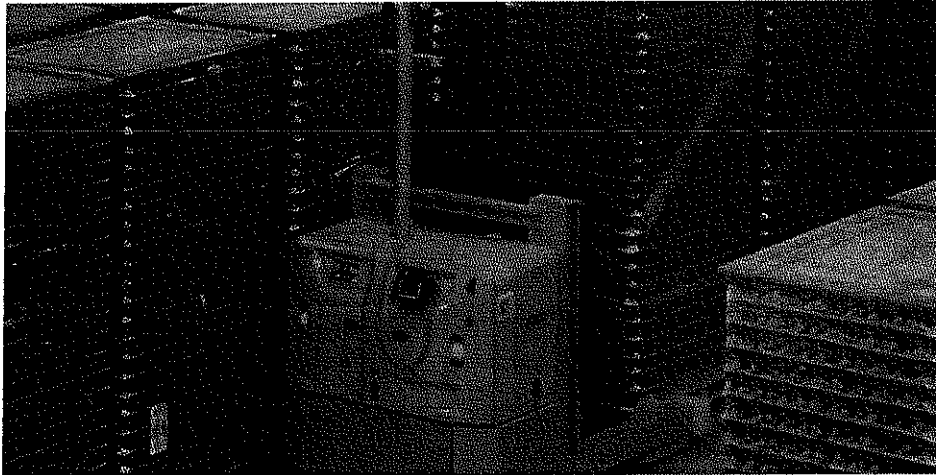


Ilustración 4. Laser Guide Vehicle

Los vehículos constan de un mástil con un sensor laser rotativo para el posicionamiento y dos antenas wifi para las comunicaciones. Este aspecto ha obligado la instalación de deflectores láser por toda la planta y la instalación de 20 antenas wifi por planta para garantizar el 100% de cobertura. Al trabajar con LGV se han definido dos zonas en cada planta: la zona de influencia de LGV y la zona de carretillas manuales. Por seguridad los vehículos no deben cambiar de zona. Es obvio que las carretillas automáticas, al no estar programadas para salir de su zona de actuación, no lo harán. Pero en ocasiones puede ser necesario que una carretilla manual se introduzca en la zona de LGVs, para tal acción es necesario paralizar todos los LGV de la planta para realizar la acción necesaria con la carretilla manual.

En la planta baja la zona de actuación de los LGV es la zona comprendida por los muelles de carga automática, los búferes de palets, los elevadores, las zonas de introducción y retirada de material del tren y la zona de carga de baterías. En la primera planta es un poco más amplia y abarca las zonas de estibas, elevadores, baterías, despaletización, paletización, enfardado y etiquetado.

El proceso productivo se inicia con la entrada en fábrica de un camión. El cuál ha sido planificado previamente con el software oportuno desde la central. Las materias primas que recibe el tren son las siguientes:

- Latas vacía
- Palets vacíos

- Tapas de latas
- Bebida

De estas cuatro materias primas solo dos se reciben por los muelles de carga automáticos: las latas vacías y las pilas de palets. La bebida se hace llegar a las llenadoras mediante canalizaciones procedentes del edificio colindante en donde se elabora la bebida y las tapas de las latas se introducen de forma semimanual, en la taponadora.

El camión vendrá con materia prima para suministrar al tren o vacío para ser cargado. Se parte de la hipótesis de que el camión viene con latas vacías. A continuación se detalla el proceso desde la llegada de latas vacías a la retirada de estas llenas.

Una vez entra el camión por la puerta de la fábrica existe un sistema de identificación del camión mediante TAGs y de identificación del camionero mediante tarjetas RFID. Esta identificación es enviada al sistema de gestión de tráfico y se asigna un muelle disponible al camionero.

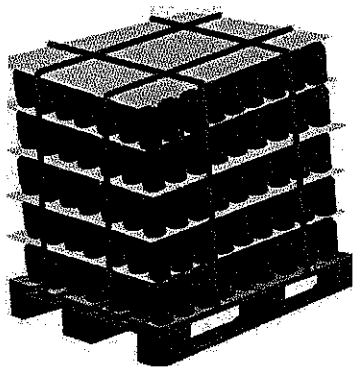


Ilustración 5. Palet latas

El camión atraca en el muelle correspondiente e inicia la descarga de los palets sobre el muelle automático, en el apartado 3.3.1 Muelles de carga automáticos se describe el funcionamiento de los muelles automáticos. El sistema de gestión de almacenes es avisado de la llegada de este material y también es avisado el sistema de gestión de LGVs. Los LGVs retiran los palets de dos en dos y los trasladan a los elevadores para que sean subidos a la primera planta. Una vez llegan a la primera planta otros LGVs los retiran y los transportan hasta el despaletizador o

a las estibas en función de la producción en ese momento.

Los trenes de envasado están compuestos por una serie de cintas transportadoras para desplazar las latas y una serie de máquinas que realizan diferentes operaciones sobre la lata o sobre grupos de latas. A continuación se describe el funcionamiento del tren C, el tren B es similar pero con menor capacidad de producción.

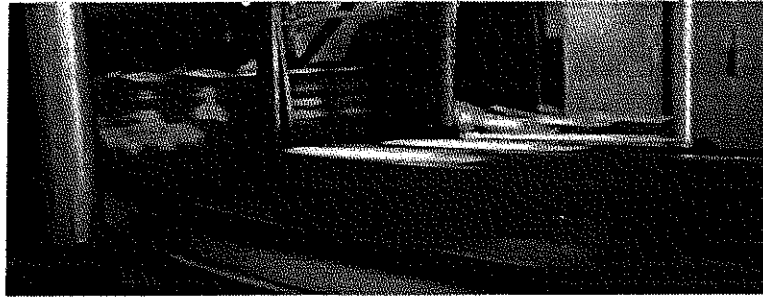


Ilustración 6. Transporte de latas

Después de que el LGV ha dejado el palet en las mesas de rodillos del despaletizador el operario retira las cintas de protección y de forma automática se desmonta el palet capa a capa mediante un barrido e introduce las latas vacías en la cinta transportadora que las llevará hasta la llenadora. El despaletizador devuelve pilas de palets vacíos y palets con separadores.

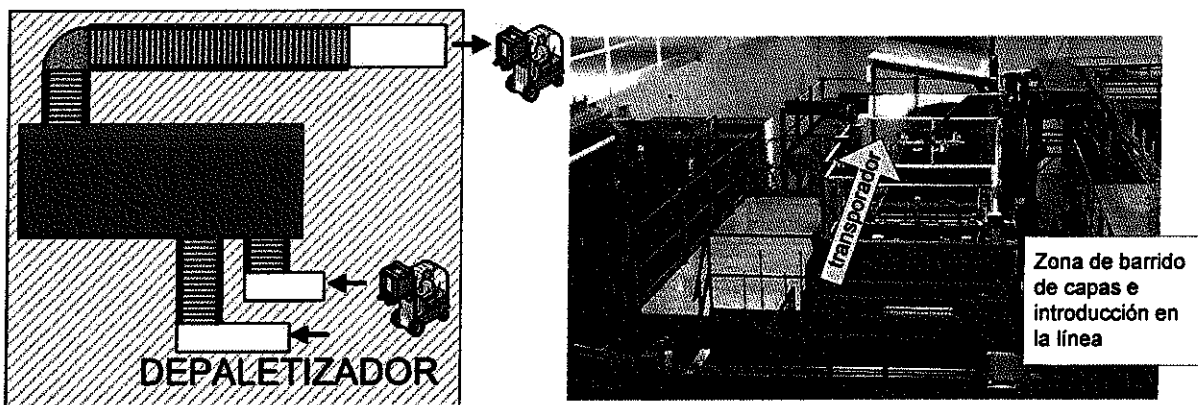
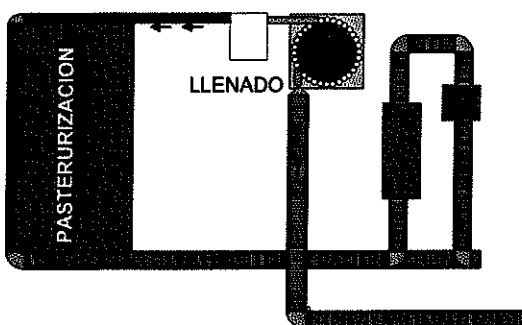


Ilustración 7. Despaletizador

Previo al llenado existen inspectoras que extraen de la línea aquellas latas con deficiencias. A las latas que son correctas se les somete a un proceso de esterilización, en la misma cinta, de acuerdo con las normas más estrictas de la regulación alimentaria.

Tras la esterilización las latas llegan a la llenadora donde tiene lugar el llenado de las



mismas y posteriormente se les aplica la tapa. A continuación se procede a una nueva inspección verificando el nivel de llenado y la correcta aplicación de la lata, entre otros parámetros. La llenadora está preparada para llenar latas de 25cl, 33cl, 50cl y 35cl. Dispone de 143 válvulas y una velocidad máxima de 90.000 latas/hora

Ilustración 8. Llenado y pasteurización

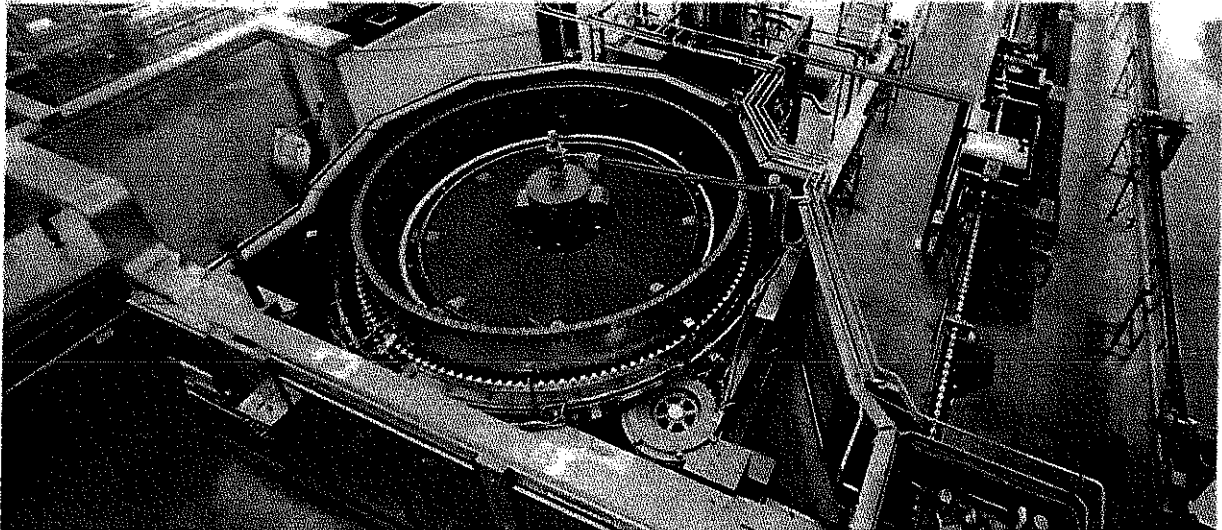


Ilustración 9. Llenadora de latas

Una vez tapada la lata, esta es sometida a un proceso de pasteurización según las normas alimentarias. A continuación la lata es girada mediante unas guías para inscribir en su parte inferior la fecha de caducidad y el lote. Tras la inscripción se vuelve a girar la lata para dejarla en la posición correcta.



Ilustración 10. Giro de latas

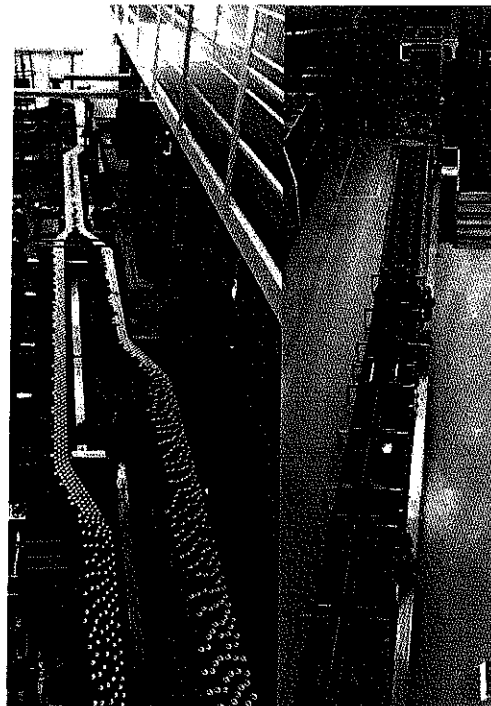


Ilustración 11. Transporte de latas y packs

La siguiente etapa del tren de envasado es el packaging. Esta etapa permite agrupar las latas según el producto final que se desee fabricar. Según la producción se aplicarán anillas, films, cartones, etc para la confección de los packs. La línea de envasado dispone de dos zonas de packaging lo que permite confeccionar dos tipos de packs simultáneamente.

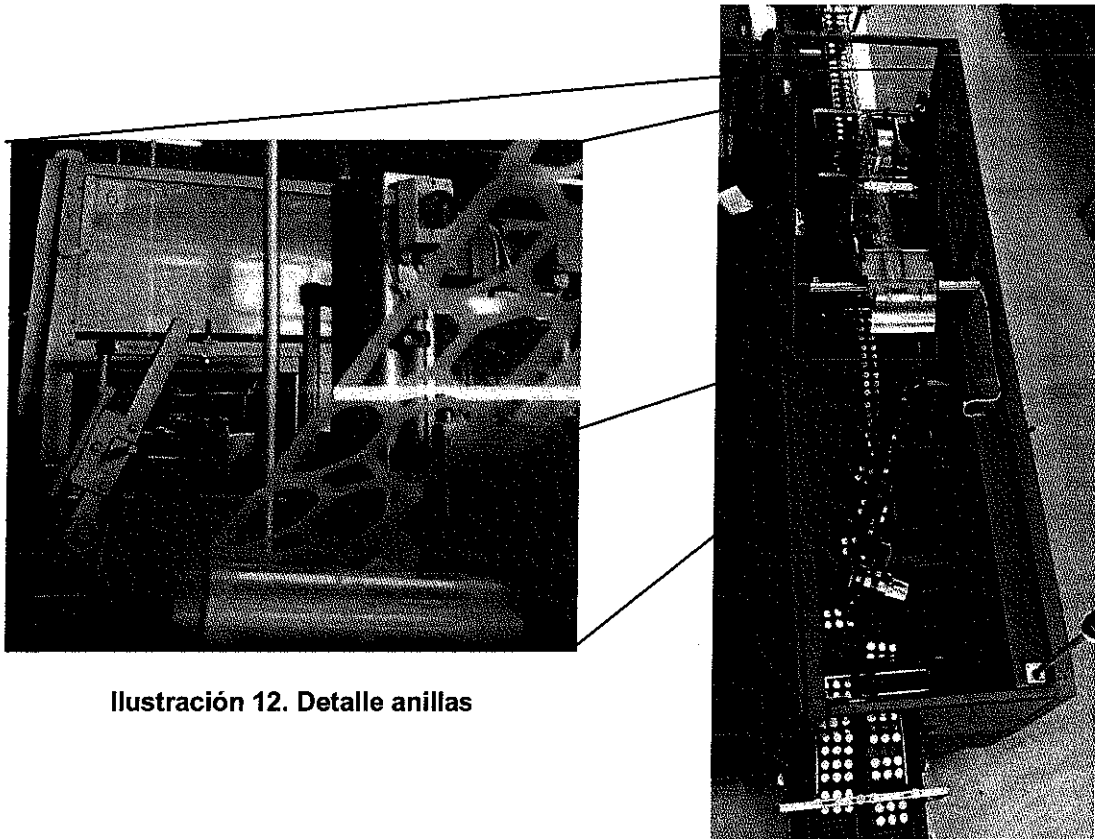


Ilustración 12. Detalle anillas

Ilustración 13. Aplicadora de anillas

La siguiente fase es la de la confección de los palets con los packs. Existe una mesa de rodillos que es capaz de confeccionar una capa de un palet, agrupando los packs de forma estratégica.

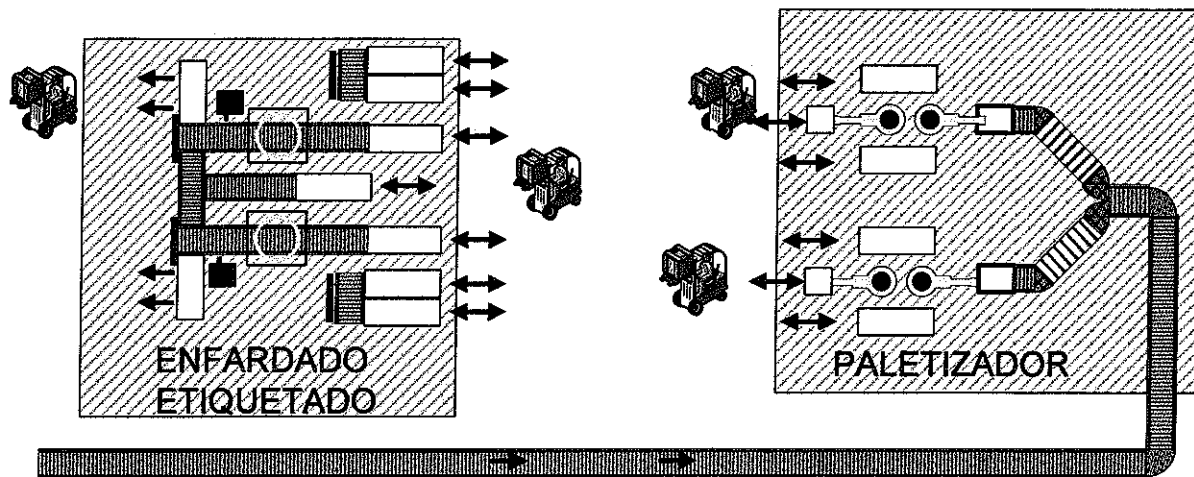


Ilustración 14. Paletizado, enfardado y etiquetado

Para la paletización son necesarios dos brazos robots. Uno es el encargado de coger las capas de latas, que prepara la mesa previa y mediante un sistema de ventosas hace el vacío y las traslada para colocarlas en el palet. El segundo brazo es el encargado de colocar unos separadores de cartón entre capas de producto. Todo el conjunto de maquinaria para la paletización se denomina isla de paletización. La isla recibe las capas de palets, palets vacíos y palets de separadores para realizar su función y devuelve palets con producto y palets vacíos (de uno en uno) tras consumir toda la pila de separadores. Cada isla tiene una capacidad de 40 palets/hora cada isla y son capaces de trabajar con packs de latas de 3x2, 3x4 y 4x4. Y puede trabajar con palets de: 800x1200, 800x600 y 100x1200.

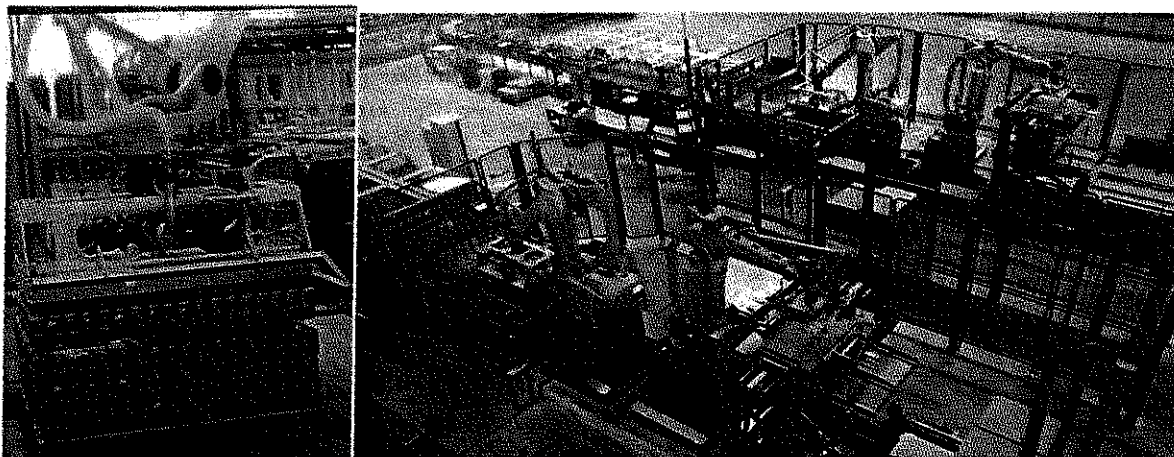


Ilustración 15. Islas de paletizado

Una vez se ha montado el palet, los LGVs retiran el palet y lo transportan hasta la zona de enfardado, en donde se le aplica un film para proteger el palet y evitar que pueda desmontarse. Mediante cintas de rodillos el palet avanza y la etiquetadora aplicará las etiquetas necesarias para ese tipo de palet, normalmente aplica dos etiquetas. Tras el etiquetado el palet avanza y queda a la espera de que sea retirado por algún LGV.



Ilustración 16. Enfardadora I

En la enfardadora se introducen palets con producto y pilas de palets (entradas salidas centrales). Las pilas de palets vacíos se utilizan cuando el producto paletizado va en medias paletas, la enfardadora agrupa las medias paletas de dos en dos utilizando un palet "normal". Además en esta zona existen dos dispositivos (entradas y salidas superiores e inferiores) donde se introducen pilas de palets por una vía y devuelve por la otra palets individuales para que los LGVs alimenten al paletizador con palets vacíos. La capacidad de cada estación de etiquetado es de 90 palets/hora, el doble que el paletizado porque si se paletizan medias paletas se han de aplicar el doble de etiquetas. Puede trabajar con palets de: 800x1200, 800x600 y 100x1200.



Ilustración 17. Enfardadora II

El sistema de LGV ordena la retirada del palet etiquetado y lo transporta hasta el elevador para ser bajado a la planta baja. Al llegar, otro LGV lo retira del elevador y lo traslada hasta el muelle automático para confeccionar la carga. En caso de no poder transportarlo directamente al muelle lo traslada a la zona de buffer de producto final.



Ilustración 18. Elevador

Una vez confeccionada toda la carga sobre el sistema de carga automático esta es traspasada al camión atracado. Normalmente el camión que descarga latas vacías es cargado tras la descarga con producto final, minimizando el número de viajes entre almacén y fábrica.

3.3.1 Muelles de carga automáticos

Este tipo de muelle recibe el nombre de SCA, Sistema de Carga automático. Son mecanismos compuestos por unas plataformas transportadoras que permiten realizar las operaciones de carga y descarga de los camiones de forma automática y con un tiempo muy reducido. El remolque de los camiones que pueden operar con estos muelles es especial y en su interior dispone de una cinta transportadora para desplazar los palets.

Los SCAs objeto del estudio disponen de los siguientes componentes:

- (1) Mesa de entrega de palets, capacidad 2 palets
- (2) Mesa de entrada a la plataforma de carga, capacidad 2 palets
- (3) Mesa giratoria, capacidad 1 palet
- (4) Mesa de retirada de palets, capacidad 6 palets
- (A) Plataforma de descarga
- (B) Plataforma de carga

La plataforma de descarga podría realizar las funciones de plataforma de carga, pero por configuración del sistema no se permite.

Las mesas disponen de un mecanismo de rodillos y las plataformas, al igual que los camiones disponen de un mecanismo de cinta transportadora para realizar los movimientos y transferencias de palets.

El SCA dispone dos configuraciones, carga y descarga tal y como se observa en el esquema siguiente:

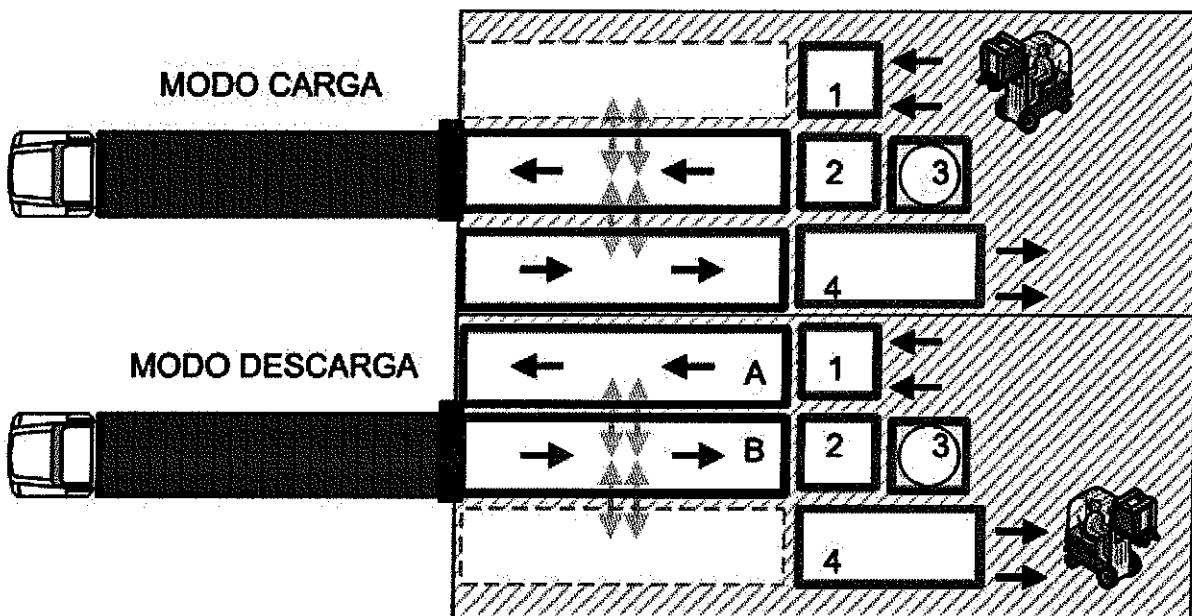


Ilustración 19. Esquema muelles de carga automáticos

Las plataformas A y B son móviles y se mueven solidariamente la una con la otra. El desplazamiento es el que permite configurar el SCA para cargar o descargar, tal y como se aprecia en el esquema anterior.

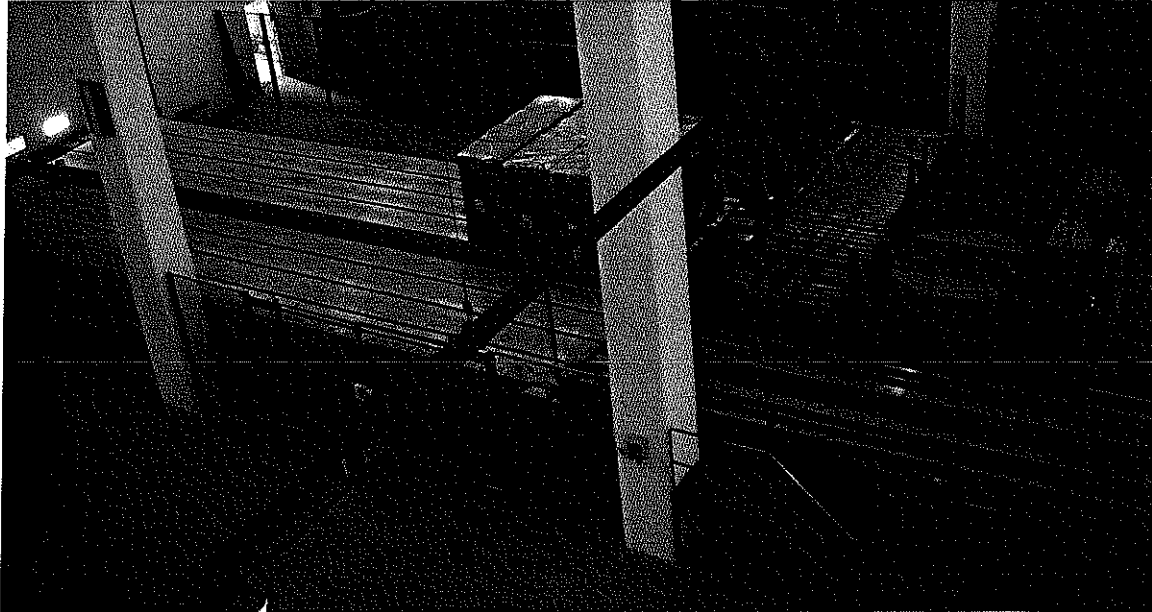


Ilustración 20. Muelles de carga automáticos

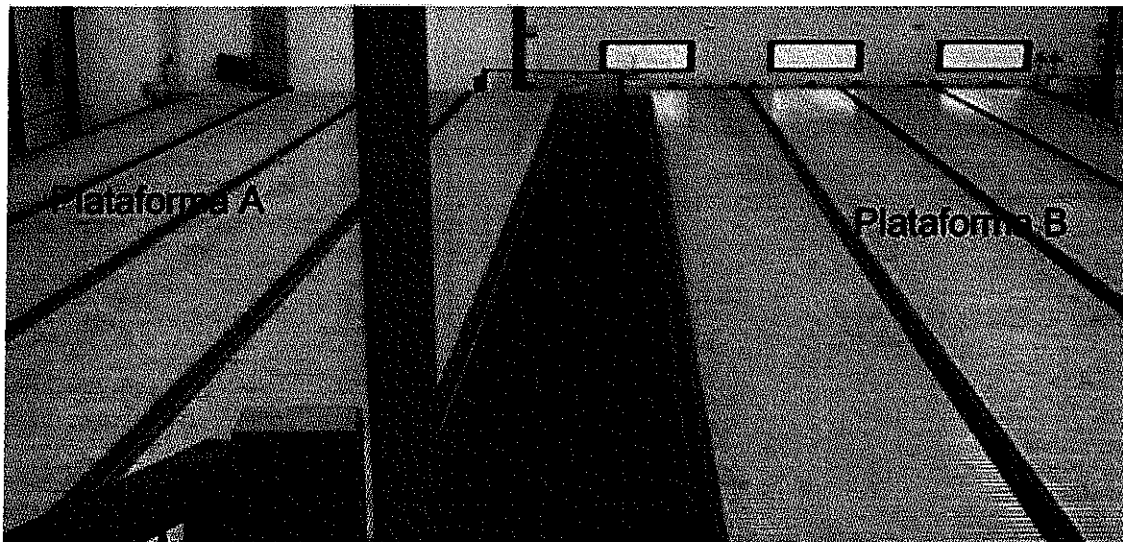


Ilustración 21. Plataformas carga y descarga SCA

Ambas plataformas tienen las mismas dimensiones que los remolques de los camiones por lo que pueden contener una carga/descarga de camión completa. La capacidad de palets de los camiones es variable en función del tipo de palet que transporte, no obstante la capacidad máxima es de 28 palets.

1. Carga de un camión:

Premisa: la plataforma de carga está vacía

Para la operación de carga las plataformas deben estar en modo descarga.

Los LGVs entregan los palets de dos en dos en la mesa de entrega 1.



La mesa 1 realiza la transferencia del primer palet a la mesa 2.

La mesa 1 realiza la transferencia del segundo palet a la mesa 2.

La mesa 2 realiza la transferencia del segundo palet a la mesa 3.

La mesa 3 gira 180° el palet y lo transfiere de nuevo a la mesa 2.

La mesa 2 transfiere el par de palets a la plataforma B.

Estas operaciones se repiten hasta que la plataforma B contiene todos los palets que ha de transportar el camión.

La carga reside en la plataforma hasta que el camión que ha de transportarla atraca en el muelle y solicita la transferencia de la carga. Momento en el que se activan las cintas de la plataforma y del remolque para poder transferirla.

2. Descarga de un camión

Premisa: la plataforma de descarga está vacía

El camión atraca en el muelle y solicita la descarga.

Las plataformas se sitúan en la posición de descarga (si es necesario) y se inicia la transferencia.

Una vez la carga está en la plataforma A el camión puede irse o esperar para ser cargado con otra carga.

A continuación los palets son transferidos a la mesa 4 desde la plataforma A por parejas.

Cuando los palets llegan al final de la mesa 4 se genera el aviso de palets pendientes para que un LGV venga a retirarlos. Si la mesa 4 se llena y no se retiran los palets la carga quedará dividida entre la mesa y el transportador A a la espera de que los LGVs retiren los palets.

Es posible preparar una carga mientras se traspa una descarga de la plataforma B a la mesa 4. Y también es posible transferir una descarga del camión a la plataforma B con la plataforma A cargada.

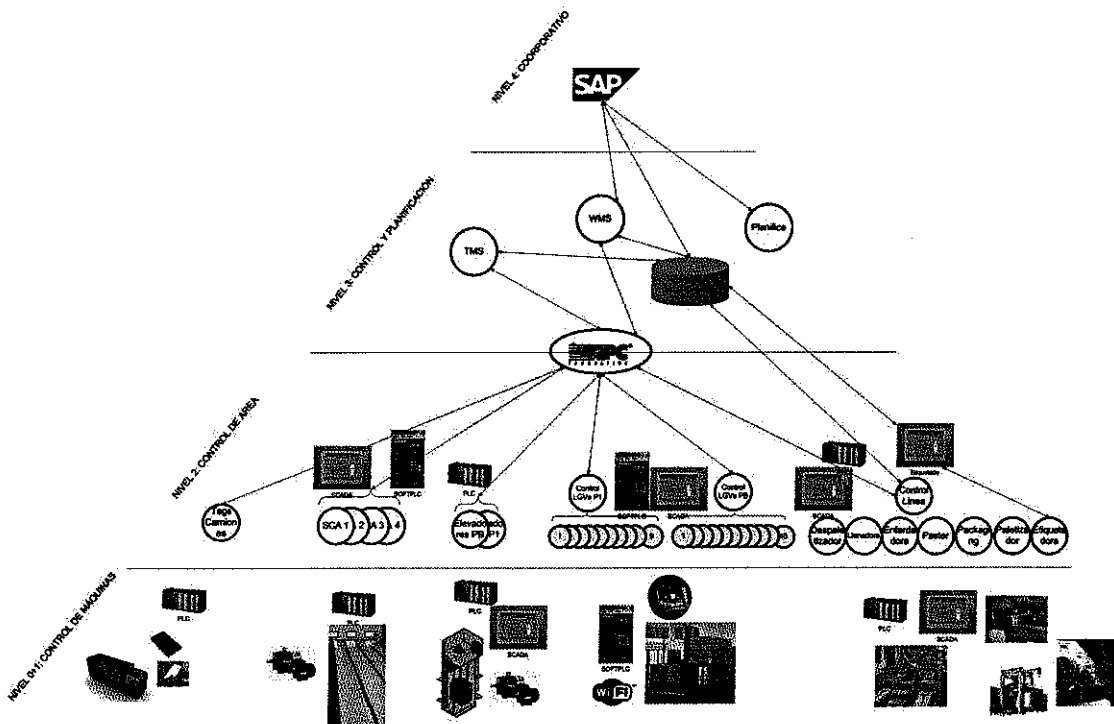


Ilustración 22. Mesas de cara y descarga SCA

3.4 Software y hardware en el proceso productivo

En este apartado se describen los diferentes elementos software y hardware que intervienen, en planta, en el proceso productivo.

A continuación se presentan los componentes existentes actualmente más importantes del proceso dentro de la pirámide CIM.



Los objetivos del proyecto se encuentran distribuidos entre los niveles 2 y 3, pero para entenderlo es necesario conocer los niveles superiores e inferiores.



3.4.1 Nivel 4: Corporativo

Este nivel es un nivel de gestión empresarial en donde se encuentran las aplicaciones tipo ERP como SAP, Microsoft Dynamics, etc y aplicaciones de Business Intelligence.

Las funcionalidades más relevantes para el proyecto son la gestión de las compras de material necesarias, las listas de maestros de materiales, los planes de fabricación y la previsión a largo plazo, etc.

Las aplicaciones de este nivel trabajan normalmente con datos previos a la producción o posteriores, es decir trabajará con planificaciones y materiales necesarios para llevar a cabo una cierta producción y recibirá los datos productivos pero una vez cerrados los turnos de trabajo. Un cambio en este nivel no es aplicado instantáneamente a la planta.

3.4.2 Nivel 3: Planificación

En el nivel de planificación se encuentran aplicaciones de planificación de la producción, control de almacenes (WMS) y control de tráfico (TMS), además existe también una base de datos utilizada como medio de intercambio de información.

Estas aplicaciones trabajan con datos procedentes del nivel superior y se nutren de la información de lo que está pasando actualmente en planta.

La base de datos de intercambio se utiliza para comunicar aplicaciones dentro de este nivel y para recibir/enviar datos hacia el nivel superior e inferior.

Para la lectura de la información de planta se utiliza un servidor de comunicaciones OPC, encargado de leer de los PLCs de control y/o SCADAS de supervisión los datos necesarios para las aplicaciones de este nivel, como p.ej: si existe un camión atracado en un muelle.

Los datos vía OPC son datos relativos a señales de planta y los datos que van por la base de datos son datos de gestión como planes de producción, listas de materiales, etc.

Las aplicaciones de este nivel interactúan con la planta pero la planta no debe depender del funcionamiento de estas, es decir, no se debería para la producción por la falta de un dato o un error en una de estas aplicaciones.

3.4.3 Nivel 2: Control de Área

En este nivel se encuentran sistemas de supervisión y control de la maquinaria (PLCs y SCADAs) del proceso productivo. A diferencia del nivel superior un fallo en este nivel puede provocar parada de producción.

Existen los siguientes sistemas:

- Identificación de camiones/camioneros: control de los camiones(tarjeta tag) y camioneros (tarjeta RFID) que entran y salen de la planta
- SCAs: Supervisión y configuración de los 4 SCAs existentes.
- Elevadores: Dos puestos de supervisión de los elevadores, uno en cada planta.
- LGVs: Supervisión y control de los lgv, monitorización del estado de todos los LGV y lógica de control para asignar las tareas de cada uno de ellos.
- Líneas de envasado: supervisión global de las líneas y funcionalidades básicas para operar a nivel global con la línea.
- Etiquetado:

3.4.4 Nivel 0+1: Control de maquina

Este nivel es más crítico de la pirámide y donde se realiza el control directo de las máquinas, motores, actuadores, sensores, etc.

Se encuentran los siguientes componentes:

- Control acceso vehículos: elementos para la identificación de los camiones y camioneros y dispositivos como barreras y semáforos para permitir y señalizar el permiso de entrada y salida.
- SCAs: Control de los motores de las cintas transportadoras y giratorias de palets para la carga de camiones. También incluiríamos en este punto el control existente en los remolques de los camiones, gracias al cual se mueven de forma solidarias las cintas de estos y las de las plataformas.
- Elevadores: Motores de acción sobre los 3 elevadores y sensores para conocer la posición de los mismos
- LGV: Control del funcionamiento autónomo de las carretillas. Posicionamiento mediante laser, comunicaciones vía WIFI, sensores de proximidad para evitar topar con posibles obstáculos aleatorios en el camino.
- Línea de envasado: cada maquina de la línea dispone de su propio control que es parametrizado desde el nivel superior. En este apartado estarían entre otros muchos más, el control de los mecanismos rotativos de la llenadora para cumplir la velocidad marcada, las velocidades de las cintas transportadoras, los robots paletizadores, los mecanismos de despaletizado, y una larga lista de elementos a controlar.

3.4.5 Diagrama de red

En este apartado se detalla el diagrama de red que soporta todas las aplicaciones y todo el hardware descrito en el apartado 3.4 Software y hardware en el proceso productivo.

Entre ambas plantas del edificio existe una planta intermedia destinada a alojar la infraestructura necesaria para el edificio. Entre esta infraestructura nos encontramos con los racks que albergan los switches.

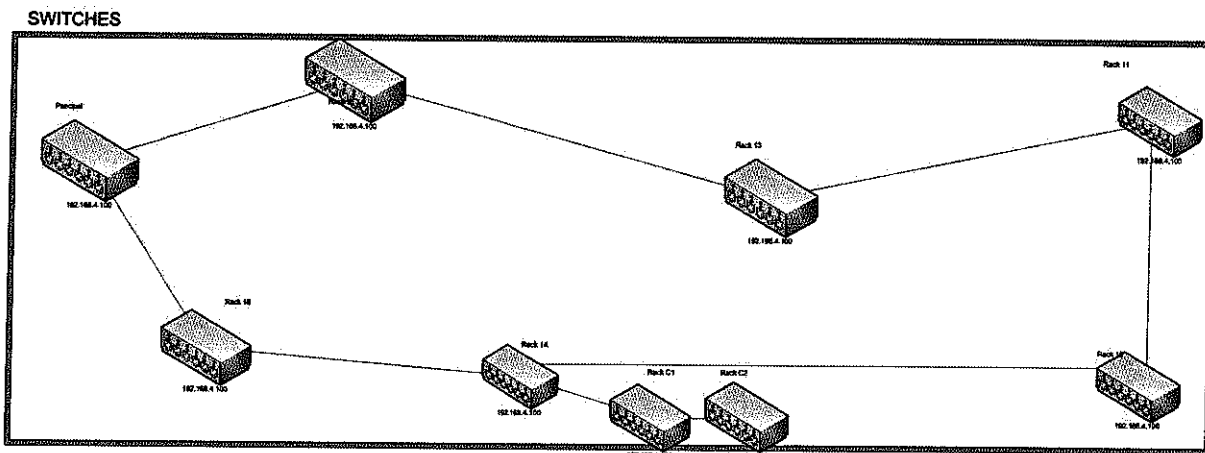


Ilustración 23. Mapa de racks

Las carretillas tanto las automáticas como las manuales necesitan de red inalámbrica para trabajar:

- Carretillas manuales: disponen de un terminal wifi en el que el carretillero debe informar de los movimientos de palets que realiza
- LGV: el software de control de estos se comunica a través de la red wifi con las carretillas par indicar las tareas ha realizar.

Para cubrir esta necesidad existe una red de 40 antenas repartidas por ambas partes para garantizar cobertura total. El número de antenas es elevado debido a que los palets de latas debilitan la señal wifi y con un número menor de antenas aparecen zonas muertas.

Otro aspecto importante es la ubicación de los PLCs y los SCADAS en planta.

A continuación se puede observar un plano con la distribución de las antenas, los PLCs y los SCADAS.

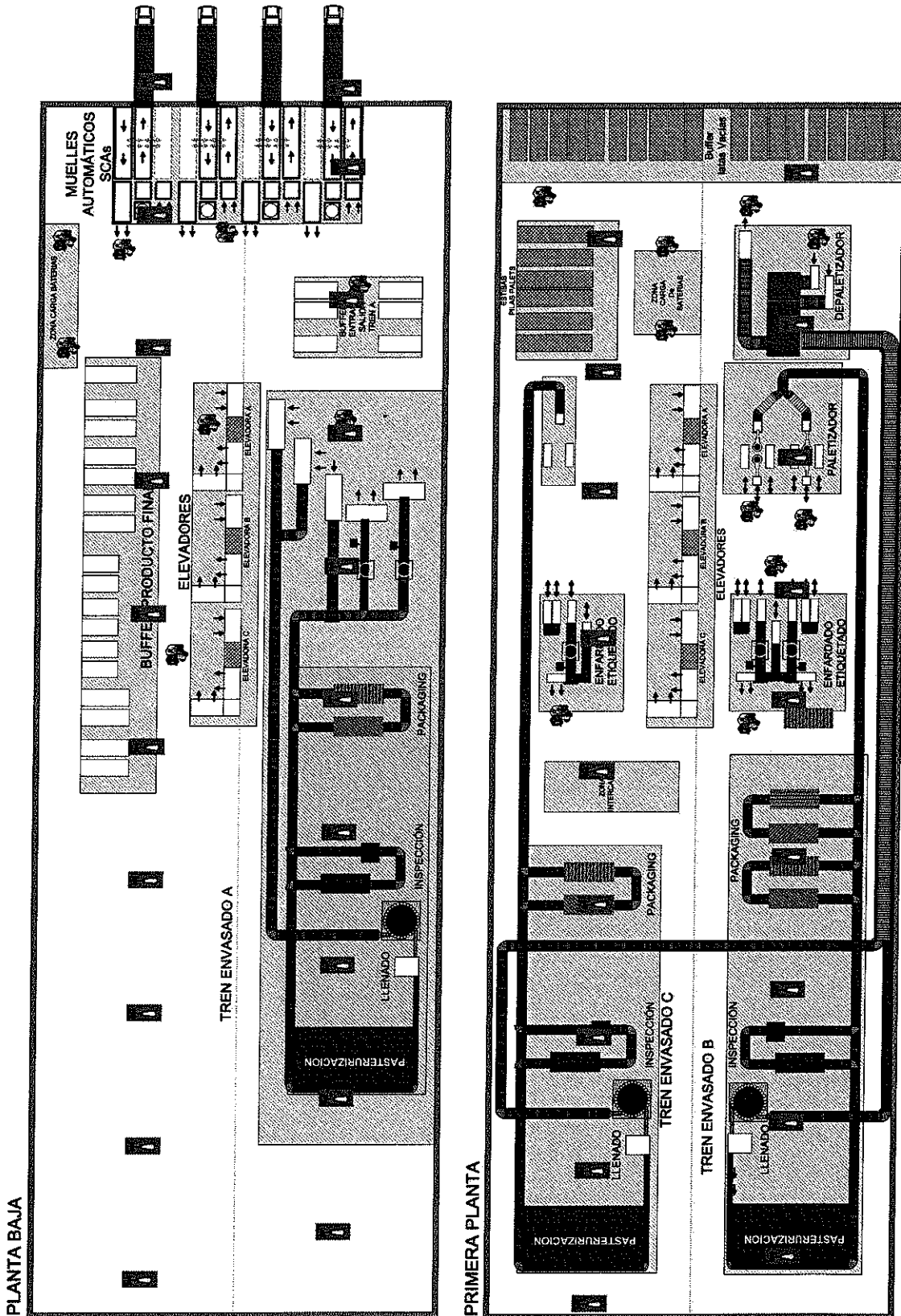


Ilustración 24. Diagrama de antenas

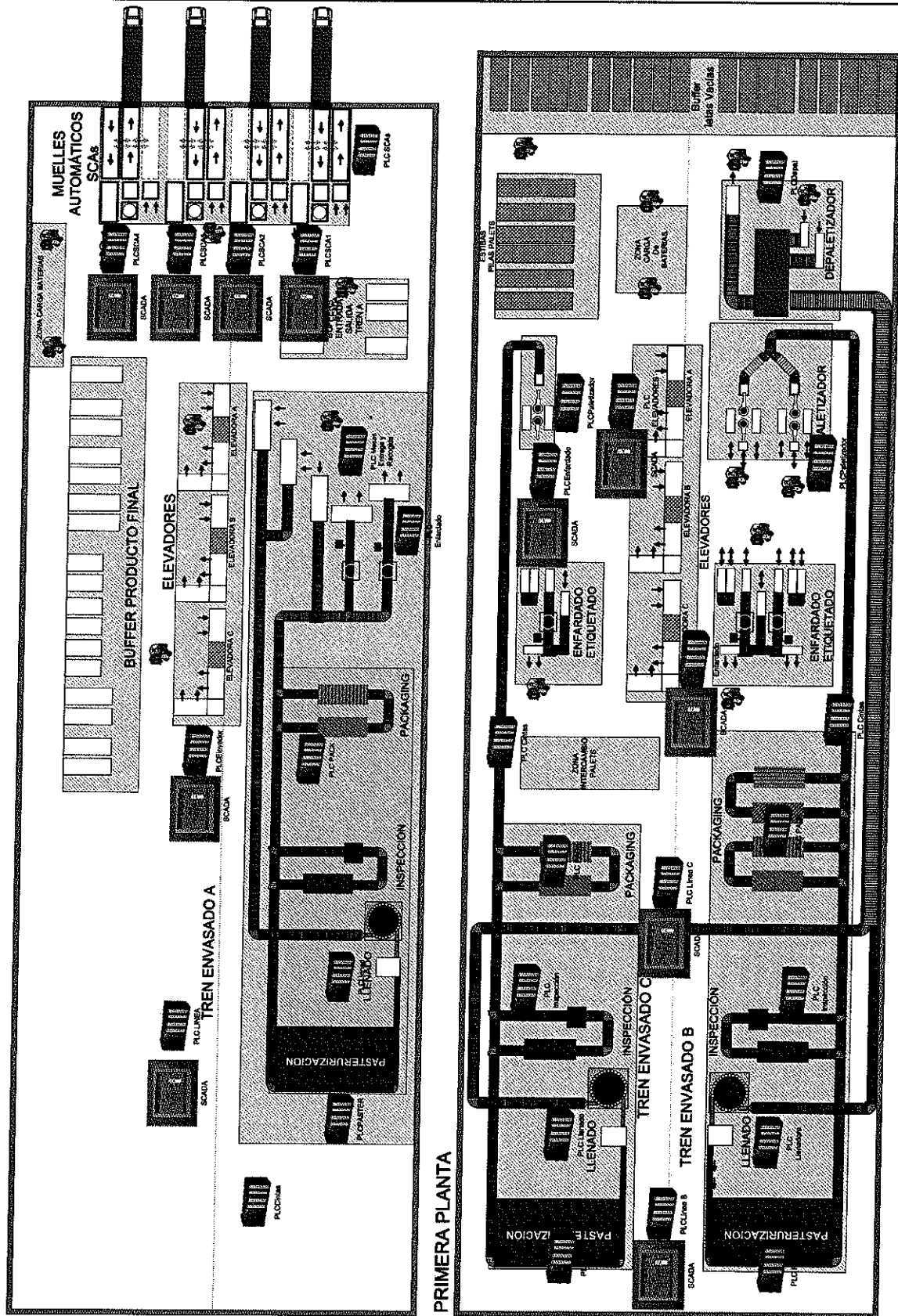


Ilustración 25. Distribución PLCs y SCADAS

En el diagrama de red se han de añadir los elementos móviles que funcionan por wifi. Estos dispositivos son las carretillas LGVs. Cada una de ellas disponen de un PLC, 2 antenas wifi y una pantalla para control de la carretilla.

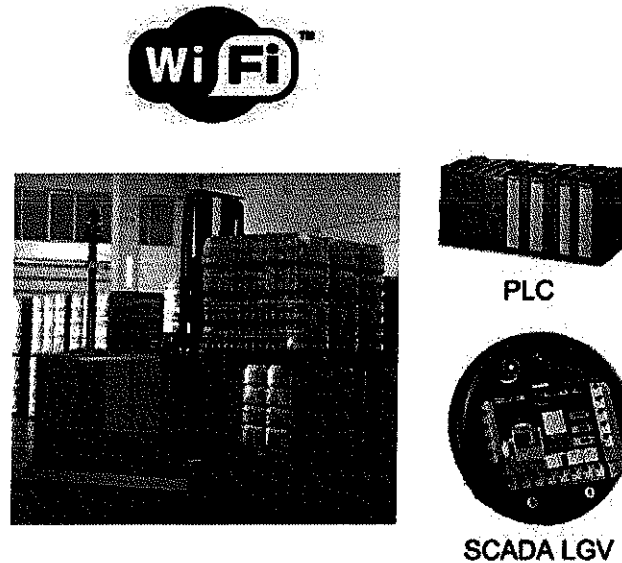


Ilustración 26. Elementos de red en los LGVs

La fábrica consta con 19 LGV en las 2 plantas, por lo que los dispositivos anteriores están replicados en cada carretilla.

3.5 Volúmenes de producción

Para realizar los cálculos se han considerado las siguientes premisas:

- Los diferentes formatos existentes no alteran el volumen producido, ya que el realizar el packaging es indiferente
- Se considera la velocidad máxima de los trenes y un ritmo de trabajo constante de 24horasx365días/año. Por lo tanto los datos obtenidos se han de tomar como la capacidad de producción posible, pero no se trata de la producción real.

El edificio descrito consta de 3 trenes de producción: A, B y C. En los cuales se pueden envasar los productos en 4 envases finales: 1, 2, 3 y 4, con volúmenes diferentes. Los envases 1 y 2 son retornables y los 3 y 4 no.

A continuación se muestra una tabla resumen, con las velocidades máximas de funcionamiento de los trenes y una estimación de los porcentajes producidos de cada envase en los trenes:



Tren	Producto				Vmax envases/hora
	1	2	3	4	
A	40%	60%			1200
B			80%	20%	90000
C			80%	20%	60000

Tabla 2. Relación Trenes/Envases

Por diseño mecánico los trenes podrán envasar un tipo u otro de envase. Es imposible envasar el 1 y 2 en los trenes B y C y el 3 y 4 en el tren A.

A partir de los porcentajes anteriores se obtienen los siguientes datos de volúmenes de fabricación máximos:

Tren	Volumen m ³		
	Hora	Día	Año
A	50	1.210	441.504
B	33	786	286.978
C	22	524	191.318

TOTAL	105	2.520	919.800
--------------	------------	--------------	----------------

Tabla 3. Volúmenes de bebida

En la tabla anterior se observa que la capacidad de producción máxima es próxima al millón de metros cúbicos, es decir mil millones de litros de bebida. Comparando esta producción con el agua, según la Agència Catalana de l'Aigua la cantidad de 1hm³ es el consumo de agua en situación de normalidad de 5 millones de personas en un día.

A partir de los datos anteriores se pueden calcular la cantidad de envases necesarios para poder envasar la cantidad máxima de bebida a producir.

Envase	ENVASES		
	hora	día	año
1	480	11.520	4.204.800
2	720	17.280	6.307.200
3	120.000	2.880.000	1.051.200.000
4	30.000	720.000	262.800.000

TOTAL	151.200	3.628.800	1.324.512.000
--------------	----------------	------------------	----------------------

Tabla 4. Envases necesarios

Para poder envasar el hectolitro anual son necesarios más de 1 billón de envases.

Para poder realizar el cálculo de camiones necesarios debemos conocer el volumen, calculado previamente, la capacidad de palets de los camiones y la capacidad de envases en los palets.

Envase	ENVASES/PALET		APILADO
	LLENOS	VACÍOS	MÁXIMO
1	6	6	2
2	6	6	3
3	2.376	8.947	1
4	1.512	5.835	1

Tabla 5. Cantidad envases en palets

Con la información anterior podemos calcular la cantidad de camiones necesarios para cubrir las necesidades máximas de producción.

TIPO Envase	Envases llenos en 1 camión	Viajes			Envases vacíos en 1 camión	Viajes		
		hora	día	año		hora	día	año
1	504	0,952	23	8343	504	0,952	23	8.343
2	336	2,143	52	18772	336	2,143	52	18.772
3	66.528	1,804	44	15801	250.516	0,479	12	4.197
4	42.336	0,709	18	6208	163.380	0,184	5	1.609
TOTAL		6	137	49.124		4	92	32.921

Tabla 6. Viajes de camiones

De la tabla anterior se deduce que cada 6 minutos habrá un camión entrando o saliendo de fábrica. Se necesitan más viajes de camiones llenos que de camiones vacíos, esto es debido a los formatos no retornables.

Teniendo presente que aproximadamente se necesitan entre 15 y 20 minutos de viaje para realizar un trayecto almacén-fábrica (y viceversa) y que el tiempo de carga/descarga es de aproximadamente 15 minutos. Un viaje de ida y vuelta mantiene ocupado al camión durante 1 hora (aprox).. Estos datos reflejan una necesidad de una flota de mínimo 10 camiones dedicados en exclusiva 24 horas al día. En estos cálculos no se ha tenido presente los tiempos de carga y descarga en almacén, que son más elevados que en fábrica ya que se realizan con sistemas de carga automáticos o carretillas manuales, en función de la disponibilidad. Si se contemplan estos tiempos la flota de camiones aumentaría.

Añadir que para completar el cálculo sería necesario contemplar los camiones necesarios para suministrar el resto de materias primas al tren y al proceso productivo, como las materias primas necesarias para la fabricación de la bebida, las tapas para los envases, las etiquetas para los palets, etc. No se han contemplado porque la introducción en el tren de este material no se realiza mediante los SCAs sino que es manual y el volumen de viajes es despreciable comparado con la de los envases vacíos y llenos.



3.6 Posibles problemáticas

En el proceso productivo descrito anteriormente además de poder sufrir los problemas habituales en los entornos fabriles como fallos de máquinas, mantenimientos, malas operaciones, fallos de calidad, etc existe un factor que lo diferencia de otras instalaciones y es el hecho de disponer de un almacén in-situ mínimo para el aprovisionamiento de materias primeras y para guardar producto acabado. La capacidad de dicho almacén garantiza continuar la producción durante un periodo limitado inferior a un turno de producción.

El edificio de fabricación descrito anteriormente se encuentra ubicado en una planta productiva en la que existen otros dos edificios productivos: uno para botellas sin retorno y otro para botellas retornables. Además el tren C es un tren nuevo, lo que ha hecho aumentar notablemente la capacidad de producción y ha reducido el espacio para almacenaje. Otro aspecto a destacar es que en los terrenos de la fábrica se han hecho modificaciones y se ha reducido el espacio de tránsito y espera de camiones. Esta reducción del espacio para almacenaje se ha permitido por la proximidad del almacén central del grupo.

Todo lo descrito anteriormente hace que los flujos de camiones dentro de la fábrica y entre fábrica y almacén sean críticos para la producción. Es muy importante controlar este aspecto y realizar una buena planificación de viajes, con el objetivo de minimizar coste.

Otro factor importante, relacionado con los camiones, es el tiempo de estancia en planta de los camiones, ya que cuanto menor sea este mayor será el número de camiones que podrá absorber la planta para evacuar producto y transportar material de envasado (teniendo en cuenta además las entradas/salidas de otros tipos de camiones: materias primeras para bebida, productos residuales,...).

Se espera que con la planta completa y con un ritmo de trabajo normal se soporte un tránsito de 450 camiones diarios, aproximadamente.

Para poder llevar a cabo una buena planificación de viajes y minimizar el tiempo de estos en planta cobra un interés especial el conocer a tiempo real los datos y estados de las máquinas del tren, el estado de los búferes de pulmón, los muelles de carga y las entradas y salidas de camiones.

Otro punto diferenciador del edificio es trabajar en dos alturas, este aspecto hace crítica la disponibilidad y correcto funcionamiento de los elevadores.

Es necesario plantear como conseguir la gestión óptima de la planta y los factores comentados con anterioridad para evitar en todo lo posible el colapso y/o bloqueo de la misma.

4 Requerimientos funcionalidades

En este apartado se describen las funcionalidades deseadas para el entorno de pruebas a desarrollar en el proyecto.

4.1 Proceso productivo simulado

Tomando como base el proceso productivo detallado en el apartado 3 Proceso productivo se definen las funcionalidades deseadas del entorno de simulación en el proyecto.

Constará de dos edificios: almacén y fábrica. El proyecto profundiza en mayor grado en los componentes de la fábrica, pero es necesario disponer del almacén también. Por este motivo las funcionalidades del almacén, para la simulación, serán más simples que las de la fábrica.

El entorno fabril constará con una flota de camiones que deberá poder ser parametrizable, para poder realizar pruebas con diferentes escenarios de camiones.

Se definirán 3 tipos de productos finales, todos basados en el mismo tipo de lata. Por lo tanto existirán 4 tipos de camiones:

- Camión cargado con producto 1
- Camión cargado con producto 2
- Camión cargado con producto 3
- Camión cargado con lata vacía
- Camión vacío

Las cargas de los camiones serán monoproducción tal y como ocurre en la realidad.

La selección del entorno de simulación a utilizar es objeto del presente proyecto y se describe en el punto 5.1 Simulador del proceso productivo.

4.1.1 Almacén

Al almacén se le presupone un comportamiento ideal, con espacio infinito para guardar producto y un stock ilimitado de productos.



Debe ser posible simular una avería a nivel general del almacén y se debe poder controlar la apertura o cierre del almacén.

4.1.2 Fábrica

Por lo que respeta al proceso productivo se tendrá en cuenta una única línea de envasado, basada en los detalles de la línea B documentada en el apartado 3.3 Fábrica. La fábrica constará con una zona de parking de espera de camiones con capacidad suficiente para alojar todos los camiones en caso necesario.

La carga y descarga de los camiones se realizarán en un sistema de carga automático (SCA), según el funcionamiento descrito anteriormente. Los tiempos de transferencia de las cargas desde la plataforma al remolque del camión y viceversa serán aproximadamente 5 minutos.

La línea de envasado constará con los siguientes componentes:

1. Palets de lata Vacía: formados por 11 capas de 800 latas cada capa. Total 8800 latas
2. Palets de lata llena: formados por 10 capas de 9 packs cada capa. Cada pack contiene 24 latas llenas. Total: 2160 latas
3. Despaletizador: etapa donde se desmontan los palets de lata vacía
4. Llenadora: la velocidad máxima de la llenadora es de 90000 latas/hora, y debe de ser ajustable.
5. Pasteurizador: en esta etapa lo único que se desea es emular el tiempo necesario. No se desea controlar temperaturas y ciclos. Sino simplemente que este tiempo de pasteurización de aproximadamente 45 minutos se vea reflejado.
6. Inspección: Esta etapa simplemente descartará entre un 3% y un 5% por latas defectuosas.
7. Pack: esta etapa agrupará las latas de 24 en 24 para emular los paquetes
8. Paletizado: el paletizado trabajará con un único mosaico y montará los palets según lo explicado en el punto 2.
9. Etiquetado: el etiquetado no afecta en nada sobre el modelo simulado.
10. Estibas: se dispondrán de dos estibas de capacidad finita, para almacenar los palets de lata llena y la segunda para los palets de lata vacía.

Los ritmos de trabajo de la llenadora han de ser ajustables en tiempo real.

4.2 Software para la automatización

Este punto está muy marcado por uno de los requisitos previos descritos en el apartado 1.3 Requisitos previos, que es el hecho de utilizar la tecnología Wonderware.

Wonderware dispone de un componente software, denominado Wonderware System Platform basado en un servidor de aplicaciones industrial Industrial Application Server, el cual provee una única plataforma para la automatización industrial. El punto más importante de este componente es el modelo de la planta, el cual es una representación lógica de las máquinas y procesos físicos que serán controlados y supervisados. Esta tecnología integra objetos ArchestrA los cuales ofrecen una fácil configuración, seguimiento de sucesos, entrega y mantenimiento de la información a tiempo real e histórica

Se desea modelar los elementos de la planta con este software, por lo que será necesario definir el modelo lógico de la planta. Una vez implementado el modelo esta tecnología permitirá, entre otras funcionalidades, construir las pantallas de los SCADAS leyendo y escribiendo la información a través del modelo, historizar los datos necesarios de una forma semiautomática, realizar los informes deseados, y otras funcionalidades.

4.3 Comunicaciones

El sistema de supervisión ha de recibir datos desde el entorno de simulación y debe enviar consignas a esta para poder gestionar la producción a tiempo real. Es necesario definir una capa de comunicaciones entre software y planta.

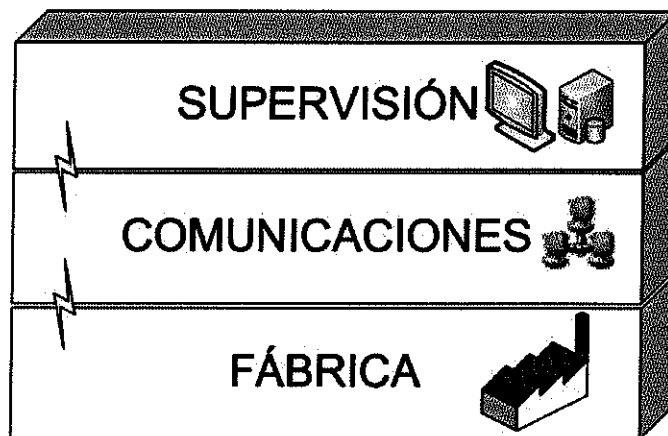


Ilustración 27. Capa comunicaciones

Esta capa debe garantizar la independencia entre los dispositivos de campo (fábrica) y el software de supervisión. De forma que un cambio en la capa de la fábrica no implique cambios en la capa de supervisión y viceversa.

La selección de la tecnología de comunicaciones y el software en concreto a utilizar es objeto del presente proyecto y se detalla en el apartado 5.2 Comunicaciones.

4.4 Aplicación HMI-SCADA

Es necesario disponer de una aplicación que ofrezca una visión general de todo el proceso. Para poder realizar una supervisión de todo el proceso se necesita un sistema SCADA que permita visualizar y controlar todo el proceso productivo simulado. Este software deberá visualizar y gestionar la información de los siguientes aspectos productivos:

1. Esquema principal: Esta funcionalidad debe mostrar en un sinóptico el estado de todas las áreas del proceso productivo.
2. Logística: Visualización de los camiones en tránsito, en fábrica y en el almacén.
3. SCAs: Con respeto a este punto la aplicación ha de ser capaz de resolver las siguientes funcionalidades:
 - a. Anclar/Desanclar Camión
 - b. Cargar/Descargar Camión
 - c. Validar la carga
 - d. Parada de emergencia
 - e. Preparar y recoger la carga
 - f. Operaciones manual
4. Línea de producción: Se desea visualizar en un sinóptico toda la línea de envasado mostrando la información relevante para el proceso productivo. Es necesario disponer de un tratamiento de las averías producidas.
5. Plan de producción: desde la aplicación se han de generar las peticiones de material necesarias a almacén para cumplir con el plan de producción. No se desea crear ni modificar el plan de producción desde la aplicación pero si que es necesario la lectura del mismo en una base de datos. En una situación en productivo el plan de producción vendría de los niveles superiores de la pirámide CIM.

5 Especificaciones y diseño

5.1 Simulador del proceso productivo

Para esta etapa la decisión estaba entre utilizar un entorno de simulación especializado como Arena o realizar un desarrollo a medida con lenguaje de propósito general. La selección fue la de un entorno de simulación especializado, para minimizar tiempos de desarrollo. Estos entornos de desarrollo incorporan multitud de funcionalidades y paquetes que facilitan y agilizan el desarrollo del simulador.

Se ha seleccionado la herramienta de software Arena del fabricante Rockwell para la simulación del proceso productivo. Arena es muy utilizado en entornos industriales, además de para el mundo del transporte, diseño de layouts de comercios, entornos médicos, etc.

Se trata de una herramienta muy potente basada en objetos y permite describir los modelos a partir de diagramas de flujo, añadir que se integra con la herramienta de Office Visio. Arena con sus diagramas enmascara un lenguaje de programación, que en este caso se trata de SIMAN, un lenguaje de propósito general con el cual se pueden realizar simulaciones DES (Discrete Event Simulation) e incluye un módulo para insertar objetos programados en Visual Basic.

Unos aspectos muy importantes para el proyecto es que dispone de módulos específicos para transporte, almacenes y líneas de envasado. Otro aspecto fundamental es que en su última versión incorpora un paquete asociado, FactoryTalk, el cual permite comunicar y publicar las variables de simulación en tiempo real sobre un servidor OPC.

El simulador se divide en dos etapas tal y como se describe en el apartado 4 Requerimientos funcionalidades: el almacén y la fábrica.

1. Almacén: en el almacén se controlarán las variables de apertura, avería y las relacionadas con las peticiones de camiones. Será el almacén el encargado de enviar y recibir los camiones con carga. Para la gestión de camiones se utilizará la librería de objetos Advanced Transfer, en la que se pueden definir vehículos, rutas y sus características.
2. Fábrica: dentro de la fábrica se diferencian varias etapas:

- a. Entrada de camiones en fábrica; este aspecto es la unión con el almacén y se utilizarán los mismos criterios.
- b. Descarga y carga de camiones, los camiones descargarán su mercancía en muelles automáticos, para este propósito se utilizarán las librerías Basic Process y Advanced Transfer.
- c. Línea de envasado, en este punto se definirá la estructura de la línea de envasado y se usará la librería de objetos Packaging

Todas las variables deben de ser consultadas y/o modificables desde una aplicación externa.

A continuación se muestran los cronogramas de secuencia de las señales involucradas en los procesos de carga y descarga:

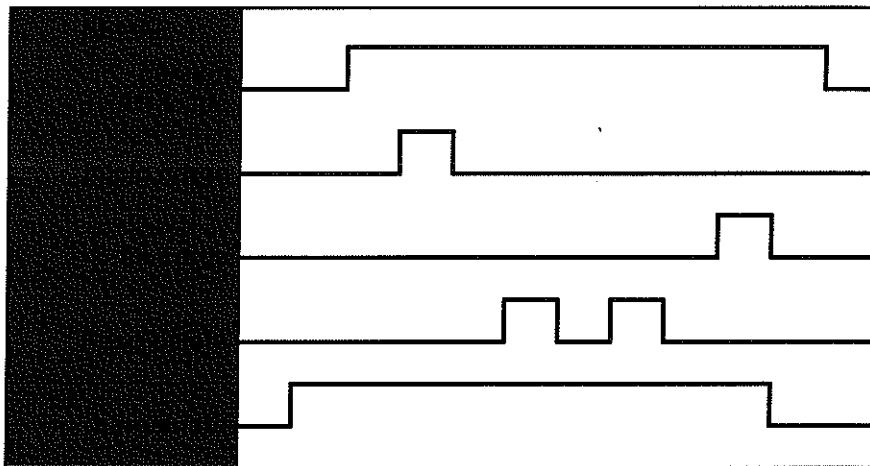


Tabla 7. Cronograma SCA carga camión

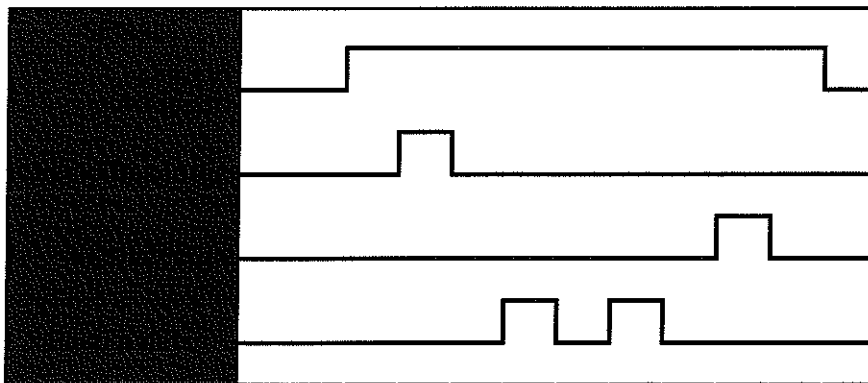


Tabla 8. Cronograma SCA descarga camión



5.2 Comunicaciones

Para permitir conocer el estado de la planta y consultar y modificar el valor de estas se decidió utilizar OPC (OLE for PROCES CONTROL). Es una tecnología que se está convirtiendo en el estándar en comunicaciones industriales para la supervisión y control.

La ventaja principal que ofrece el uso de este estándar es que un único sistema es el encargado de controlar y gestionar las comunicaciones con todos los dispositivos de campo de la planta. Aspecto que encaja a la perfección con las especificaciones del proyecto.

De este modo se elimina la necesidad que las aplicaciones de gestión tengan que poder comunicarse con diferentes dispositivos hardware. Es decir se añade una capa entre los dispositivos de planta y las aplicaciones (de gestión y control) para unificar las comunicaciones, de este modo las aplicaciones solo deben de conocer el protocolo (OPC) que habla el servidor sin importar que tipos de dispositivos hay por debajo. Es el servidor OPC el encargado de dialogar y conocer el protocolo de los dispositivos de campo.

OPC esta compuesto por un conjunto de protocolos entre los que podemos destacar los siguientes:

- OPC-DA (Data Access): el original, permite el intercambio de datos a tiempo real entre servidores y clientes.
- OPC-AE (Alarms & Events): proporciona alarmas y notificaciones de eventos.
- OPC B (Batch): útil en procesos discontinuos.
- OPC DX(Data eXchange): proporciona interoperabilidad entre varios servidores.
- OPC HDA (Historical Data Access): acceso histórico a datos OPC.
- OPC S (Security): Especifica el control de acceso entre cliente-servidor.
- OPC XML-DA (XML Data Access): sirve para el intercambio de datos entre servidores y clientes como OPC-DA pero en vez de utilizar tecnología COM/DCOM utiliza mensajes SOAP (sobre HTTP) con documentos en XML.
- OPC CD (Complex Data): permite a los servidores exponer y describir tipos de datos más complicados en forma de estructuras binarias y documentos XML.

De todos los protocolos el más avanzado es el OPC DA, de los demás existen algunos que están todavía en fase de definición.

Un punto fuertemente criticado de OPC es el hecho de estar basado en tecnología DCOM, es decir Microsoft. Esta barrera se soluciona con la aparición de OPCXMLDA.

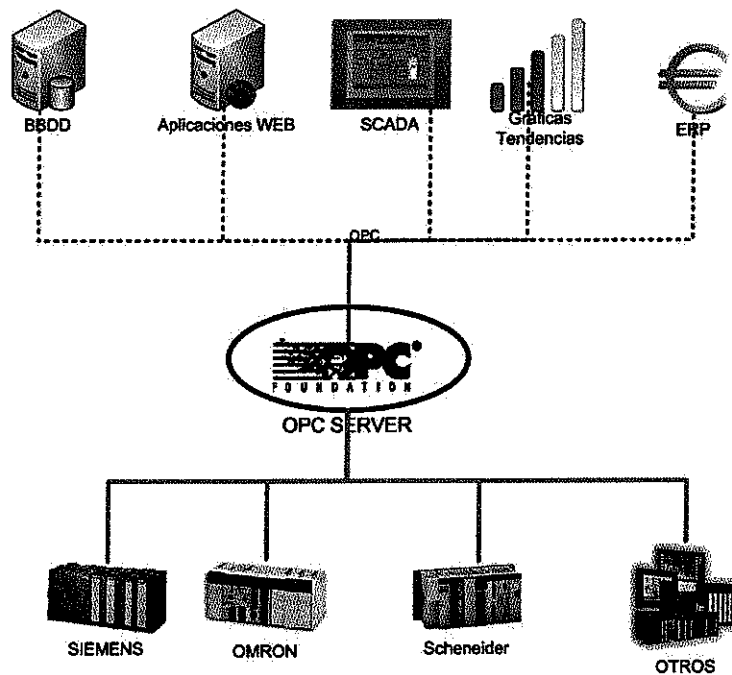


Ilustración 28. Esquema Servior OPC

Se ha realizado un estudio comparativo entre dos servidores OPC: KepServerEX y Matrikon. Tras el estudio se ha seleccionado Kepservier por disponer de una interfaz gráfica única para todos los PLCs. Este estudio puede ser consultado en el apartado Anexo IV Estudio comparativo servidores OPC.

5.3 Diseño software SCADA

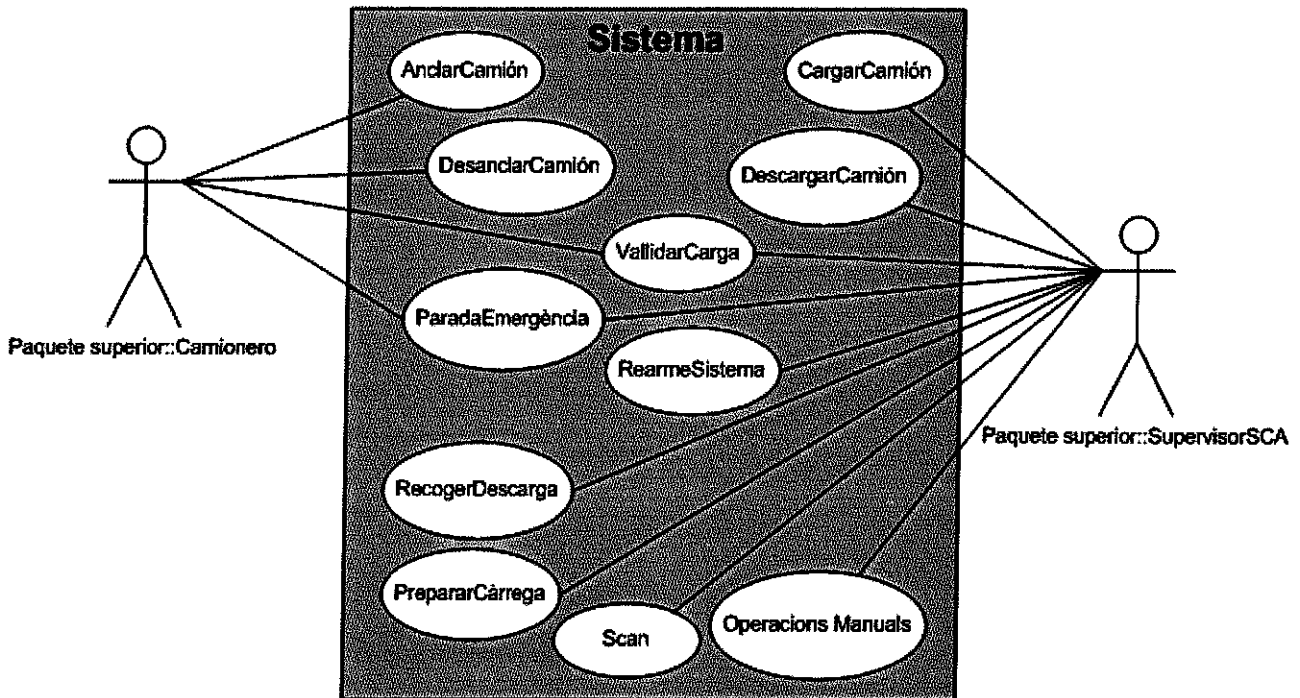
El software SCADA estará compuesto por las siguientes pantallas:

1. Sinóptico general: en donde se mostrará la fábrica y el almacén y unos indicadores de si existe algún problema
2. Almacén: Detalle de lo que está ocurriendo en el almacén y entrada de datos para poder alterar su estado. Se debe poder abrir, cerrar, provocar averías y solicitar camiones
3. Fábrica: Sinóptico de las máquinas y su disposición física. Se resaltaré aquella máquina que tenga alguna anomalía.
4. Para cada máquina del tren: se debe tener información detallada de su estado y variables y se debe poder ajustar la velocidad y provocar paradas manuales.
5. SCAs: mostrar el sinóptico de funcionamiento. Este punto se describe con más detalle en el apartado siguiente.

Todos los datos con los que trabaje el SCADA deben estar en el entorno de automatización de Wonderware, y las pantallas se desarrollarán en InTouch. Para disponer de esta información será necesario crear el modelo lógico de la planta y crear y configurar los drivers de comunicaciones para la lectura de los datos

5.3.1 SCAs

El sistema ha de cubrir los siguientes casos de uso:



En el caso de la simulación los actores Camión y Supervisor SCA son actores cuya misión la realizará el propio SCADA. En un caso no simulado serán personas que interactuarán con el sistema.

A continuación se describen los casos de uso del diagrama anterior y el diagrama de secuencia para algunos de los más importantes:

Caso de uso	Cargar camión
Actores	Camionero, supervisor SCA
Precondiciones	El camión ya ha sido asignado al muelle, se ha anclado, el camión esta vacío (o tiene espacio suficiente para la carga) y hay los productos a cargar en la plataforma móvil del SCA.
Flujo principal	1. Esperar autorización de carga del supervisor del SCA (opcionalmente también del camionero)

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Opcionalmente alinear la plataforma del SCA con el camión 3. Iniciar carga de camión 4. Opcionalmente desplazar la plataforma del SCA a su estado original
Notas	Para ver el detalle de esta operación ver su diagrama de secuencia.

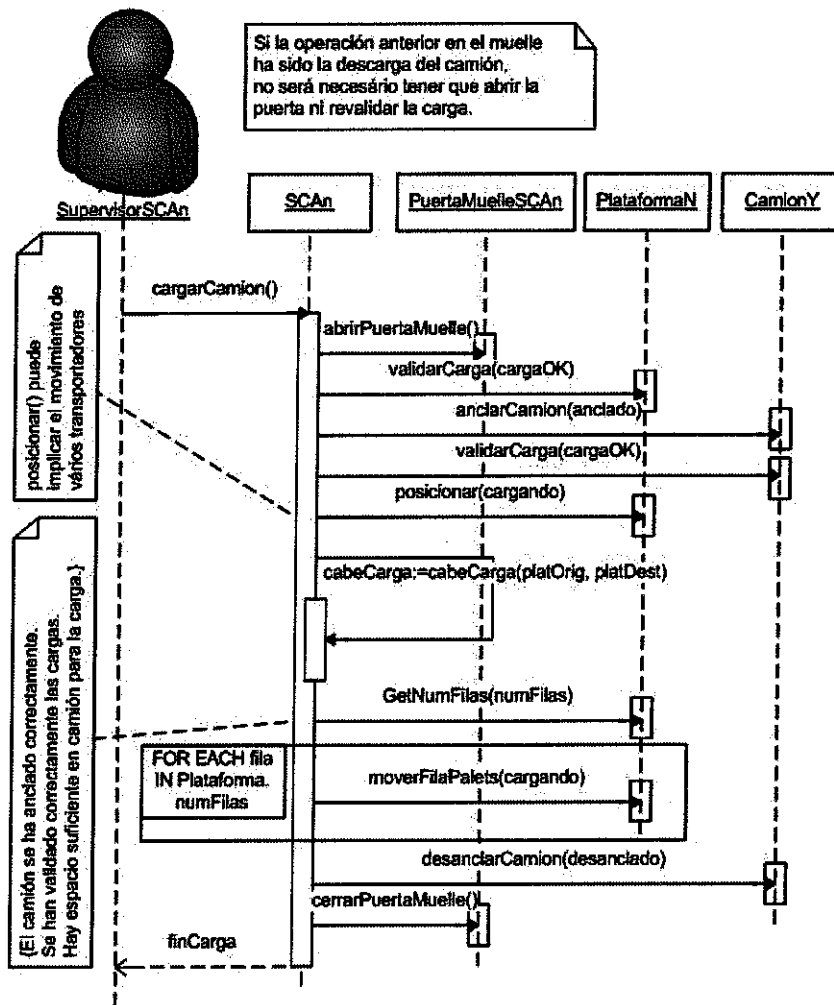


Ilustración 29. Diagrama de secuencia cargar camión

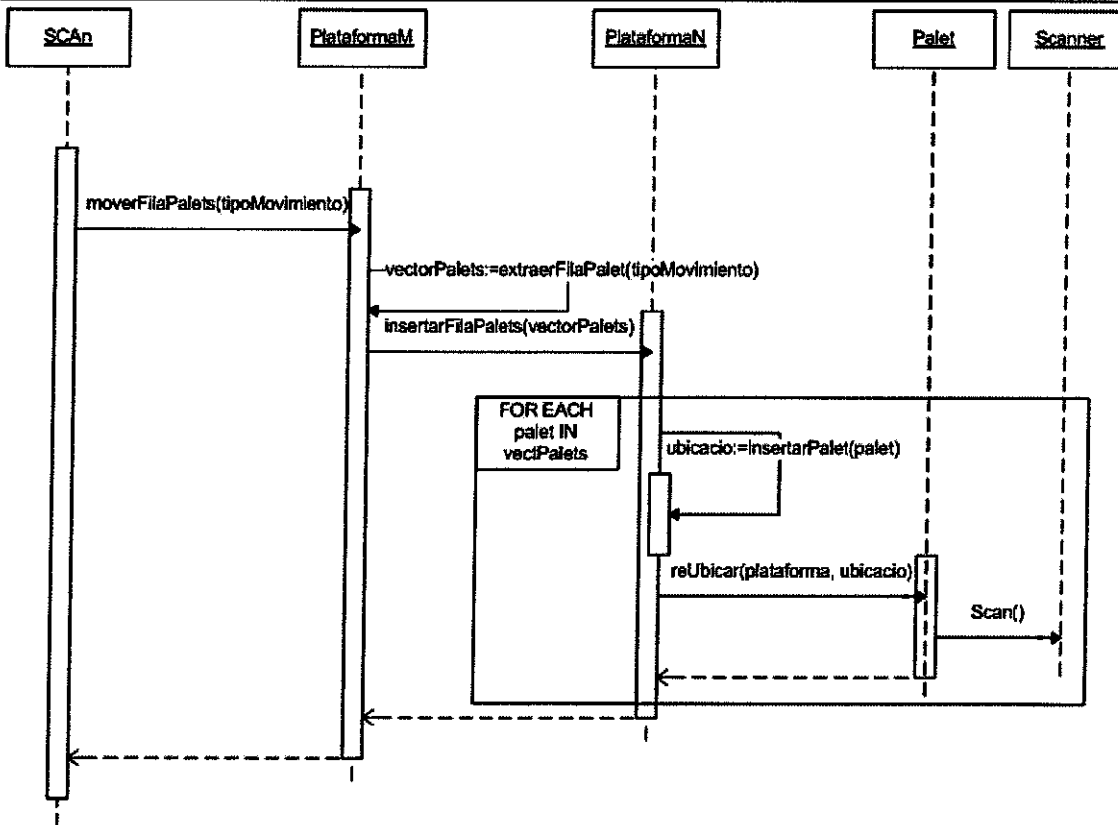


Ilustración 30. Diagrama de secuencia función mover fila palets

Caso de uso	Descargar camion
Actores	Camionero, supervisor SCA
Precondiciones	El camión ya ha sido asignado al muelle, se ha anclado (anclar camión), el camión lleva carga y la plataforma receptora del SCA está vacía o tiene espacio suficiente.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Esperar autorización de descarga del supervisor SCA (opcionalmente también del camionero) 2. Alinear la plataforma del SCA con el camión. 3. Iniciar vaciado de camión 4. Opcionalmente desplazar plataforma SCA a su estado original.



Caso de uso	Anclar camión
Actores	Camionero
Precondiciones	Camión asignado al muelle, no hay ningún camión en el muelle
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none">1. Aproximar camión2. Abrir puertas (la puerta/lona del camión y del muelle)3. Posicionar camión4. Conectar camión5. El camionero hace una revisión de seguridad general una vez está todo conforme da el aviso de "camión OK"

Caso de uso	Desanclar camión
Actores	Camionero
Precondiciones	El camión esta anclado al muelle, no hay ningún movimiento en curso ni previsto para este camión.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none">1. Desconectar camión2. Sacar camión3. Cerrar puertas / lonas (del camión y del muelle si hay)4. Abandonar el muelle

Caso de uso	Validar carga
Actores	Camionero, supervisor SCA
Precondiciones	El camión esta anclado al muelle, no hay ningún movimiento en curso.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none">1. La persona responsable (el actor o actores) revisa:<ol style="list-style-type: none">a. La carga no se ha movido / giradob. La carga está bien alineadac. La carga del transportador sea la correctad. En caso de haber un camión se comprobará que esta al SCA correcto.



Caso de uso	Scan
Actores	Supervisor SCA
Precondiciones	
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El palet es leído por el scanner (ya sea de forma manual o automática) 2. Si se obtiene una lectura válida se marca el palet como "palet verificado" y se guarda su ubicación real.

Caso de uso	Preparar Carga
Actores	Supervisor SCA
Precondiciones	Plataforma colocada al lugar correspondiente y con espacio suficiente para albergar la carga que se desea mover o añadir.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionar palet 2. Esperar palets de la "entrada" (detección por fotocélulas, avisos, ...) 3. Si es necesario, manipular palets (girar, alinear, ...) 4. Avanzar palets 5. Si existen más palets de carga, volver al punto 1.

Caso de uso	Recoger Descarga
Actores	Supervisor SCA
Precondiciones	Plataforma colocada al lugar correspondiente y con carga.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avanzar palets 2. Si es necesario, manipular palets (girar, alinear, ...) 3. Posicionar palet en la "salida" 4. Esperar que sean recogidos (detección por fotocélulas, avisos, ...) 5. Si hay más palets, volver al punto 1.
Notas	Ver el detalle de esta operación en el diagrama de secuencia.

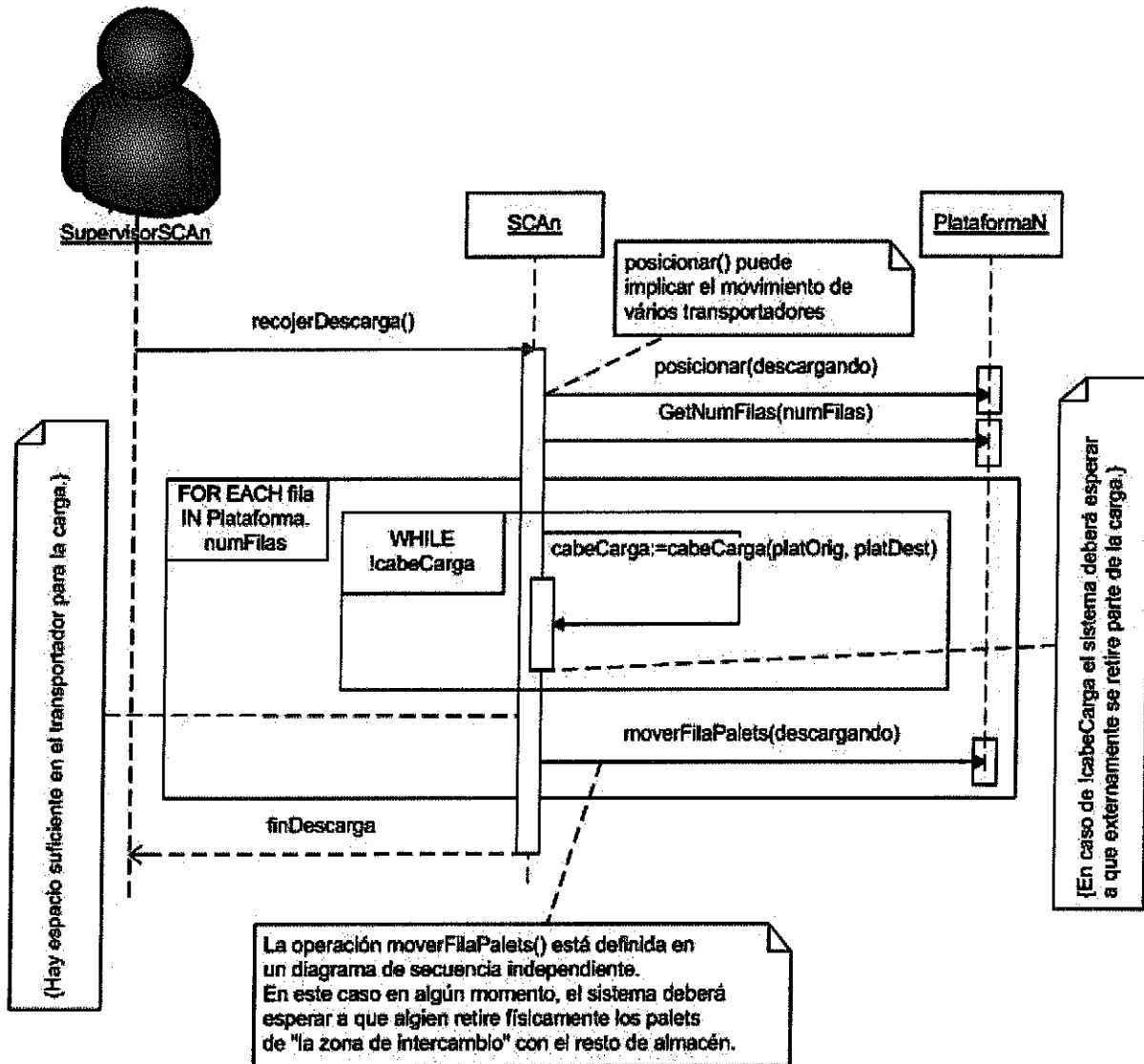


Ilustración 31. Diagrama de secuencia recoger camión

Caso de uso	Operaciones manuales
Actores	Supervisor SCA
Precondiciones	Estado del sistema en una situación anómala
Poscondiciones	Sistema preparado para las operaciones automáticas
Comentarios	En caso de avería, incidencia, etc. el supervisor del SCA deberá reconducir el sistema a una situación correcta, para ello a veces se requiere de poder mover los elementos de un SCA por lo que estos tienen que poderse mover individualmente.



Caso de uso	Parada de emergencia
Actores	Supervisor SCA, camionero
Precondiciones	-
Poscondiciones	Sistema y todos sus movimientos deben pararse sin demora alguna
Comentarios	Normalmente se distribuyen varios pulsadores de emergencia que están ubicados por los elementos del SCA estas 'setas' se utilizan en caso de emergencia o en situación de peligro para detener todas las acciones que está llevando a cabo el SCA. No se podrá mover ningún elemento hasta que una persona (supuestamente el supervisor del SCA) haga el rearme del sistema.

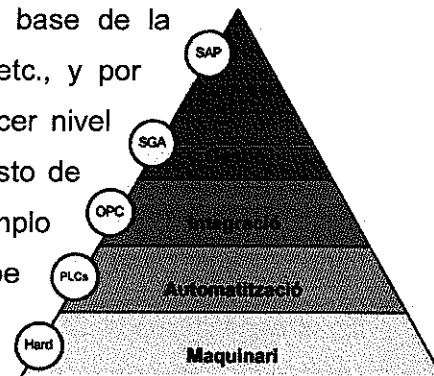
Caso de uso	Rearme del sistema
Actores	Supervisor SCA
Precondiciones	El sistema ha sido bloqueado por una parada de emergencia
Poscondiciones	Se vuelve si es posible, al estado antes de que se presionara la seta de emergencia, en caso que no sea posible en un estado de reposo.
Comentarios	Para rearmar el sistema el supervisor del SCA debe: <ol style="list-style-type: none"> 1. Desbloquear la seta 2. Moverse físicamente hasta un lugar alejado del pulsador donde se encuentra el sistema de rearme, y rearmarlo.

A continuación se muestra el diagrama de clases necesarias para la aplicación de control de los SCAs.

5.4 Arquitectura informática

En este apartado se describe la arquitectura informática necesaria para realizar una implantación en productivo de la tecnología de automatización de utilizada en el proyecto.

Se propone una estructura estándar en capas donde en la base de la pirámide se encuentran los elementos mecánicos, sensores etc., y por encima suyo, los autómatas y elementos de control. En el tercer nivel existirá una capa para independizar los sistemas físicos del resto de aplicaciones que estarán en niveles superiores como por ejemplo SAP. Esta arquitectura ya está implantada en el grupo y se debe respetar en los sistemas nuevos.

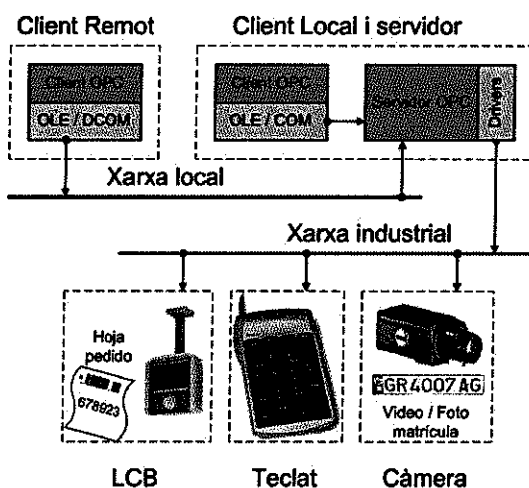


En los 2 niveles inferiores es donde se encuentran los sistemas hardware de los SCAs, el control y las protecciones de seguridad. Son estos responsables de impedir cualquier operación no prevista o inválida, que podría llevar a un mal funcionamiento del sistema o crear situaciones de riesgo.

Los programas de los 2 niveles superiores tales como un SCADA... deberán respetar las limitaciones que tienen los sistemas físicos y evitar hacer peticiones imposibles que puedan inducir un mal funcionamiento.

Para independizar todos los elementos que gestionan la información en los niveles superiores y los elementos mecánicos (como los SCAs) se está utilizando la tecnología de acceso a datos OPC que mediante un sistema redundante se encarga de estandarizar las comunicaciones entre los autómatas y los sistemas de gestión.

OPC (Ole For Process Control) es un estándar abierto para compartir datos entre dispositivos de campo y aplicaciones basadas en OLE (Object linking and embedding) de



Microsoft, que permite leer y escribir valores de proceso y además compartir estos datos de forma sencilla con otros ordenadores. También permite trabajar con arquitecturas Multicliente/servidor. Otra de sus ventajas es que además manipula la información en tiempo real.

Al utilizar la tecnología OLE/COM (Component Object Model) permite que componentes de software escritos en C o C++ sean utilizados por otra aplicación programada en otro lenguaje como

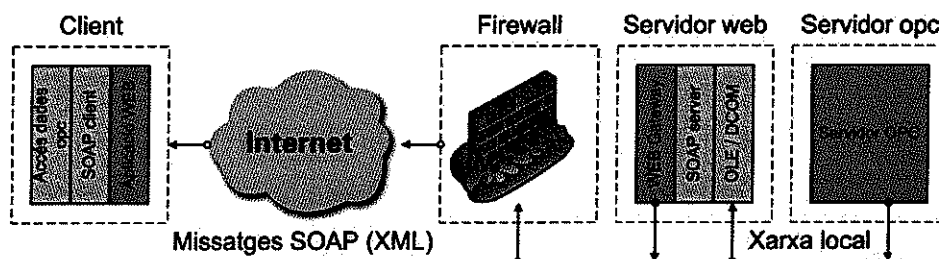
.NET, de modo que los detalles de acceso a los dispositivos quedan encapsulados dentro de componentes y el desarrollo es más rápido.

El esquema de conectividad es el de varios clientes que se conectan al servidor OPC ya sea en la misma maquina (en local) o remotamente. El servidor, mediante sus drivers (distintos y dedicados por cada protocolo o conjunto de dispositivos) accede a los dispositivos. También se encarga de solventar posibles incidencias de comunicación de la red industrial.

En el caso de la empresa donde se realiza el proyecto se comunicará principalmente con dispositivos Siemens, dado que son los únicos autómatas 'homologados' de esta forma se tiene una estructura homogeneizada de la planta y se ahorra en mantenimiento.

En la especificación OPC Data Access, existen 4 mecanismos de comunicación: Llamadas síncronas, asíncronas de refresco y de suscripción las dos primeras funcionan por polling, mientras que en las otras se utilizan mecanismos de suscripción y notificación por eventos.

Con el objetivo de resolver problemáticas de seguridad tales como los firewalls en la red de Internet también se puede acceder a los datos mediante la especificación OPC DA-XML, que mediante servidores Web permite utilizar distintos dominios y plataformas (como Linux). (Ver esquema inferior)

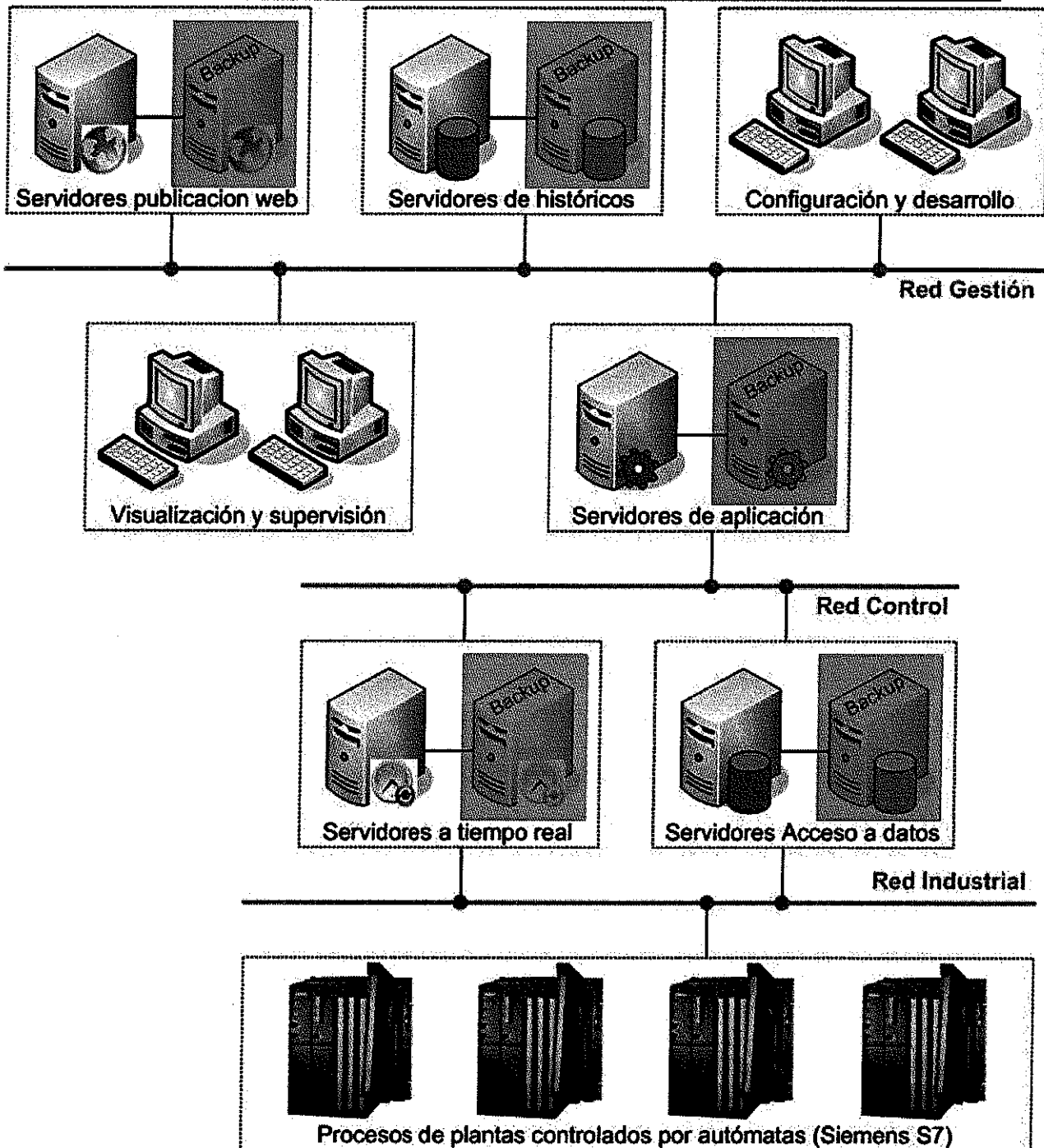


En este caso (OPC DA-XML) se pueden utilizar páginas Web en formato html (requiriendo un cliente más avanzado) o asp, desplazando la tecnología al servidor web lo que apunta a un sistema más flexible.

Actualmente la empresa NO utiliza la mensajería XML. Únicamente se usa DCOM para acceder a los datos.

En el siguiente esquema se quiere reflejar la necesidad de independizar tanto redes distintas como funciones distintas en máquinas diferentes, sin descuidar la redundancia de los sistemas.

La arquitectura propuesta para el sistema de automatización es la siguiente:



Los autómatas deben tener conexión ethernet, publicar sus DB's y estructuradas y naturalmente la empresa dispondrá de los códigos fuente. Los autómatas se utilizarían en un caso real, para el caso simulado utilizado en el proyecto estos autómatas son substituidos por el simulador.

Para los programas de alto nivel y de supervisión tales como aplicaciones SCADA, se deberá facilitar siempre los códigos fuente junto con la documentación del proyecto.



A modo de ejemplo a continuación se enumeran los servidores necesarios para poner en marcha este sistema. Las especificaciones con los requerimientos físicos **mínimos** para cada equipo son las siguientes:

	CPU(s)	RAM	Disk
Servidor de tiempo real	2x2Ghz	4 GB	30 GB
Servidor de tiempo real (backup)	1x3Ghz	4 GB	15 GB
Servidor acceso a datos	2x2Ghz	4 GB	200 GB
Servidor acceso a datos (backup)	2x2Ghz	2 GB	200 GB
Servidor aplicaciones	2x3Ghz	4 GB	75 GB
Servidor aplicaciones (backup)	2x2Ghz	2 GB	30 GB
Servidor publicació web	1x3Ghz	2 GB	50 GB
Servidor publicació web (backup)	1x2.5Ghz	1 GB	15 GB
Servidor históricos	2x2Ghz	4 GB	300 GB
Servidor históricos (backup)	2x1Ghz	1 GB	150 GB
Nodos de supervisión	2x1Ghz	1 GB	30 GB
Nodos de desarrollo	2x3Ghz	4 GB	80 GB

Notas:

- Los servidores de backup (marcados en amarillo), para la redundancia, sólo son necesarios en caso de que se quiera un sistema con tolerancia a fallos (alta disponibilidad).
- Existe la opción de que una única maquina haga el rol de varias (no recomendado), en este caso deberá ser un equipo más potente.
- Los nodos de supervisión y desarrollo (en gris) no necesitan ser servidores, bastaría con que la propia estación de trabajo del usuario que cumpliera con los requerimientos descritos.

6 Desarrollo

6.1 Formación

El estudiante ha asistido a un curso de formación en aplicaciones Wonderware con una duración de 60 horas. En el curso se han tratado las siguientes aplicaciones:

- Industrial Application Server 3.0
- Device Integration Products
- Intouch 10.0 for System Platform
- Wonderware Historian 9.0
- Active Factory 9.2
- Wonderware Information Server 3.0

Esta formación ha servido como base para el desarrollo de los modelos de planta y la generación de la aplicación SCADA.

6.2 Simulación

Para llevar cabo la simulación se ha dividido el modelo en tres: almacén, muelles automáticos y tren de envasado. La manera de intercambiar información con otras aplicaciones es mediante las comunicaciones OPC.

Para desarrollar el proceso en el simulador se han utilizado objetos de las librerías siguientes:

- Basic Process
- Advanced Transfer
- Advanced Process
- Packaging

Se han replicado todos los datos físicos de la línea de envasado (velocidades, distancias, ...) y las distancias entre plantas y velocidades de los camiones.

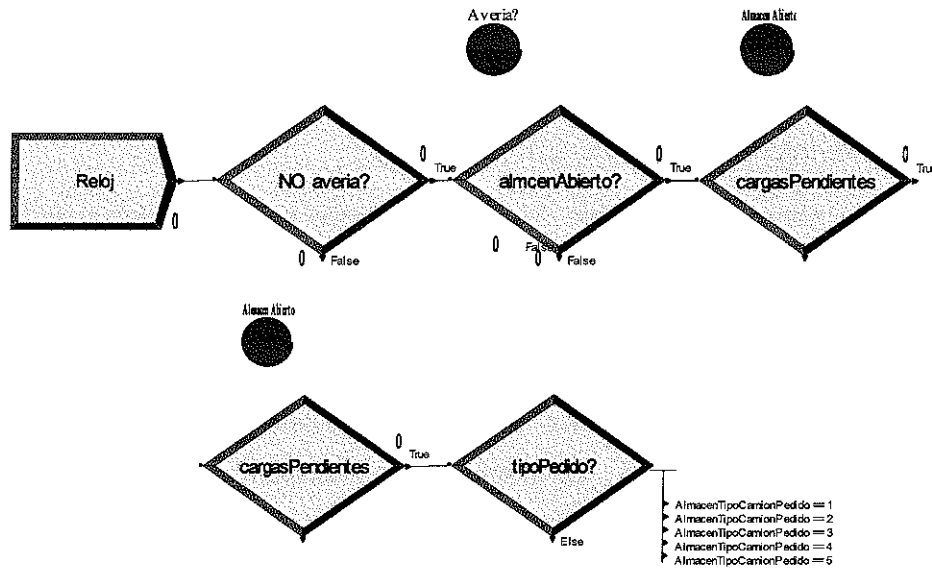
6.2.1 Almacén

El módulo de almacén es el encargado de enviar los camiones hacia la fábrica y recibirlos. El almacén recibe una petición de envío de camiones en la que se indica la cantidad de camiones y el tipo de camión a enviar. Existen dos señales de control que afectan al funcionamiento del almacén y controlan una posible avería general y si el almacén está abierto.

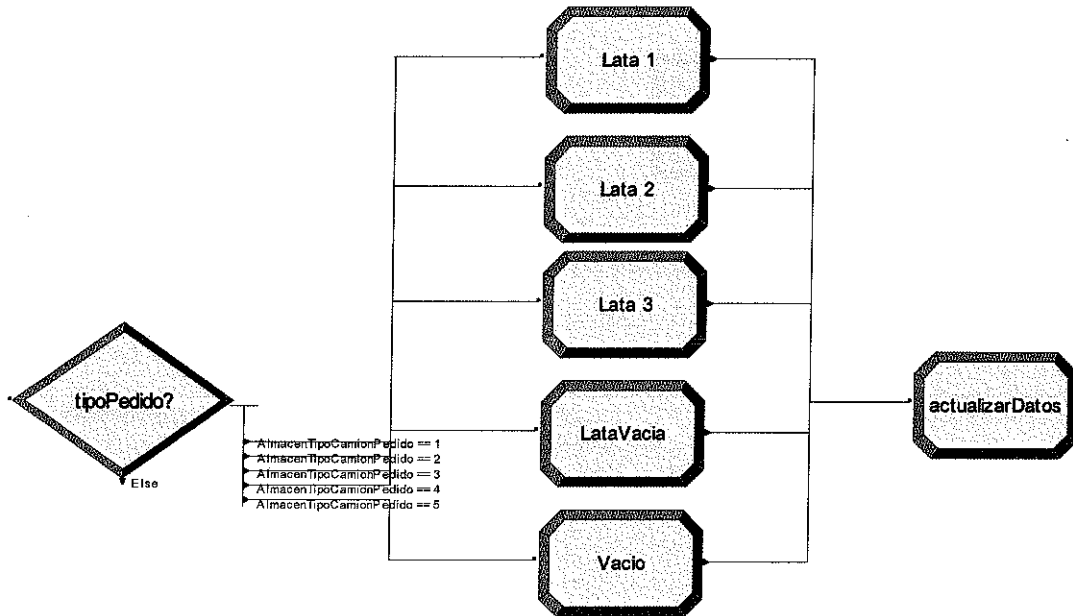
El módulo almacén es un módulo excitado por una señal de impulsos que es el reloj del sistema.

El flujo principal del almacén para enviar un camión es el siguiente:

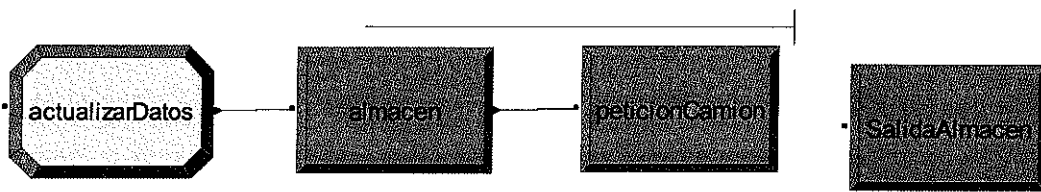
1. Comprobar las variables de estado del almacén, avería y apertura. Comprobar si existen peticiones pendientes.



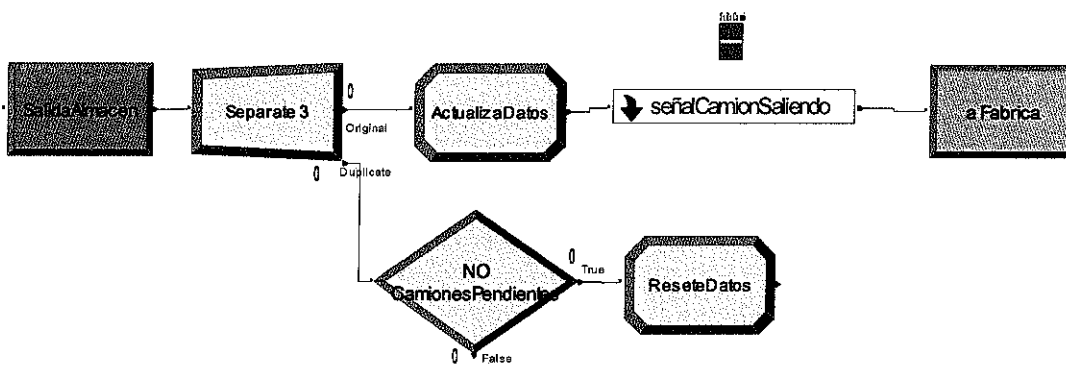
2. Si hay pedidos pendientes,
 - o Decidir el tipo de camión en función del pedido realizado



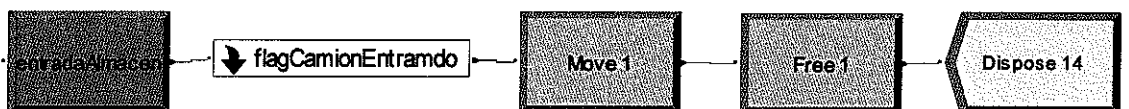
- o Solicitar un camión libre y cargarlo



- o Enviar el camión a fábrica y si no quedan cargas pendientes por enviar resetear las variables.

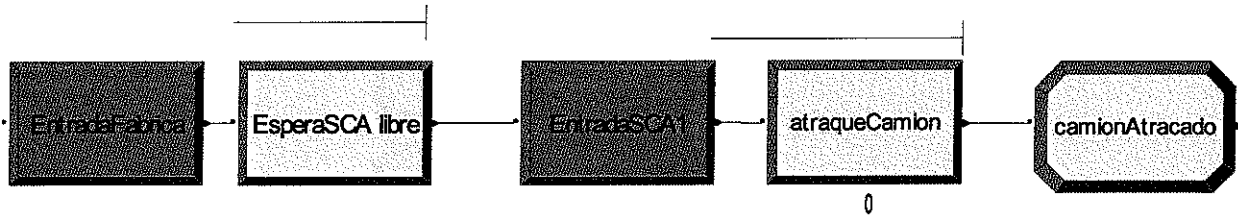


En este módulo también se gestionan los camiones entrantes. Al entrar se mueve el camión al parking y se libera como recurso para que se pueda volver a enviar.

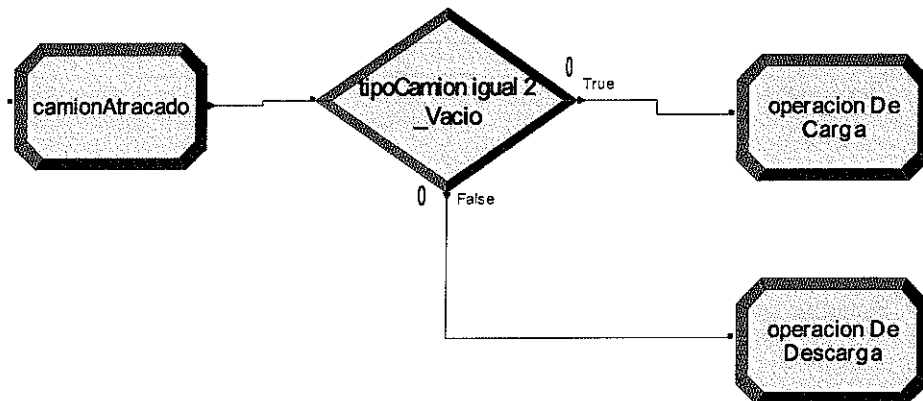


6.2.2 Muelles de carga automáticos

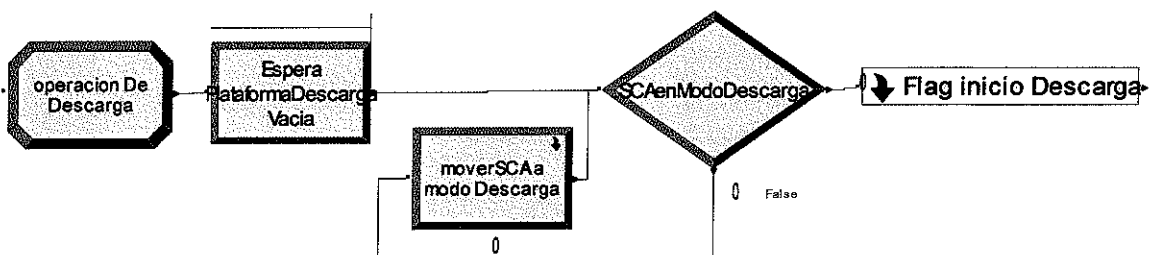
Una vez el camión llega a fábrica, esperará la disponibilidad del SCA y será entonces cuando pueda atracar. El SCA permanecerá ocupado hasta que el camión no se vaya.



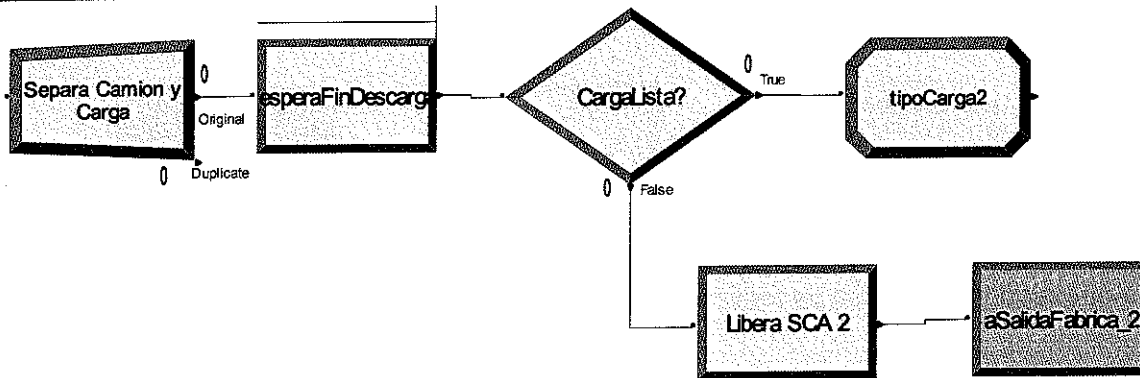
Una vez el camión ha atracado se consulta si es una carga o descarga para realizar las acciones oportunas.



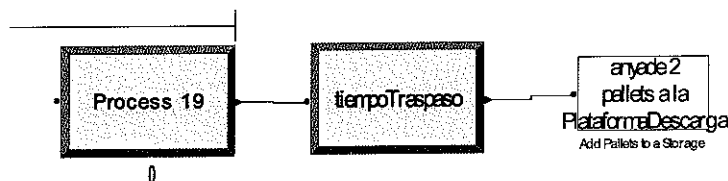
Operación de descarga: Esta operación consiste en descargar sobre la plataforma del SCA toda la carga contenida en el camión. Una vez conocida que la operación es de carga, es necesario esperar a que la plataforma de descarga esté totalmente libre. A continuación se activa la señal de inicio de descarga y se comprueba si las plataformas están en la posición adecuada y si es necesario se hace el movimiento de colocación.



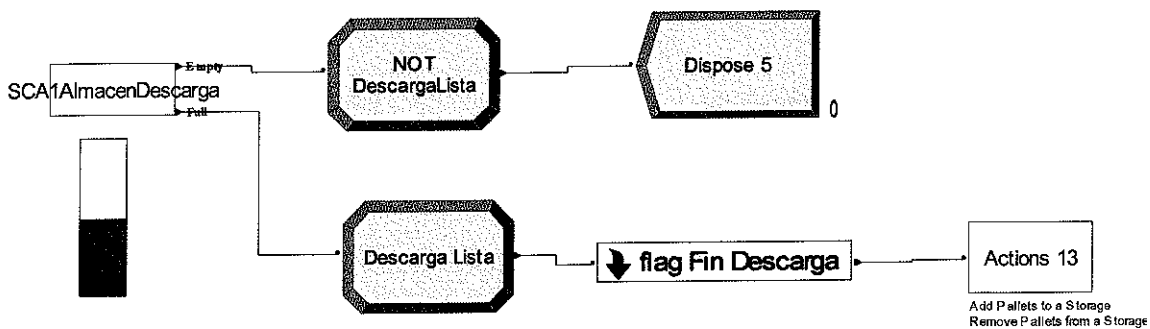
Una vez las plataformas están colocadas correctamente el flujo se separa en dos para realizar tareas diferentes con el camión y con la carga. El camión esperará a que se realice toda la descarga y a continuación si el SCA tiene una carga preparada pasará al modo de carga para realizarla. En caso contrario se libera el SCA y se envía el camión vacío al almacén.



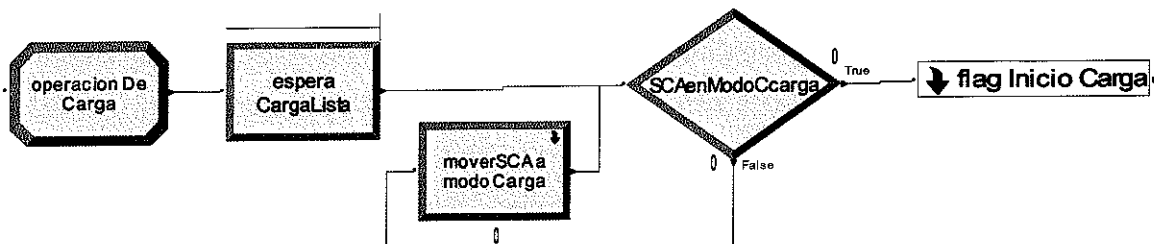
Al separar la entidad de simulación se generan 12 para los palets. Para que se realice el traspaso de las 12 pares de palets a la plataforma.



Cuando se llene la plataforma se generará la señal de descarga lista y la de fin de descarga. La señal de descarga lista se utiliza para traspasar los palets hacia la primera etapa del tren, el despaletizador. Cuando se vacíe el almacén la señal de descarga lista se pondrá a falso.

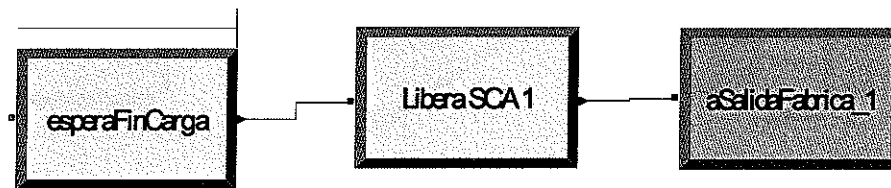


Operación de descarga: Esta operación tiene un comportamiento paralelo a la operación de descarga. El primer punto es esperar a que la plataforma de carga esté lista, a continuación desplazar el SCA si fuera necesario y activar la señal de inicio de carga.

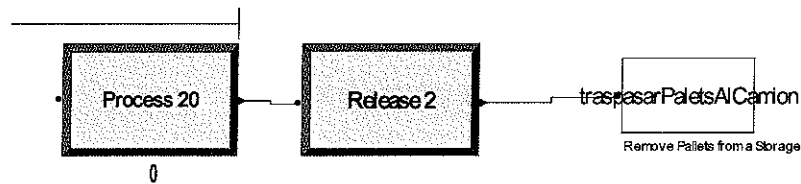


Con la carga iniciada se separa la entidad para tratar el camión y los palets de forma diferente.

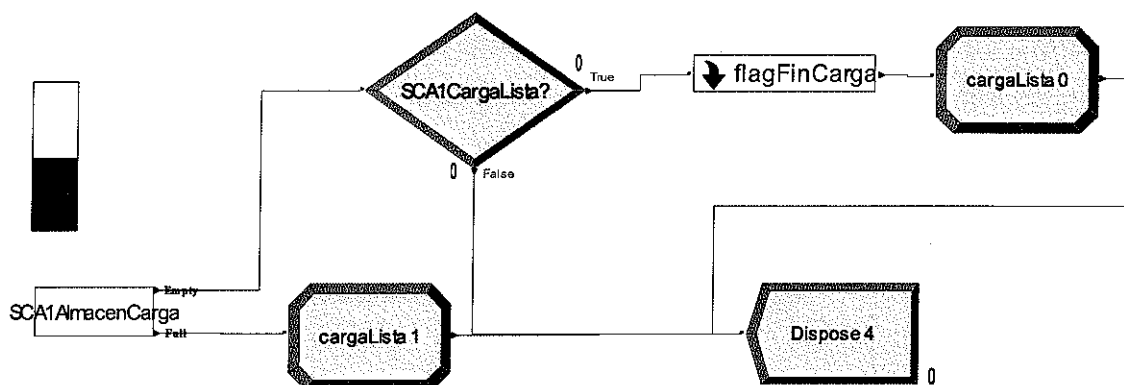
El camión espera a que finalice la carga, libera el SCA y se envía al almacén.



Por otro lado con la carga se realizará la transferencia de los 12 pares de palets ubicados en la plataforma de carga.



Al completar la entrega de palets sobre la plataforma de carga se genera la señal de carga lista, la que permite traspasar de la plataforma al camión. Una vez la plataforma se vacía se levanta la señal de fin de carga y se pone a cero la señal de carga lista.



Al salir los camiones por la puerta de la fábrica se activa la señal de camión saliendo.

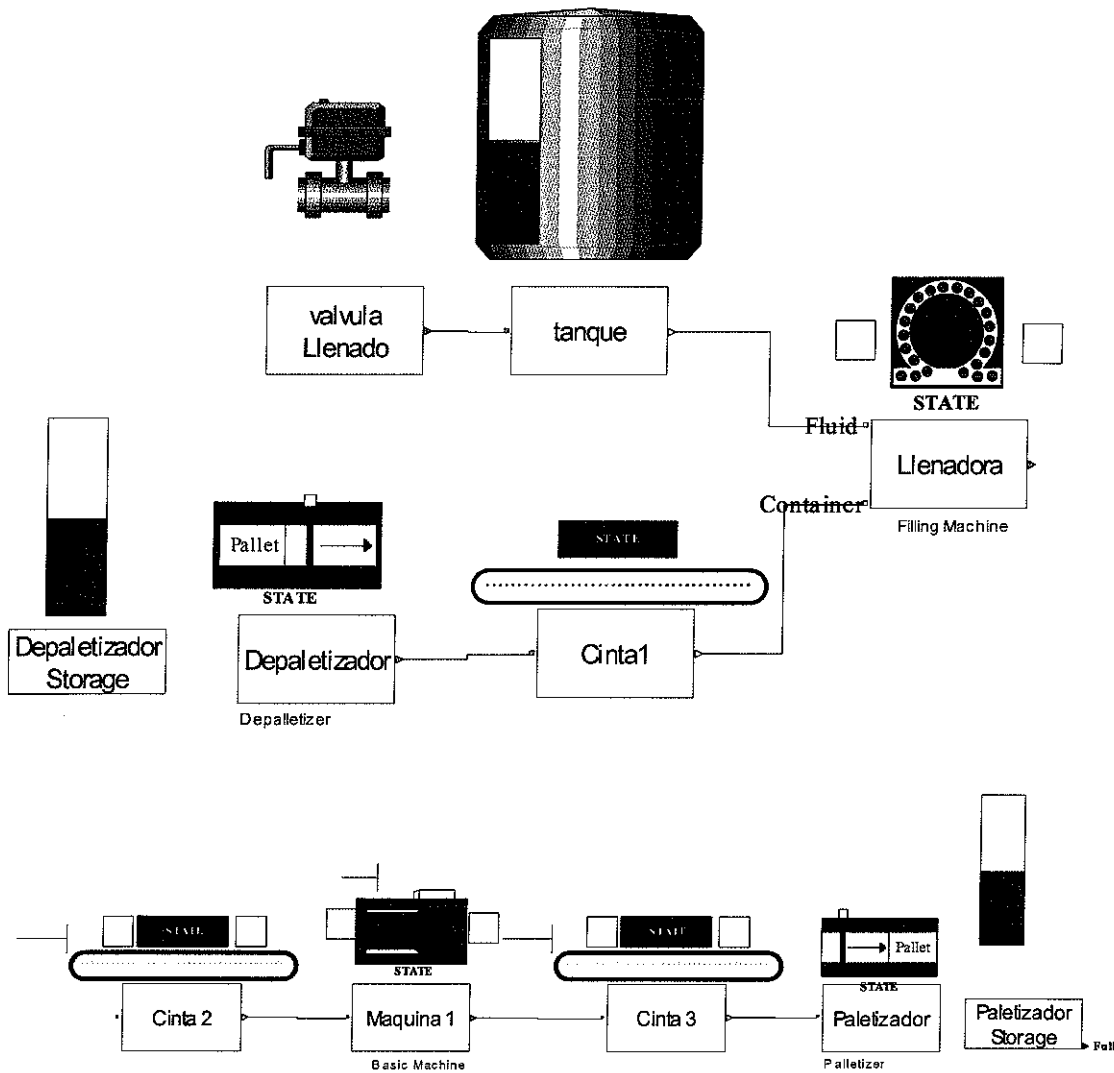


6.2.3 Tren envasado

El tren de envasado se ha implementado con objetos de la librería Packaging de Arena. Se trata de una librería diseñada para simular líneas de envasado de propósitos generales. La librería cuenta con los componentes típicos de una línea como: llenadoras, cintas, separadores de cintas, paletizadores, programaciones, tanques, etc. La ventaja principal de utilizar estos objetos reside en que son muy parametrizables y es Arena quien realiza los cálculos de ocupación para las máquinas si se queda la cinta sin suministro, etc y permite

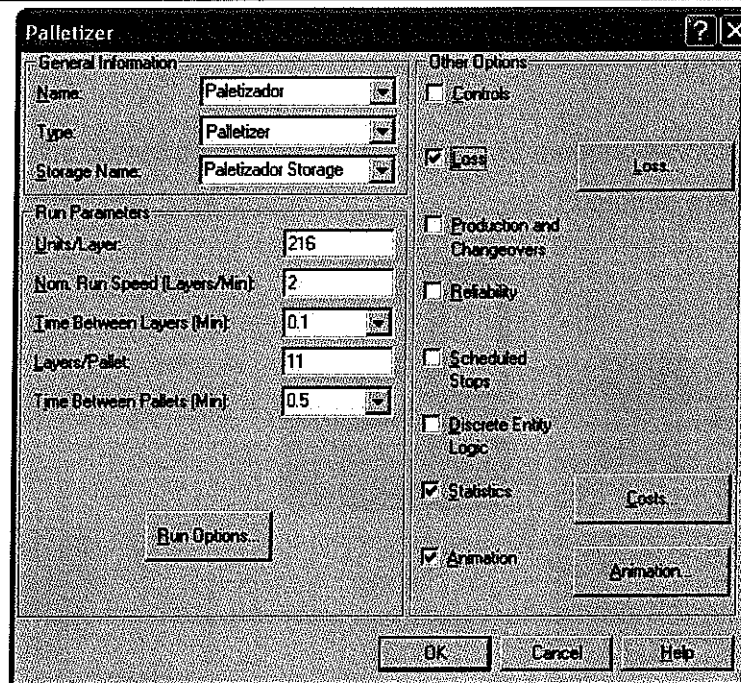
disponer de una línea productiva, con un comportamiento lo más parecido a la realidad, de una forma rápida.

- A continuación se observa un esquema de los componentes utilizados en la línea de envasado para simular.

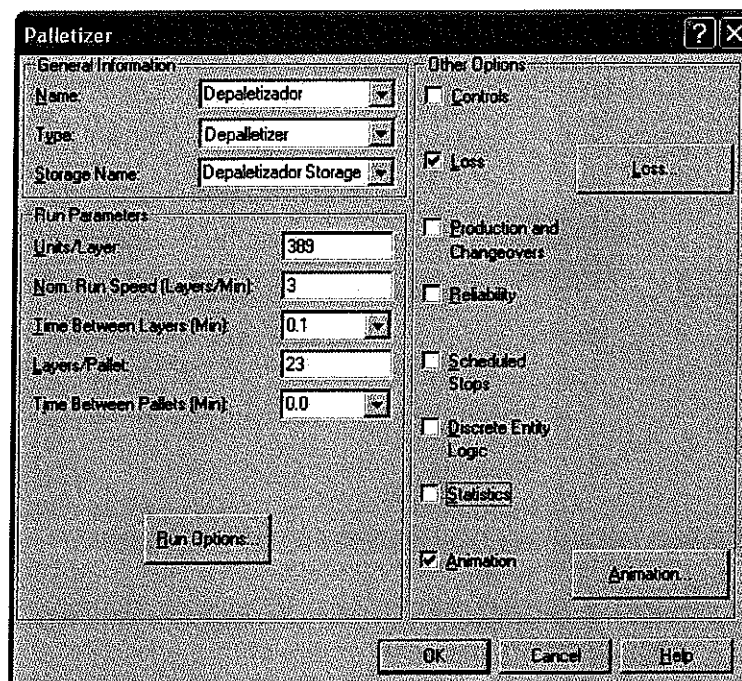


El tren de envasado está formado por los siguientes componentes:

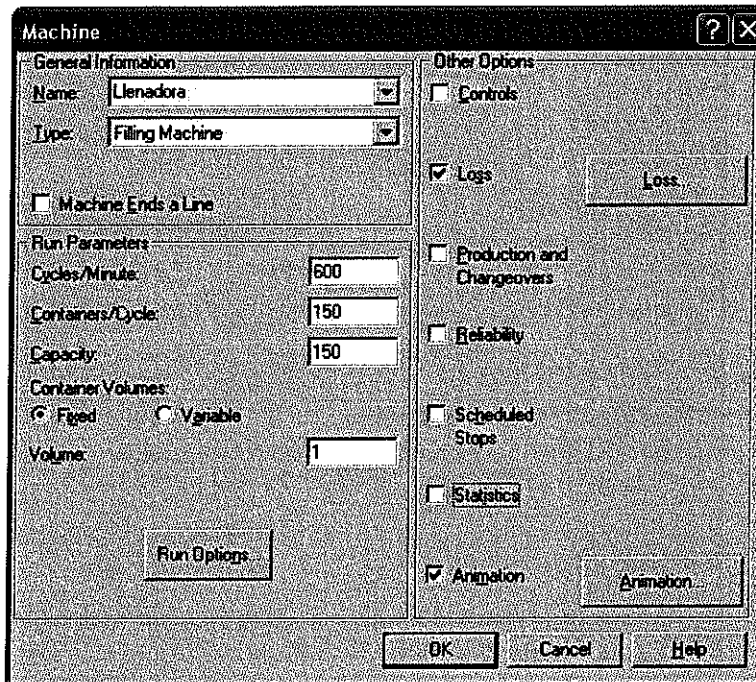
- Válvula de llenado y tanque de llenado: el tanque siempre tendrá bebida para suministrar a la llenadora.
- Paletizador: Se transforman las latas llenas en palets. Se han definido los siguientes parámetros con un 5% de pérdidas. El paletizador tiene una zona de búfer asociada con una capacidad de 50 palets que hace las veces de mesa de entrada.



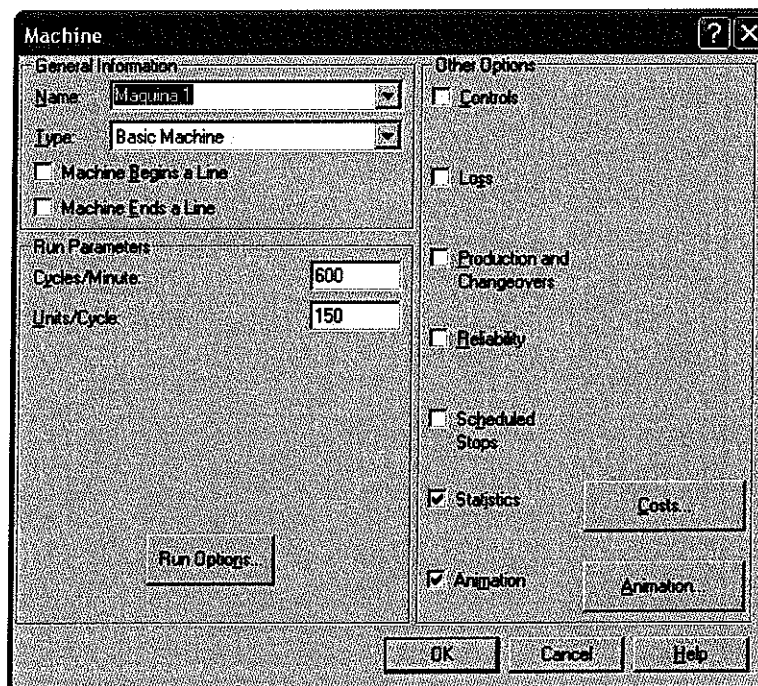
- Depaletizador: donde se transforman los palets en latas. Se han definido los siguientes parámetros con un 2% de pérdidas. El depaletizador tiene un almacén asociado con una capacidad de 2 palets que al ser llenado se genera una señal para que los LGV lo retiren.



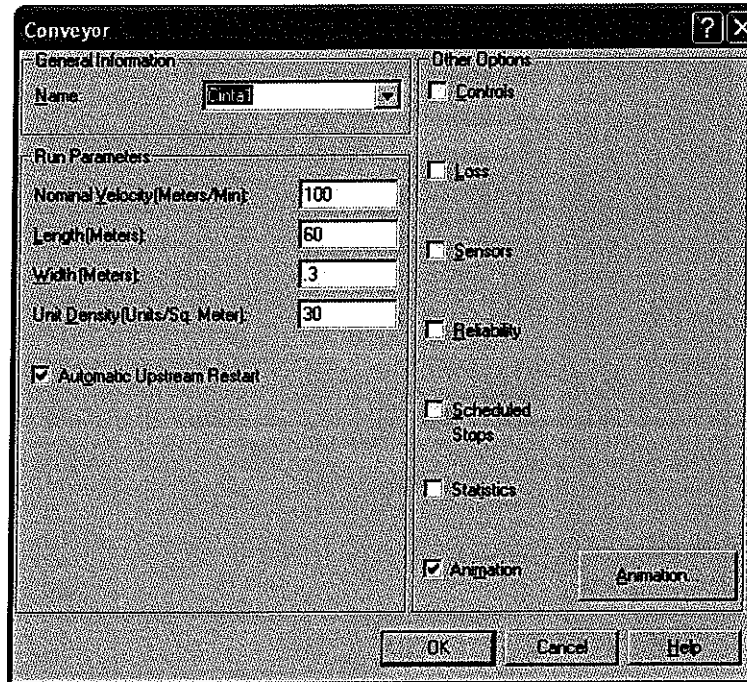
- Llenadora: Realiza el llenado de las latas con la bebida



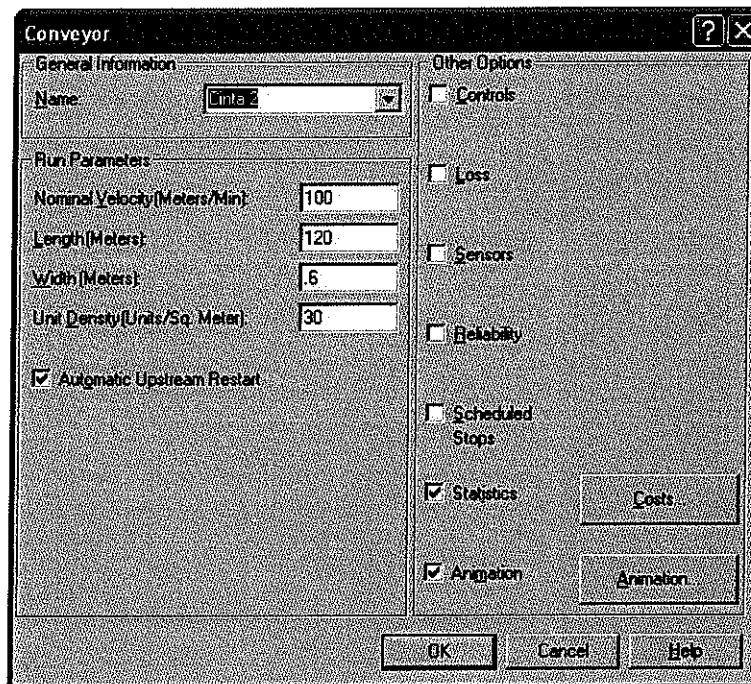
- Maquina1: representa la inspectora la cual puede rechazar algunas latas



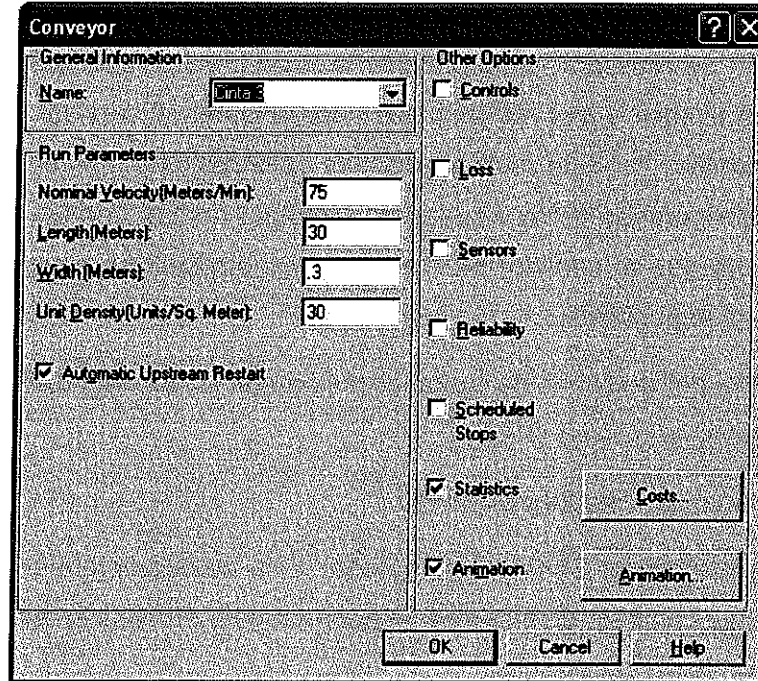
- Cinta 1: cinta transportadora desde el depaletizador hasta la llenadora



- Cinta2: transporta las latas desde la llenadora hasta la máquina 1



- Cinta 3: transporta las latas desde la máquina 1 hasta el paletizador



6.3 Comunicaciones

Las comunicaciones se dividen en niveles tal y como se muestra en el diagrama siguiente.

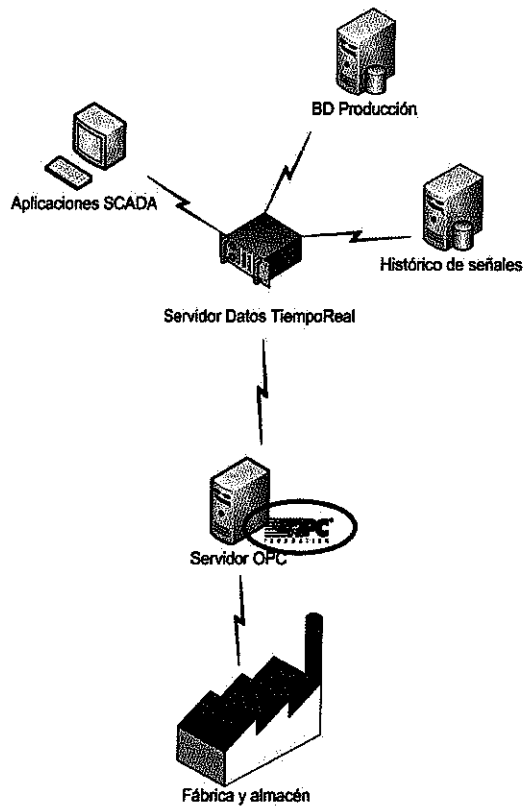


Ilustración 33. Esquema comunicaciones

1. Comunicación del servidor OPC con la planta: en el caso que aplica esta comunicación se realizará de forma que la fábrica se comportará como un cliente OPC y podrá escribir y leer las variables necesarias en el servidor para compartirlas con otros clientes. Por este motivo todas las variables definidas en el servidor se es necesario configurarlas como simuladas. La forma normal con un entorno real y no simulado sería que el servidor se conecta a los dispositivos de planta mediante el uso de drivers específicos.
2. Comunicación del software de automatización con el servidor OPC: este punto se resuelve mediante clientes OPC.
3. Comunicaciones con servidores de BD.
4. Se utilizará tecnología ODBC para guardar toda aquella información necesaria en BD. En el caso concreto de historizar la señales, este proceso lo realiza internamente la plataforma de autotmatización
5. Comunicaciones con clientes SCADA: los SCADAS utilizan el protocolo FastDDE de Wonderware para leer/escribir los datos de los objetos residentes en el servidor

6.3.1 Variables en el servidor OPC

Para las comunicaciones se han definido en el servidor OPC todas las variables de planta que necesitaban ser intercambiadas con la capa de automatización.

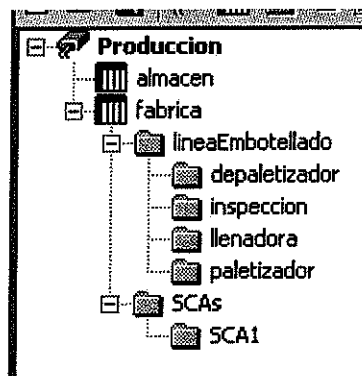


Ilustración 34. Estructura en árbol de variables

Todas las máquinas tienen las mismas variables base:



Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
<input checked="" type="checkbox"/> Bloqueo	K1104	Word	100	None	Bloqueado?
<input checked="" type="checkbox"/> numeroFallo	K1105	Word	100	None	codigo de error
<input checked="" type="checkbox"/> estado	K1101	Word	100	None	Estado de la llenadora [-1..5]
<input checked="" type="checkbox"/> speedfactor	K1103	Word	100	None	Factor de velocidad

Ilustración 35. Datos de máquinas en la línea

A continuación se listan las variables relacionadas con el SCA

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
<input checked="" type="checkbox"/> modoAutomatico	K2013	Word	100	None	Define si el SCA trabaja en "Automatico" o "Manual"
<input checked="" type="checkbox"/> cargaLista	K2011	Word	100	None	El SCA tiene una carga lista para ser traspasada a un camión
<input checked="" type="checkbox"/> descargaLista	K2012	Word	100	None	El SCA tiene una descarga preparada para ser retirada por carril
<input checked="" type="checkbox"/> estado	K2010	Word	100	None	estado del SCA
<input checked="" type="checkbox"/> inicioCarga	K2006	Word	100	None	Indica el inicio de traspasar una carga al camión
<input checked="" type="checkbox"/> inicioDescarga	K2008	Word	100	None	Indica el inicio de traspasar una descarga al SCA
<input checked="" type="checkbox"/> finCarga	K2007	Word	100	None	Indica la finalización del traspaso de una carga al camión
<input checked="" type="checkbox"/> finDescarga	K2009	Word	100	None	Indica la finalización del traspaso de una descarga al SCA
<input checked="" type="checkbox"/> posicionSCA	K2002	Word	100	None	Indica si el SCA está en modo Carga (1) o modo Descarga (2)
<input checked="" type="checkbox"/> numPaletsPlataformaCarga	K2004	Word	100	None	Número palets en la plataforma de carga
<input checked="" type="checkbox"/> numPaletsPlataformaDescarga	K2005	Word	100	None	Número palets en la plataforma de descarga
<input checked="" type="checkbox"/> operacionEnCurso	K2003	Word	100	None	Operación actual del SCA: carga(1), descarga(2), cambio(3)
<input checked="" type="checkbox"/> camionAtracado	K2001	Word	100	None	Señal que indica si hay un camión atracado

Ilustración 36. Datos SCA

Para finalizar este apartado se muestran las variables que controlan el almacén.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
<input checked="" type="checkbox"/> averiaAlmacen	K0005	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> camionEntrando	K0007	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> camionSaliedo	K0006	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> numCamionesEnviados	K0004	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> numCamionesPedidos	K0003	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> numCargasPreparadas	K0009	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> tipoPlataPedido	K0008	Word	100	None	
<input checked="" type="checkbox"/> almacenAbierto	K0001	Word	100	None	Indica si está abierto o cerrado

Ilustración 37. Datos del almacén

6.3.2 Lectura de variables en Archetra

Para las comunicaciones entre Archestra (Wonderware) y el servidor OPC se ha utilizado el objeto OPCCient, para el cual se ha creado una nueva instancia para las siguientes configuraciones:

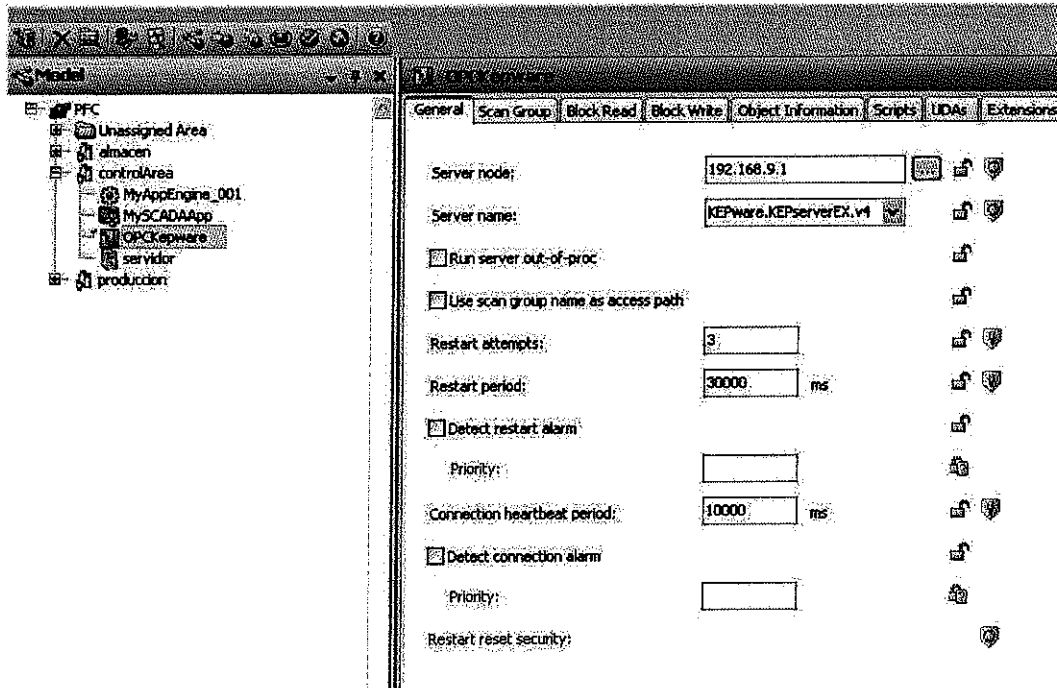


Ilustración 38. Configuración datps conexión cliente OPC

Se definen 3 grupos de variables: almacén, fábrica y sca. A continuación se listan los datos para cada uno de ellos.

Available scan groups: +

Scan Group	Update Interval (ms)
almacen	500
fabrica	500
sca	500

Associated attributes for almacen: +

Attribute	Item Reference
almacenAbierto	Produccion.almacen.almacenAbierto
averiaAlmacen	Produccion.almacen.averiaAlmacen
numCamionesPedidos	Produccion.almacen.numCamionesPedidos
numCamionesEnviados	Produccion.almacen.numCamionesEnviados
camionSaliedo	Produccion.almacen.camionSaliedo
numCargasPreparadas	Produccion.almacen.numCargasPreparadas

Ilustración 39. Variables almacén



Available scan groups:

Scan Group	Update Interval (ms)
almacen	500
fabrica	500
sca	500

Associated attributes for fabrica:

Attribute	Item Reference
lineaEnvasado.dep.al.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.dep.al.estado
lineaEnvasado.dep.al.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.dep.al.speedfactor
lineaEnvasado.dep.al.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.dep.al.bloqueo
lineaEnvasado.dep.al.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.dep.al.numeroFallo
lineaEnvasado.inspeccion.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.inspeccion.estado
lineaEnvasado.inspeccion.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.inspeccion.speedfactor
lineaEnvasado.inspeccion.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.inspeccion.bloqueo
lineaEnvasado.inspeccion.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.inspeccion.numeroFallo
lineaEnvasado.llenadora.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.llenadora.estado
lineaEnvasado.llenadora.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.llenadora.speedfactor
lineaEnvasado.llenadora.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.llenadora.bloqueo
lineaEnvasado.llenadora.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.llenadora.numeroFallo
lineaEnvasado.pal.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.pal.estado
lineaEnvasado.pal.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.pal.speedfactor
lineaEnvasado.pal.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.pal.bloqueo
lineaEnvasado.pal.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.pal.numeroFallo
lineaEnvasado.cinta1.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta1.estado
lineaEnvasado.cinta1.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta1.speedfactor
lineaEnvasado.cinta1.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta1.bloqueo
lineaEnvasado.cinta1.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta1.numeroFallo
lineaEnvasado.cinta2.estado	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta2.estado
lineaEnvasado.cinta2.speedfactor	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta2.speedfactor
lineaEnvasado.cinta2.bloqueo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta2.bloqueo
lineaEnvasado.cinta2.numeroFallo	Produccion.fabrica.lineaEnvasado.cinta2.numeroFallo

Ilustración 40. Variables fábrica

Available scan groups:

Scan Group	Update Interval (ms)
almacen	500
fabrica	500
sca	500

Associated attributes for sca:

Attribute	Item Reference
sca1.camionAtracado	Produccion.fabrica.SCA.sca1.camionAtracado
sca1.posicionSCA	Produccion.fabrica.SCA.sca1.posicionSCA
sca1.operacionEnCurso	Produccion.fabrica.SCA.sca1.operacionEnCurso
sca1.numPaletsPlataformaCarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.numPaletsPlataformaCarga
sca1.numPaletsPlataformaDescarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.numPaletsPlataformaDescarga
sca1.inicioCarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.inicioCarga
sca1.finCarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.finCarga
sca1.inicioDescarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.inicioDescarga
sca1.finDescarga	Produccion.fabrica.SCA.sca1.finDescarga
sca1.estado	Produccion.fabrica.SCA.sca1.estado
sca1.cargaLista	Produccion.fabrica.SCA.sca1.cargaLista
sca1.descargaLista	Produccion.fabrica.SCA.sca1.descargaLista
sca1.modaAutomatico	Produccion.fabrica.SCA.sca1.modaAutomatico

Ilustración 41. Variables SCA

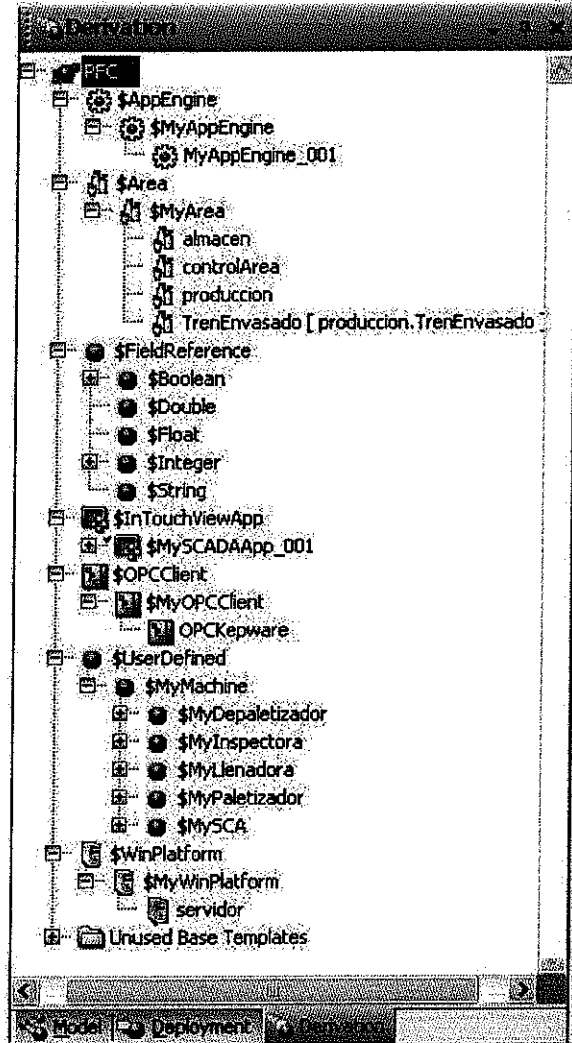


Ilustración 44. Vista Derivation

A continuación se muestra la vista de las plantillas creadas para el proyecto:

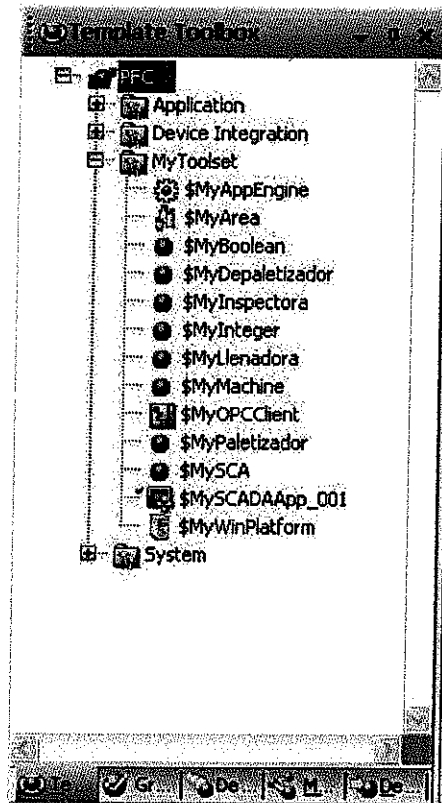


Ilustración 45. Template ToolBox

En este punto se ha implementado la lógica necesaria para que después de cada palet producido comprobar el plan de producción y realizar la petición de camiones en función de las existencias en planta y el plan de producción.

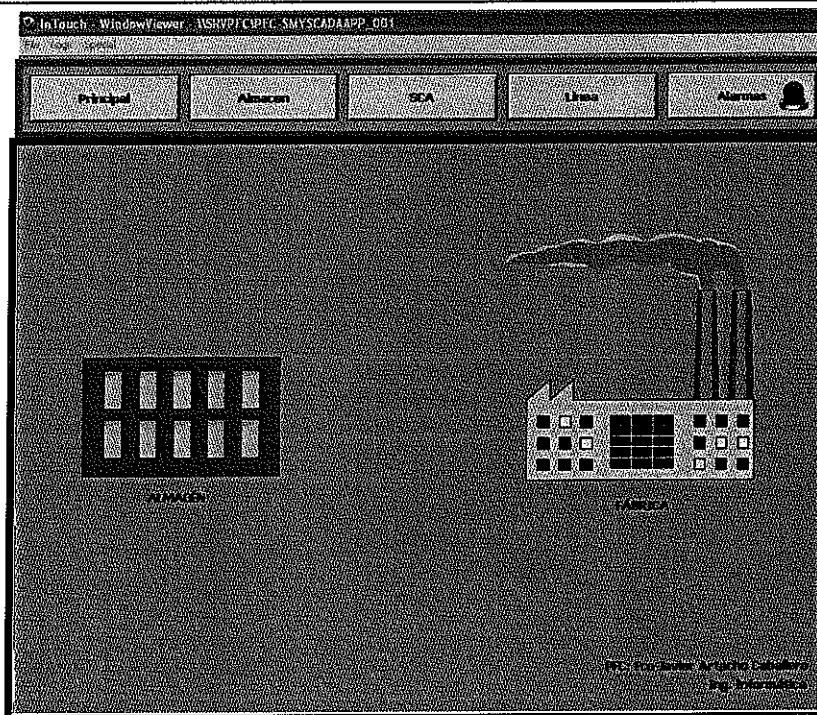
Este plan de producción se aloja en una tabla de una base de datos, en la que se informa de la fecha y turno de producción, el producto a producir y la cantidad. No entra dentro de este trabajo facilitar una interficie para crear y modificar estos datos. Esta información se ha introducido de forma manual en la base de datos.

6.5 Software SCADA

Para el desarrollo de las ventanas de la aplicación se han definido dos zonas en la pantalla: cabecera y contenido.

Cabecera

Contenido



6.5.1 Cabecera

Contiene botones para permitir la navegación entre las pantallas. Es visible siempre

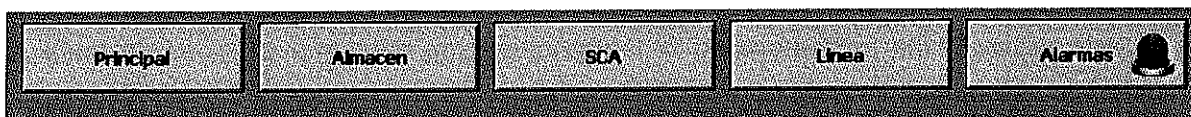


Ilustración 46. Cabecera

Al hacer clic en los botones mostrará la parte correspondiente a cada uno de ellos. En el botón alarmas se mostrará un icono de alarmas parpadeante si existe alguna alarma no reconocida por el usuario. Dejará de visualizarse este icono cuando el usuario entre en la pantalla de alarmas y la acepte.

6.5.2 Contenido

Contiene la información relevante al módulo seleccionado. Existen 5 pantallas: Principal, almacén, sca, línea y alarmas.

1. Principal: Esta pantalla muestra la imagen del almacén y de la fábrica y en caso de alarma o avería en alguna de los dos edificios parpadeará la imagen en concreto indicando la anomalía.

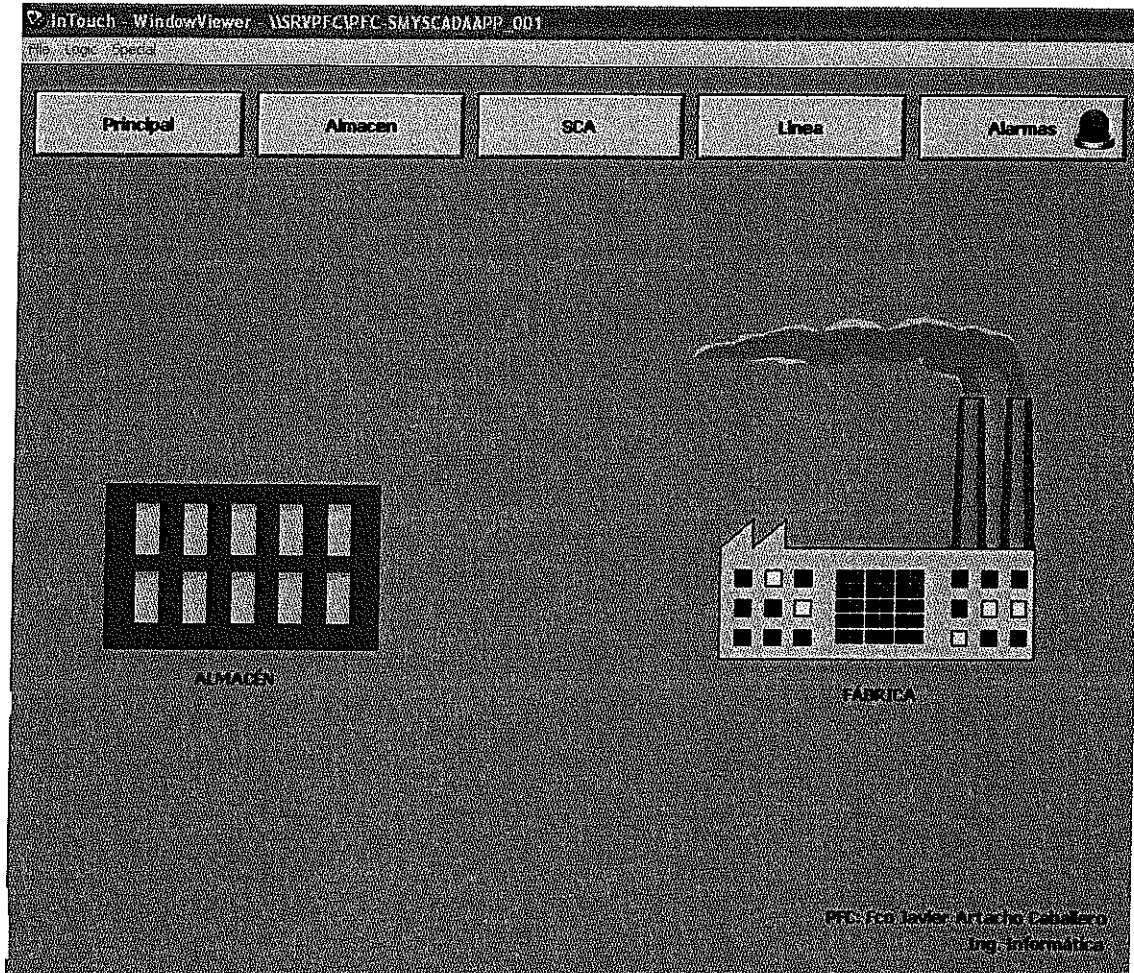


Ilustración 47. Pantalla principal

2. Almacén: En esta pantalla se visualiza el estado de funcionamiento del almacén. El led verde indica si está abierto el almacén, el rojo indica fallo. En los displays se visualizan los camiones pedidos, los enviados y las cargas preparadas. Además incluye un botón para realizar un pedido de camiones de forma manual.

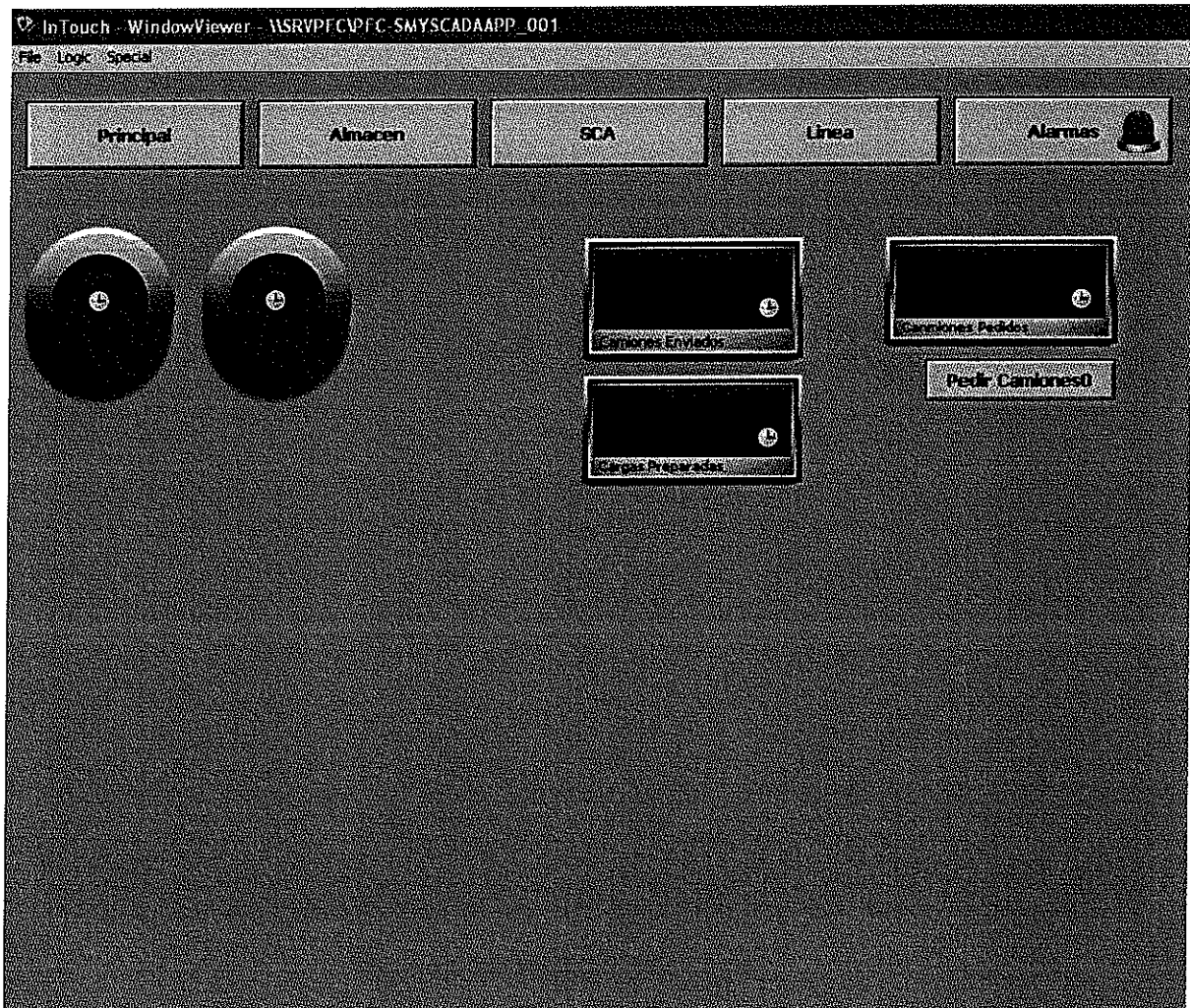


Ilustración 48. Pantalla Almacén

3. SCA: Esta pantalla muestra el sinoptico del SCA. La zona de indicadores, se iluminará el marcador de la operación que se está realizando en un momento dado. La imagen del camión indica si el camión está atracado, si no está no aparece. También se visualizan las plataformas, su posición y la carga que contienen.

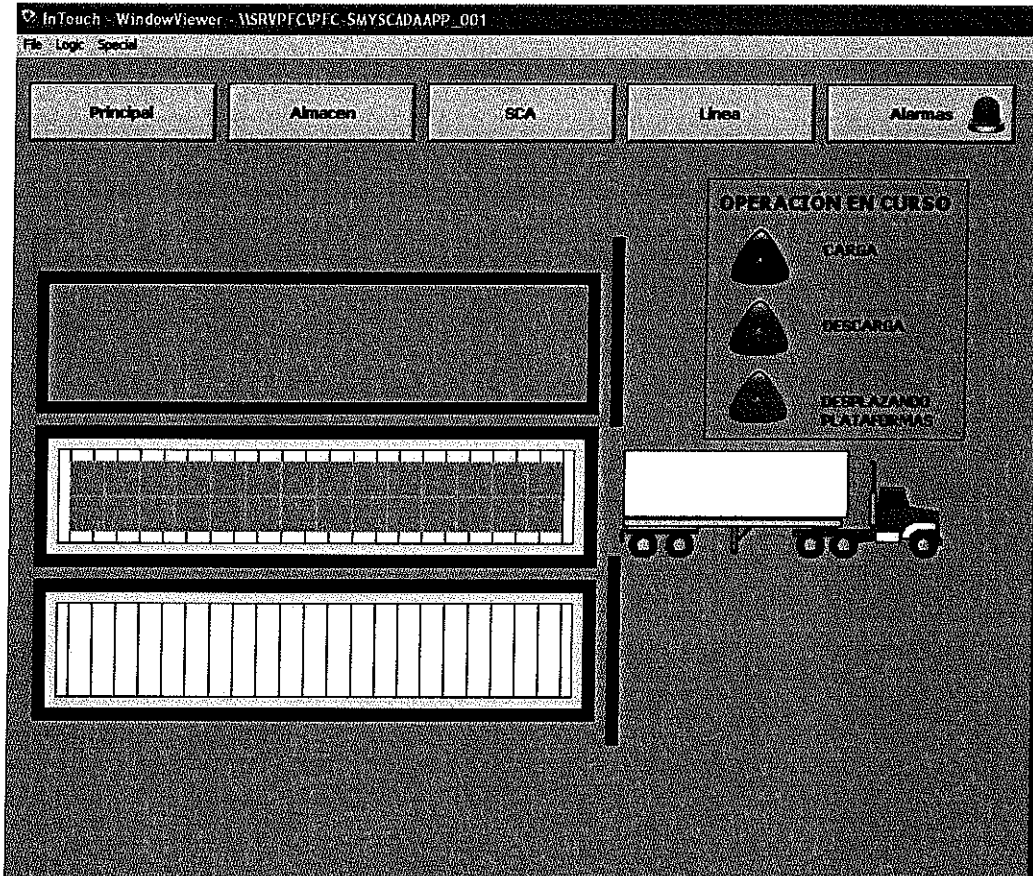
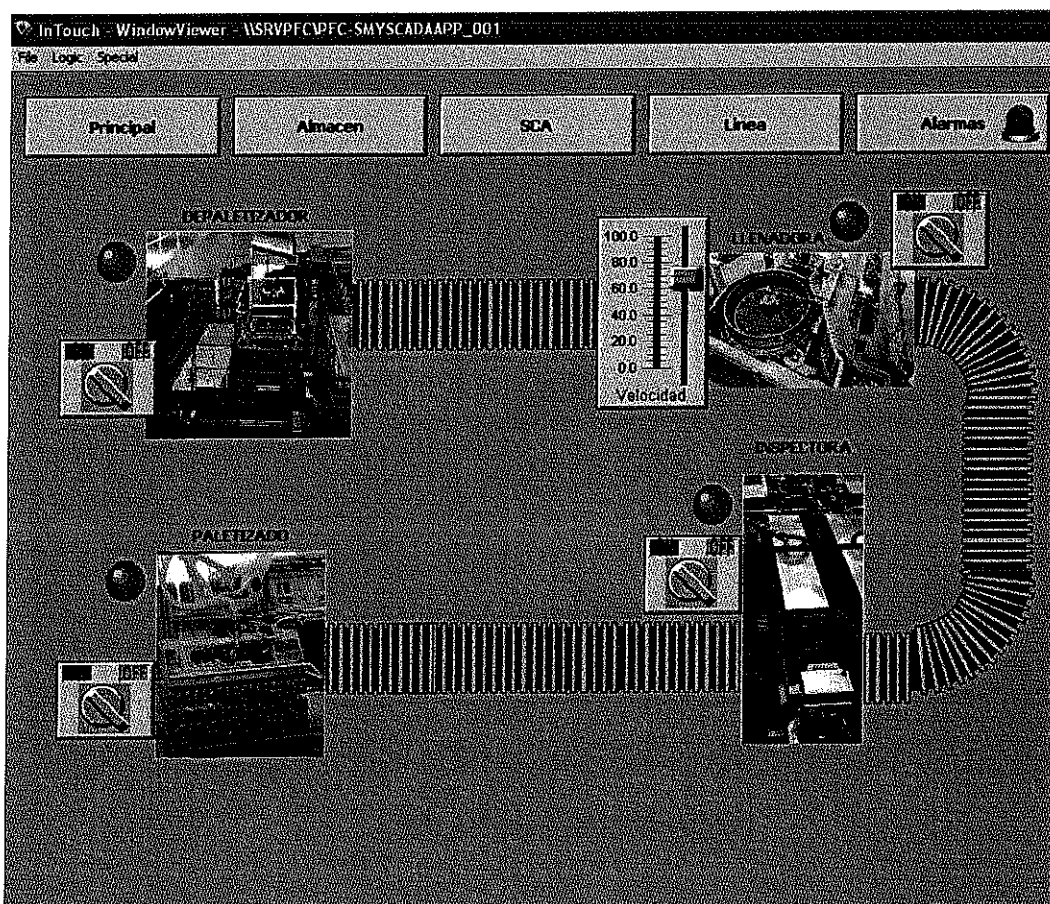


Ilustración 49. Pantalla SCA

4. Línea: En este sinóptico aparecen los elementos de la línea. Para cada uno de ellos existe un interruptor que permite parar la máquina. Además hay un led que se visualiza en verde en caso de un funcionamiento correcto y en rojo en caso de anomalía. Además para el caso de la llenadora existe un control de la velocidad que permite ajustar la velocidad en porcentaje desplazando el selector.





- Alarmas. Esta pantalla muestra el listado con las alarmas nuevas, y las más recientes reconocidas por el usuario. Dispone de dos botones para reconocer las alarmas: uno para hacerlo individualmente y otro para hacerlo masivamente. El hecho de que una alarma este reconocida no significa que el problema esté solventado. Solo es un mecanismo para indicar al sistema que el usuario esta al corriente del malfuncionamiento.

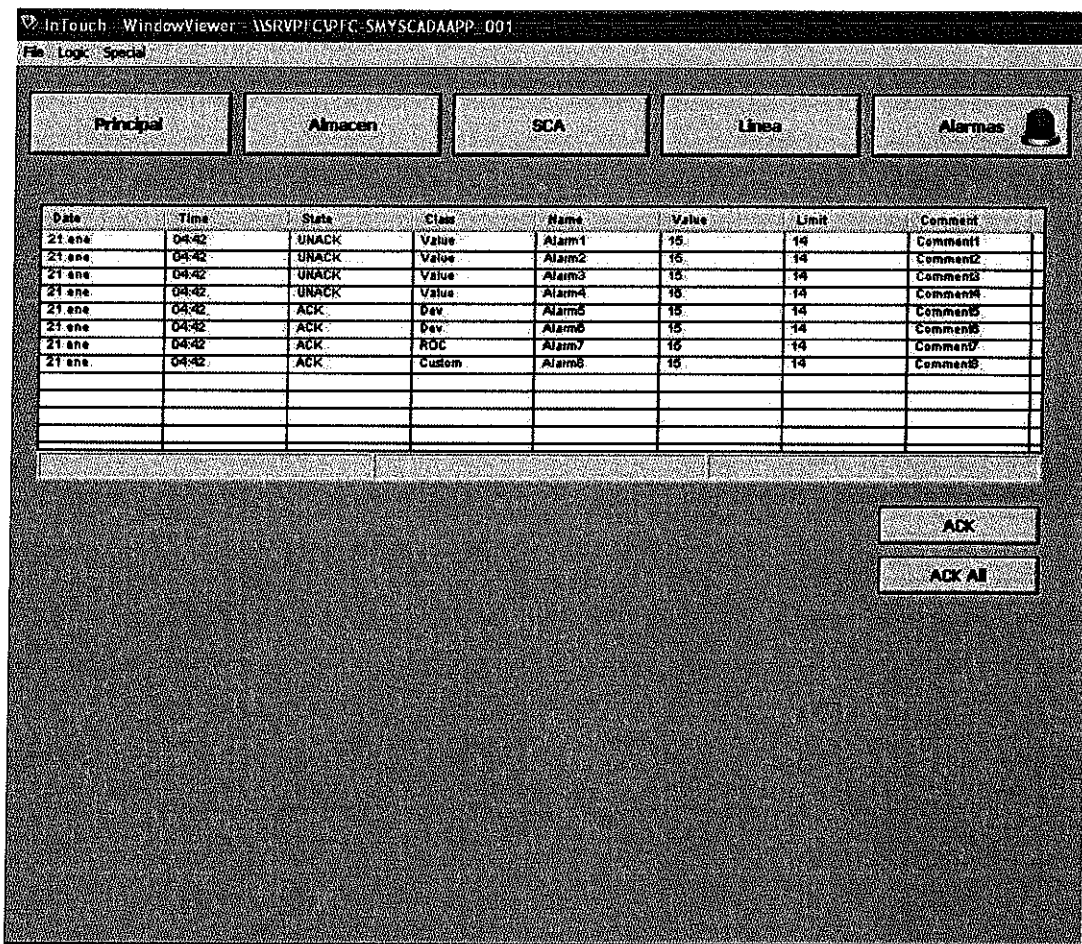


Ilustración 50. Pantalla Alarmas

7 Resultados

Como resultados frutos del presente trabajo se han conseguido los siguientes módulos:

- a. Una fábrica virtual basada en un simulador de un proceso productivo, compuesto por un almacén, unos muelles de carga y descarga automáticos, una línea de envasado y la logística de materias primeras y productos finales entre almacén y fábrica. Además todas las variables involucradas en el proceso fabril están configuradas para ser publicadas en un servidor OPC. El simulador se ha desarrollado con el software Rockwell Arena.
- b. Un servidor con todas las variables generadas en el simulador. Se ha utilizado KepserverEX del fabricante Kepware como servidor OPC.
- c. Una capa de software integrada en el servidor de aplicaciones industrial de tiempo real (Industrial Applicatin Server - Archestra) de Wonderware con un modelo lógico de la planta simulada. En esta capa se ha definido la función de realizar el abastecimiento de camiones con materia primera a la fábrica y la retirada de producto final hacia el almacén basándose en un plan de producción alojado en una base de datos.
- d. Una base de datos de históricos de las señales de planta, utilizando el módulo Industrial SQL, InSQL (Historian) de Wonderware.
- e. Aplicación SCADA de supervisión y control del proceso productivo. Visualizando el funcionamiento de toda la planta simulada, modificando algunos parámetros como ahora las velocidades de trabajo, peticiones de camión. Un listado con las alarmas o averías que ocurren en planta. Además en este software se ha a

8 Conclusiones

Fruto del trabajo realizado durante todo el proyecto se pueden concluir los siguientes puntos:

- a. Rockwell ha dado un paso muy útil para el mundo de la simulación permitiendo integrar los datos de sus simuladores con la tecnología OPC.
- b. Es un buen ejercicio construir un entorno de pruebas para la supervisión de la producción a tiempo real para las empresas con intenciones de realizar implantaciones en productivo. Dota a los departamentos de producción de la experiencia, aunque sea de laboratorio, de las posibilidades reales de la tecnología y a los departamentos de informática de la forma de administrar, mantener y desarrollar los objetos de forma real. Sin el entorno de test, la empresa que quiera conocer el software puede tomar dos acciones:
 - i. Recibir los inputs típicos de comerciales de software en donde todo es ideal y basado en ejemplos que normalmente van en acorde con la producción de la empresa.
 - ii. Realizar visitas a otras empresas con experiencias pasadas, aunque normalmente en estas visitas todo funciona a la perfección y los fallos no existen o son mínimos
- c. La tecnología de supervisión seleccionada, Industrial Application Server, es una tecnología propietaria con unos costes de licencia que, a priori, parecen elevados pero disimulan si se compara con los costes de las infraestructuras productivas de las empresas o con las mejoras en el proceso productivo a medio plazo que conllevará la implantación del mismo.
- d. Un punto estratégico para una buena implantación de las tecnologías MES y todo lo que la envuelve es la captación de datos/señales de las máquinas de la cadena de producción. La planta de producción es una fuente de señales/datos interesantes para la mayoría de departamentos. Es necesario que las empresas conozcan los elementos que existen en sus plantas y que datos pueden extraer de cada uno de ellos. El siguiente paso tras conocer los datos es que esta información llegue a los usuarios correctos: calidad, producción, mantenimiento,.... Idealmente un sistema MES implantado de forma correcta debe tener acceso a todos los datos

necesarios como para calcular y presentar en una pantalla a tiempo real el coste de la producción actual, es decir mostrar el valor euros/segundo de costes y el margen de beneficios.

- e. La unidad de tiempo mínima con la que trabajan los sistemas de gestión ERP son turnos de trabajo, normalmente 8 horas. Los elementos de control de planta (PLCs HMI, Robots, etc) que controlan las máquinas de producción trabajan con unidades de tiempo del orden de segundos a lo máximo. La tecnología MES cubre este hueco temporal entre el control de la producción y la gestión de la misma, transformando las señales generadas en planta en información útil para la gestión.

9 Trabajo futuro

Una vez dado por concluido el trabajo del presente proyecto, se debe seguir trabajando en 3 líneas paralelas:

- Realización de pruebas sobre el prototipo construido con el fin para testear a fondo la tecnología de supervisión.
- Ampliar el simulador añadiendo camiones, SCAs, líneas de envasado, LGVs, elevadores para que el la fábrica virtual sea más semejante a la fábrica real para que se convierta en un entorno de preproducción en el futuro.
- Iniciar las tareas necesarias para la diseñar y prepara de forma correcta implantación en productivo de la tecnología de supervisión

10 Análisis económico

10.1 Planificación

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Trabajo
1. Gestión del proyecto	100 días	lun 01/09/08	vie 30/01/09	2.200,00 €	44 horas
2. Formación Wonderware	6,5 días?	lun 22/09/08	jue 02/10/08	1.700,00 €	68 horas
3. Definición	29,33 días?	mié 17/09/08	mar 28/10/08	4.685,00 €	113 horas
4. Objetivos	2,5 días	mié 17/09/08	vie 19/09/08	900,00 €	20 horas
5. Arquitectura	2,5 días	jue 02/10/08	lun 06/10/08	405,00 €	9 horas
6. Doc. Propuesta Arquitectura	0 días	lun 06/10/08	lun 06/10/08	0,00 €	0 horas
7. Valoración formas de interacción Arena y otro software	8,33 días	vie 03/10/08	mié 15/10/08	1.150,00 €	30 horas
8. Informe y selección forma interacción Arena y otro software	0 días	mié 15/10/08	mié 15/10/08	0,00 €	0 horas
9. Definición model logic i descripción elements productus	8,33 días	jue 09/10/08	mar 21/10/08	1.350,00 €	30 horas
10. Definición datos a intercambiar entre las diferentes capas	1,67 días?	mar 21/10/08	mié 22/10/08	270,00 €	6 horas
11. Documento del modelo y datos	0 días	mié 22/10/08	mié 22/10/08	0,00 €	0 horas
12. Revisión modelo	5 días	mar 21/10/08	mar 28/10/08	610,00 €	16 horas
13. Desarrollo	35,29 días	mar 28/10/08	mar 16/12/08	4.782,50 €	191,3 horas
14. Revisión 1 documento modelo lógico y de datos	0 días	mar 18/11/08	mar 18/11/08	0,00 €	0 horas
15. Revisión 2 documento modelo lógico y de datos	0 días	mié 03/12/08	mié 03/12/08	0,00 €	0 horas
16. Desarrollo simulador proceso productivo	18,75 días	mar 28/10/08	lun 24/11/08	1.500,00 €	60 horas
17. Desarrollo sistema automatización producción	18,75 días	lun 03/11/08	jue 27/11/08	1.500,00 €	60 horas
18. Publicación de datos en el OPC	11,25 días	vie 31/10/08	lun 17/11/08	450,00 €	18 horas
19. Ficheros configurador servidor y cliente OPC	0 días	lun 17/11/08	lun 17/11/08	0,00 €	0 horas
20. Fichero simulación de planta (Software Arena)	0 días	lun 24/11/08	lun 24/11/08	0,00 €	0 horas
21. Generación historicos	3 días	jue 27/11/08	lun 01/12/08	150,00 €	6 horas
22. Base de datos y modelo de planta Orchestra	0 días	lun 01/12/08	lun 01/12/08	0,00 €	0 horas
23. Generación pantallas SCADA (proceso básico)	7,25 días	jue 27/11/08	lun 08/12/08	507,50 €	20,3 horas
24. SCADA SCA	0 días	lun 08/12/08	lun 08/12/08	0,00 €	0 horas
25. Desarrollo reports	5,63 días	mar 09/12/08	mar 16/12/08	225,00 €	9 horas
26. Desarrollo tratamiento de fallos	11,25 días	jue 27/11/08	vie 12/12/08	450,00 €	18 horas
27. Software SCADA	0 días	vie 12/12/08	vie 12/12/08	0,00 €	0 horas
28. Proves	23 días?	mar 18/11/08	jue 18/12/08	900,00 €	20 horas
29. Revisión sistema Gestión Producción	5 días	mar 25/11/08	lun 01/12/08	180,00 €	4 horas
30. Revisión Simulador	5 días?	mar 18/11/08	lun 24/11/08	360,00 €	8 horas
31. Revisió SCADAs	10 días?	mié 03/12/08	mar 16/12/08	360,00 €	8 horas
32. Validación sistema completo	1 día?	jue 18/12/08	jue 18/12/08	0,00 €	0 horas
33. Documentación	49 días	mar 28/10/08	vie 02/01/09	4.690,00 €	110,8 horas
34. Documento PFC	0 días	vie 02/01/09	vie 02/01/09	0,00 €	0 horas
35. Preparación presentación	10 días?	lun 12/01/09	vie 23/01/09	4.000,00 €	80 horas
36. Powerpoint	0 días	vie 23/01/09	vie 23/01/09	0,00 €	0 horas

Tabla 9. Planificación

Han existido pequeñas desviaciones en el transcurso del proyecto sobretodo en las etapas iniciales en donde las tareas tenían un matiza más de investigación y pruebas de tecnologías. Estas desviaciones se han ido corrigiendo y la desviación final ha sido de un 6% (aprox).

A continuación se observa el diagrama de Gantt con las tareas.

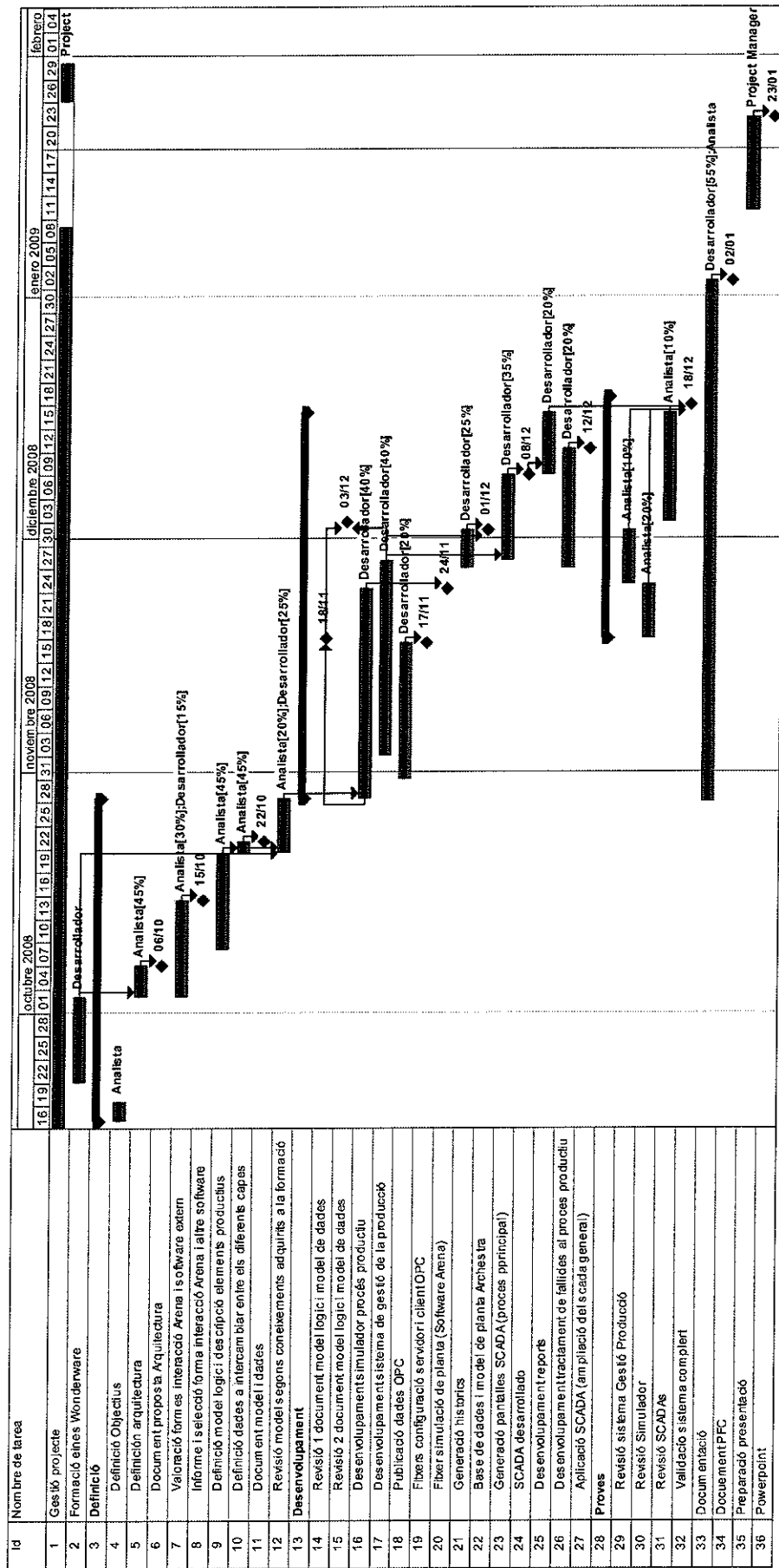


Tabla 10. Diagrama de Gantt

10.2 Presupuesto

El presupuesto del proyecto se ha dividido en los siguientes conceptos: recursos humanos, software y hardware.

Concepto	Presupuesto
Recursos Humanos	24.853 €
Licencias	62.000€
Hardware	14.736€

TOTAL	101.589€
--------------	-----------------

Tabla 11. Presupuesto general




Añadir este entorno de test en la industria presupone el aproximadamente entre el 3% y el 5% del coste de una línea de envasado nueva, con un grado alto de automatización.

10.2.1 Recursos Humanos

En el desarrollo del proyecto se han tenido en cuenta la participación de 3 tipos de perfiles: Responsable de proyectos, analista y desarrollador. Las tarifas aplicadas a estos perfiles son las siguientes:

Perfil	Tarifa
Responsable de proyectos	45€
Analista	50€
Desarrollador	30€

A continuación se muestra una tabla con la dedicación de cada perfil a las diferentes tareas y el coste.

	①	Nombre del recurso	Trabajo	Costo	
1		Project Manager	124 horas	5.580,00 €	
		Gestión del proyecto	44 horas	1.980,00 €	
		Preparación presentación	80 horas	3.600,00 €	
2		Analista	209 horas	10.450,00 €	
		Objetivos	20 horas	1.000,00 €	
		Arquitectura	9 horas	450,00 €	
		Doc. Propuesta Arquitectura	0 horas	0,00 €	
		Valoración formas de interacción Arena y otro software	20 horas	1.000,00 €	
		Definición model logic i descripció elements productius	30 horas	1.500,00 €	
		Definición d'adatos a intercambiar entre las diferentes capas	6 horas	300,00 €	
		Revisión modelo	8 horas	400,00 €	
		Revisión sistema Gestión Producción	4 horas	200,00 €	
		Revisión Simulador	8 horas	400,00 €	
		Revisió SCADA's	8 horas	400,00 €	
		Documentación	96 horas	4.800,00 €	
	3		Desarrollador	294,1 horas	8.823,00 €
			Formación Wonderware	68 horas	2.040,00 €
		Valoración formas de interacción Arena y otro software	10 horas	300,00 €	
		Revisión modelo	10 horas	300,00 €	
		Desarrollo simulador proceso productivo	60 horas	1.800,00 €	
		Desarrollo sistema automatización producción	60 horas	1.800,00 €	
		Publicación de datos en el OPC	18 horas	540,00 €	
		Generación históricos	6 horas	180,00 €	
		Generación pantalles SCADA (proceso básico)	20,3 horas	609,00 €	
		Desarrollo reports	9 horas	270,00 €	
		Desarrollo tratamiento de fallos	18 horas	540,00 €	
	Documentación	14,8 horas	444,00 €		

Uso de recursos

Tabla 12. Dedicación por perfiles y tareas



Responsable de proyectos	5.580 €
Analista	10.450 €
Desarrollador	8.823 €

TOTAL	24.853 €
--------------	-----------------

10.2.2 Licencias

En lo referente al software se ha de tener presente 3 tecnologías:

1. Driver comunicaciones OPC: Coste: Aprox 700€
2. Software de simulación Coste aprox: 15.000 €
3. Software de automatización Coste aprox 62.000€
 - a. System Platform 50.000 señales IO y 25.000 señales para historizar -> 55.000 €
 - b. Entornos de Runtime para SCADAS InTouch con 1000 Señales y Terminal Services 3.500. Se recomienda instalar 2, por lo tanto 7.000€

El coste total de la licencias ascendería a 89.700€.

10.2.3 Hardware

Para un implantación en productivo sería necesario disponer de 3 servidores: Tiempo Real, Simulación e Históricos. Es por esto que se ha seleccionado un servidor en el Anexo III y se ha multiplicado por 3 el coste.

El precio de un servidor es 4.912,00 €.

El precio para los 3 servidores es de 14.736,00 €

11 Glosario

BI Bussines Intelligence: especialidd informática que gestiona y analiza los datos de la empresa

CAD Computer Arded Desgin: herramientas software para dibujo por ordenador

CAM Computer Arded Manufacturing: herramientas software para la fabricación asistida por ordenador

CRM Customer Relationship Managenet: herramienta software para la gestión de clientes y la relación con estos. Muy utilizado en medianas y grandes empresas

DCS Distributed Control System: sistemas de control en los que las entradas y salidas de señales están separadas físicamente de las unidades centrales de control

DES Discrete Event Simulation: un sistema de simulación con cambios de estado generados por eventos discretos

ERP: Enterprise Resource Planning: sistema software para gestionar los recursos de una empresa

GMAO Gestión de Mantenimiento Asistido por ordenador: Software para la gestión de los datos derivados del mantenimiento industrial

IAS Industrial Aplicatoin Server: Tecnología servidora de Wonderware para la gestión de los datos de planta en tiempo real

ISA International Society of Automation: Organización de estándares para la automatizacion. <http://www.isa.org>

LIMS: Laboratory information management systems: Software de gestión de la informacion de un laboratorio

LGV: Laser Guided Vehicles: Vehículos automáticos que utilizan la tecnología laser para posicionarse.

MESA: Manufacturing Enterprise Solutions Association. Asociación de productores, integradores y profesionales industrials que promueven la innovación y bestpractices en los entornos industriales. <http://www.mesa.org>



OF Orden de Fabricación Listado de los productos a fabricar en un determinado turno y las necesidades de material.

OP Orden de producción = mirar OF

OLE Object Linked Embedded: Protocolo y sistema distribuido de objetos desarrollado por Microsoft

OPC OLE for Process Control: Aplicación de la tecnología OLE para controlar procesos industriales.

PLC: Programmable Logic Controler: controlador para la automatización de procesos electromecánicos

PLM:Product Lifecycle Management: herramientas para gestionar el ciclo de vida completo de un producto

SCA Sistema de carga automático: Muelle de carga de camiones automatizado

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition: software para el control y la supervisión de procesos industriales. Está compuesto por dos componentes: el entorno de desarrollo y el entorno de ejecución.

SCP: Supply Chain Planning: Software de gestión de la planificación de los aprovisionamientos de la producción

TMS Transports Management System: Software de gestión de transportes

WMS: Warehouse Mangement System: software de gestión de almacenes

12 Bibliografía

- [1] **Autómatas programables: entorno y aplicaciones**
E. Mandado, J. Marcos, C. Fernández, J.I. Armesto, S. Pérez.
Ed. Paraninfo, 2005
- [2] **Blog sobre informatica industrial**
<http://redindustria.blogspot.com>
- [3] **CIM: Principles of Computer Integrated Manufacturing**
Jean-BaptisteWaldner
John Wiley & Sons, 1992
- [4] **Fabricante maquinaria envasado**
SIDEL
<http://www.sidel.com/es>
- [5] **Fabricante de software de simulación**
<http://www.arenasimulation.com/>
- [6] **Fundación MESA**
<http://www.mesa.org>
- [7] **Fundación OPC**
<http://www.opcfoundation.org>
- [8] **Información referente a latas de bebidas**
<http://latasdebebidas.com>
- [9] **Ingeniería de la Automatización Industrial**
R. Piedrafita
Ed. Ra-Ma, 2004
- [10] **Kepware Servidor OPC**
<http://www.kepware.com/>
- [11] **Listado de errors comunicaciones OPC**
<http://www.advosol.com/OpcErrorLookup.aspx>

-
- [12] **Managing Automation MES**
<http://www.managingautomation.com/maonline/channel/ManufacturingExecutionSystemsMES/>
- [13] **Matrikon Servidor OPC**
<http://www.matrikon.com/>
- [14] **MES: A guide to getting started**
<http://www.pacetoday.com.au/Article/MES-A-guide-to-getting-started/428350.aspx>
- [15] **MES: Definition Work Continues**
<http://www.automationworld.com/news-1972>
- [16] **MES The key to a transparent operation**
KRONES
<http://www.krones.com/en/industries/139.htm>
- [17] **Proveedor automatización de fin de línea**
Electric80
<http://www.electric80.com/>
- [18] **SAP's Move on Visiprise Confirms MES ambitions**
By Andrew Bond, Industrial Automation Insider
<http://www.controlglobal.com/industrynews/2008/248.html>
- [19] **Sistemes Integrats de Fabricació**
Apuntes de la asignatura Sistemes Integrats Fabricació de la Universitat de les Illes Balears
<http://dmi.uib.es/~burguera/sif.htm>
- [20] **Sistemas MES**
Enco
<http://www.encoweb.com/?q=sistemas-mes>
- [21] **The route to a factory Information System**
Lighthouse Systems
<http://www.lighthousesystems.com/Home/content/File/Route%20to%20a%20Factory%20Information%20System%20new%20PDF.pdf>
- [22] **What do you really need an MES for?**
By Andrew Bond, Industrial Automation Insider
<http://www.controlglobal.com/industrynews/2008/398.html>



- [23] **Wikipedia Devicenet**
<http://en.wikipedia.org/wiki/Devicenet>

- [24] **Wikipedia DNP3**
<http://en.wikipedia.org/wiki/DNP3>

- [25] **Wikipedia MES**
http://en.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_Execution_Systems

- [26] **Wikipedia SCADA**
<http://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>

- [27] **Wonderware System Platform**
<http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareSystemPlatform.aspx>

- [28] **Wonderware HMI/SCADA Software Solutions**
<http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareHMISCADA.aspx>

- [29] **Wikipedia Computer Integrated Manufacturing**
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_integrated_manufacturing

- [30] **Simatic MES Diving Center**
<http://mes-simaticit.siemens.com/>

- [31] **Wikipedia Simulación de eventos discretos**
http://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_event_simulation

13 Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama proceso producción	10
Ilustración 2. Transito fábrica-almacén	15
Ilustración 3. Esquema de la planta productivo	18
Ilustración 4. Laser Guide Vehicle.....	19
Ilustración 5. Palet latas.....	20
Ilustración 6. Transporte de latas.....	21
Ilustración 7. Despaletizador.....	21
Ilustración 8. Llenado y pasteurización	21
Ilustración 9. Llenadora de latas	22
Ilustración 10. Giro de latas	22
Ilustración 11. Transporte de latas y packs.....	22
Ilustración 12. Detalle anillas	23
Ilustración 13. Aplicadora de anillas.....	23
Ilustración 14. Paletizado, enfardado y etiquetado.....	24
Ilustración 15. Islas de paletizado	24
Ilustración 16. Enfardadora I.....	25
Ilustración 17. Enfardadora II.....	25
Ilustración 18. Elevador	26
Ilustración 19. Esquema muelles de carga automáticos.....	27
Ilustración 20. Muelles de carga automáticos	28
Ilustración 21. Plataformas carga y descarga SCA	28
Ilustración 22. Mesas de cara y descarga SCA.....	30
Ilustración 23. Mapa de racks	33
Ilustración 24. Diagrama de antenas.....	34



Ilustración 25. Distribución PLCs y SCADAS	35
Ilustración 26. Elementos de red en los LGVs.....	36
Ilustración 27. Capa comunicaciones.....	43
Ilustración 28. Esquema Servior OPC.....	48
Ilustración 29. Diagrama de secuencia cargar camión	50
Ilustración 30. Diagrama de secuencia función mover fila palets	51
Ilustración 31. Diagrama de secuencia recoger camión	54
Ilustración 32. Diagrama de clases	56
Ilustración 33. Esquema comunicaciones	71
Ilustración 34. Estructura en árbol de variables.....	72
Ilustración 35. Datos de máquinas en la línea.....	73
Ilustración 36. Datos SCA.....	73
Ilustración 37. Datos del almacén.....	73
Ilustración 38. Configuración datps conexión cliente OPC	74
Ilustración 39. Variables almacén	74
Ilustración 40. Variables fábrica	75
Ilustración 41. Variables SCA	75
Ilustración 42. Modelo lógico de la planta	76
Ilustración 43. Vista Deployment.....	77
Ilustración 44. Vista Derivation.....	78
Ilustración 45. Template ToolBox.....	79
Ilustración 46. Cabecera	80
Ilustración 47. Pantalla principal	81
Ilustración 48. Pantalla Almacén.....	82
Ilustración 49. Pantalla SCA	83
Ilustración 50. Pantalla Alarmas.....	85
Ilustración 51. Pirámide procesos CIM.....	111
Ilustración 52. Pirámide CIM	112



14 Índice de tablas

Tabla 1. Volúmenes envases	16
Tabla 2. Relación Trenes/Envases	37
Tabla 3. Volúmenes de bebida	37
Tabla 4. Envases necesarios	37
Tabla 5. Cantidad envases en palets	38
Tabla 6. Viajes de camiones	38
Tabla 7. Cronograma SCA carga camión.....	46
Tabla 8. Cronograma SCA descarga camión.....	46
Tabla 9. Planificación.....	93
Tabla 10. Diagrama de Gantt.....	94
Tabla 11. Presupuesto general.....	95
Tabla 12. Dedicación por perfiles y tareas	96

ANEXO I CIM Computer Integrated Manufacturing

Cada día más, el diseño y fabricación de los productos requiere de la utilización de tecnologías de la información, permitiendo minimizar las etapas de diseño y asegurando que las características del producto están acorde con las necesidades solicitadas por el cliente.

El concepto CIM (Producción Integrada por ordenador) se puede describir como un filosofía de trabajo en la que la fabricación de un producto se utilizan las tecnologías de la información en todas sus etapas con el objetivo de maximizar los rendimientos de los procesos productivos y reducir tiempos minimizando costes.

El concepto CIM abarca todas las etapas del ciclo de vida de un producto, desde la recepción de la materia prima, el diseño, el prototipaje, la producción, el almacenamiento, la distribución y retirada de producto. A continuación se pueden ver los procesos que abarca CIM.

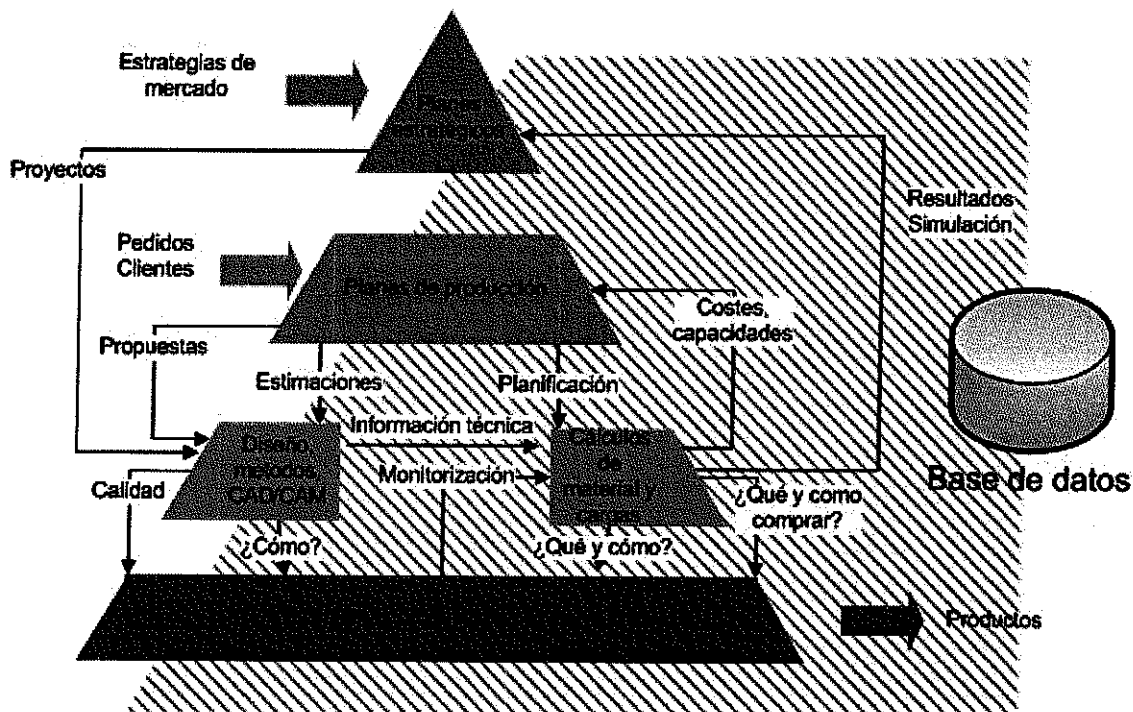


Ilustración 51. Pirámide procesos CIM

CIM clasifica también en una pirámide los diferentes componente software y hardware involucrados en los procesos productivos.

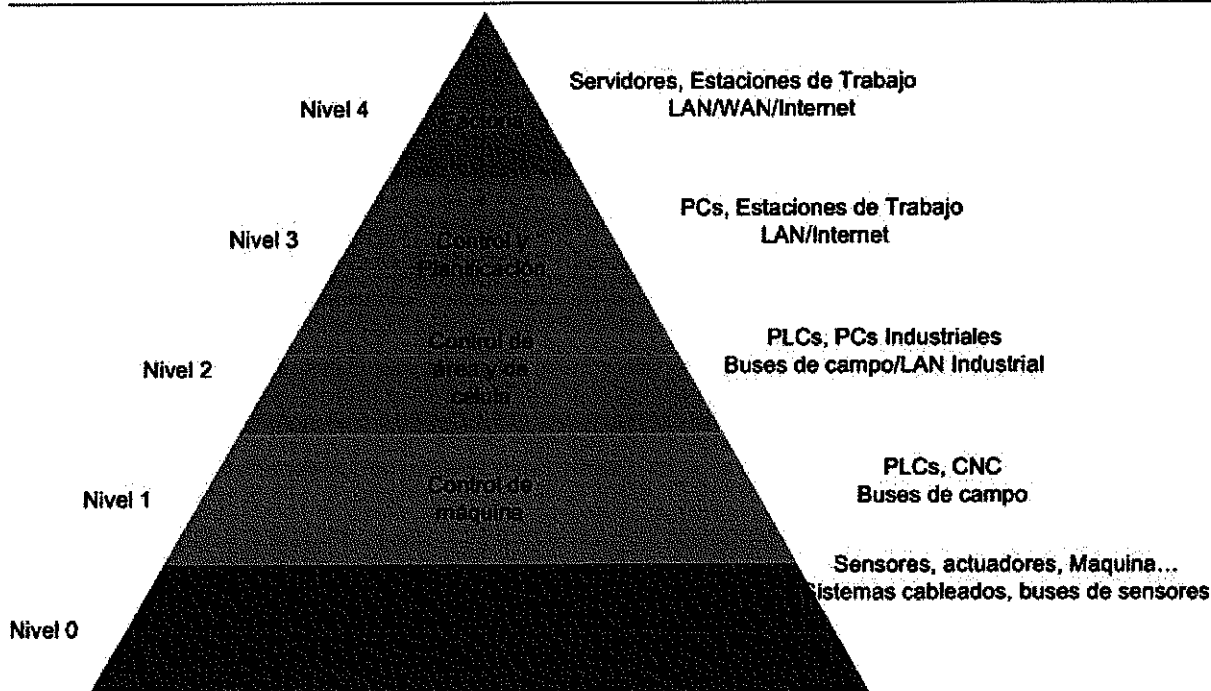


Ilustración 52. Pirámide CIM

1. Nivel 4: Factoría

En este nivel reside la gestión de la producción completa de la empresa, existe intercomunicación entre plantas, se mantienen las relaciones con proveedores y clientes. Se generan las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa
aplicaciones típicas son ERP, CRM; BI, etc.

2. Nivel 3: Control y planificación

Nivel de gestión en donde se planifican las órdenes de fabricación para enviarlas a niveles inferiores. También se lleva el control de stocks.

Aplicaciones típicas: WMS, TMS, Scheduling, etc

3. Nivel 2: Control de área y de célula

Sistemas que controlan la secuencia de fabricación y/o producción (darán las consignas al nivel de campo).

Aplicaciones típicas: SCADAS que proporcionan visión global de la producción de la planta o un área, reporting, historicos, tendencias, etc

4. Nivel 1: Control de máquina



Control individual de cada recurso, SCADAS y PLC para el control del funcionamiento de las máquinas.

Aplicaciones típicas: SCADAS de control

5. Nivel 0: Máquina

Control directo de las máquinas y sistemas de producción.

Aplicaciones típicas: Sensores, actuadores, instrumentos de medida, máquinas de control numérico, etc.



ANEXO II Funcionalidades MES

En este anexo se describen las funcionalidades de las tecnologías MES definidas por la organización MESA en su Honeycomb

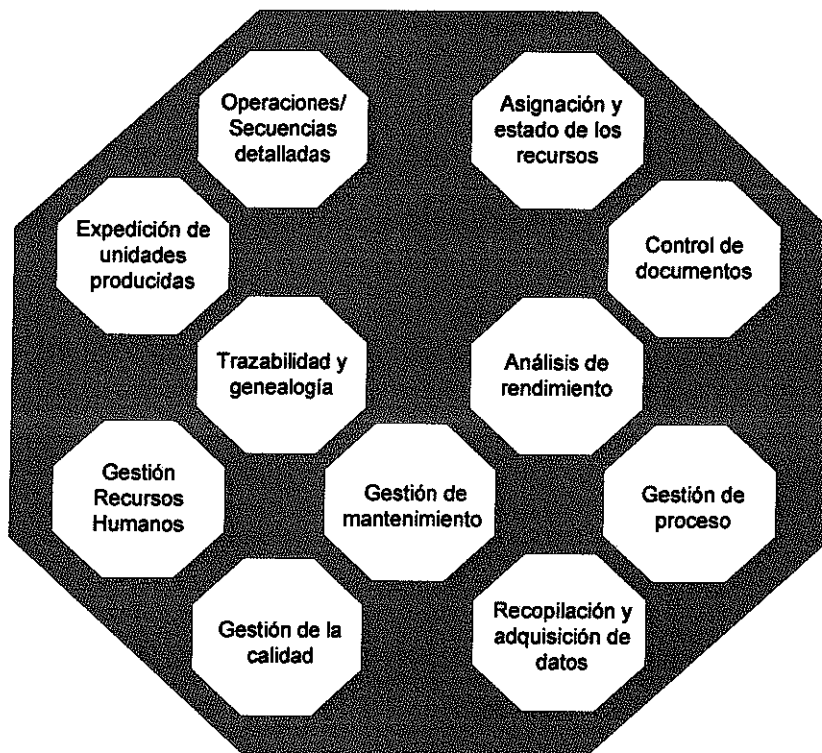


Ilustración 53. c-MES Honeycomb

1. Asignación y estado de los recursos (Resource allocation and Status)

Definición

Gestión de los recursos (maquinaria, herramientas, materiales,...) que intervienen en el proceso. También incluye los documentos necesarios para cursar una OF.

Funcionalidades

Información detallada de la disponibilidad de los recursos

Puesta a punto de los equipos productivos en tiempo real

Reserva y asignación de recursos en función de las necesidades de producción (secuencia de operaciones)

2. Operaciones/Secuencias detalladas (Operations/Detailed Sequencing)

Definición

Secuencia de operaciones necesarias para la fabricación de un determinado producto

Funcionalidades

Definición de caminos de producto/operaciones

Paralelismo de operaciones

Determinación de tiempo exacto asignado a cada operación del proceso

3. Expedición de unidades producidas (Dispatching Production Units)

Definición

Gestión de las ordenes de producción en planta en forma de trabajos, ordenes, lotes, paletas,...

Funcionalidades

Capacidad de modificar a tiempo real la orden de producción en curso, que ha sido en viada desde el sistema de planificación

Permite conocer si el ritmo de producción actual alcanzará las unidades previstas en la orden de producción a tiempo real.

4. Control de documentos (Document Control)

Definición

Control de todos los documentos relacionados con la producción: ficheros de secuencias, recetas, diagramas de proceso, procedimientos de fabricación, actividades de ingeniería, documentación intercambio de turnos, partes, etc.

Funcionalidades

Notificación a los operarios de instrucciones como ahora: datos y recetas para la parametrización de los dispositivos de control, control condiciones ambientales, seguridad laboral, normativas ISO, etc.

5. Recopilación y Adquisición de datos (Data Collection & Acquisition)

Definición



Identificación y lectura de todos los datos que intervienen en los procesos productivos, tanto de forma manual como automática.

Funcionalidades

Monitorización e historización de los datos de planta.

Adaptación de las señales de las máquinas para convertirlas en datos con significado.

Preparación de forma personalizada, en función del perfil de usuario, de los datos de producción para optimizar las tareas de los mismos.

6. Gestión de Recursos Humanos (Labor Management)

Definición

Gestión de la información referente a los recursos humanos que intervienen en la producción

Funcionalidades

Entre otras, tiempo de estancia en planta, traza de sus actividades, incidencias, etc.

7. Gestión de la calidad(Quality Management)

Definición

Datos relativos a parámetros de calidad del producto y proceso que permiten asegurar la máxima calidad del proceso productivo mediante la identificación de los problemas en el proceso que pueden afectar a la calidad

Funcionalidades

Integra la gestión estadística de los datos SPC (Statistical Control), sistemas de Gestión LIMS y datos obtenidos de forma manual (off-line).

8. Gestión de proceso (Process Management)

Definición

Datos que permiten a los operarios actuar sobre el proceso productivo para mejorarlo y/o mantenerlo dentro de los estándares establecidos por la empresa

Funcionalidades

Actividades IntraOperacionales: Optimización de las máquinas del proceso productivo

Actividades InterOperacioneales: centradas en la correcta secuenciación de las etapas del proceso

Gestión de alarmas: gestión de los posibles fallos o avisos del proceso

Interfaces: para el intercambio de información entre los datos/señales de producción y los sistemas de gestión empresariales (ERP) y viceversa

9. Gestión de mantenimiento (Maintenance Management)

Definición

Facilita la gestión del mantenimiento preventivo, predictivo y reactivo

Funcionalidades

Conexión directa a máquinas para poder medir el tiempo de uso de las mismas.

Planificaciones de revisiones

Gestión de incidencias y acciones tomadas

Histórico de anomalías para facilitar diagnósticos futuros

10. Trazabilidad y genealogía (Product Tracking and Genealogy)

Definición

Capacidad de conocer donde está el producto en todo momento, y las variables asociadas al proceso productivo en cada etapa.

Trazabilidad: Capacidad de a posteriori localizar las materias primeras y variables asociadas que han participado en la elaboración de un cierto producto final:

Genealogía: capacidad de a partir de una materia primera identificar en que productos finales ha sido utilizada

Funcionalidades

Información en tiempo real que permite reaccionar ante no conformidades de producto

En sectores como el farmacéutico o el alimentario, la trazabilidad es obligatoria.

11. Análisis de rendimiento (Performance Analysis)

Definición

Capacidad para analizar en tiempo real las desviaciones producidas entre la programación y la producción real obtenida. También incluye desviaciones relativas a materias primas, capital humano, etc.



Funcionalidades

Gestión de la productividad industrial analizando los motivos de las desviaciones producidas

ANEXO III Presupuesto Servidor

A continuación se presenta un presupuesto para los servidores



DELL™ PowerEdge™ R300

Precio de venta
recomendado **4.912,00 €**
IVA no incluidos**

Mis selecciones Todas las opciones

• DELL™ PowerEdge™ R300

Número de catálogo / Descripción	Código del producto	Qty	SKU	Id.
Date 19/01/2009 21:00:27 Central Standard Time				
Número de catálogo 191965 Retail rc1081323				
Base:				
Quad Core Intel® Xeon® X3323, 2.5GHz, 2x3M Cache, 1333MHz FSB	148775	1	[210-20457]	1
Servicios de asistencia:				
3 años de ProSupport para usuarios finales y servicio in situ al siguiente día laborable	136950	1	[710-10713]	30
Memoria:				
4GB Memory, DDR2, 667MHz (4x1GB Dual Ranked DIMMs)	97247	1	[370-12828]	3
Bezel frontal:				
No Bezel Option	4065	1	[350-10048]	669
Tarjeta de extensión:				
2x PCIe Riser Cards (two PCIe x8 Slots)	148847	1	[330-10090]	270
Sistema operativo instalado en fábrica:				
Microsoft Windows Server® 2003 R2 SP2, Std Edition with 5 CAL and docs (12GB Partition) Spanish	119593	1	[622-10283]	285
Administración de sistemas:				
OpenManage Software loaded and DVD Kit	148850	1	[631-10187]	49
Conectividad Raid:				
C1 - Onboard SATA, 1-2 Drives connected to Onboard SATA Controller - No RAID	148811	1	[780-10993]	35



Opciones del chasis: Chassis with Non Hot-Plug Hard Drive and Non-Redundant Power Supply	148825	1	[404-10123]	116
Segunda tarjeta controladora de RAID o SCSI: 2x PERC 6/E SAS RAID Adapter, PCI-Express, 2x4 Connectors, External, 512MB Cache	132383	1	[405-10804] [405-10804]	391
Primera unidad de disco duro: 160GB, SATA, 3.5-inch, 7,200 rpm Hard Drive	145802	1	[400-14528]	668
Segunda unidad de disco duro: 160GB, SATA, 3.5-inch, 7,200 rpm Hard Drive	145802	1	[400-14528]	23
Documentos de envío: Spanish Docs & Rack Power Cord	148854	1	[340-15226]	21
Powercord: No Power Cord	195043	1	[450-12342]	207
Asistencia técnica estándar: 1 año de garantía básica - Siguiente día laborable	136927	1	[709-10048] [709-10049]	29
Información sobre el pedido: Petición de PowerEdge - España	32385	1	[800-10501]	111
Tarjetas de red: Broadcom® NetXtreme II 5709 Dual Port Gigabit Ethernet NIC, supporting TOE, PCIe-4	186357	1	[540-10511]	13
Fuentes de alimentación ininterrumpibles: APC Smart-UPS 1500i, 980Watt, rack mounted (2U)	32175	1	[450-10816]	987
Unidad óptica: Internal SATA CD-RW/DVD-ROM Drive	148824	1	[429-13038]	16
Monitor, teclado y ratón en rack: 1U LCD 17" flat-panel monitor with DELL rack rails, UK/Ireland touchpad KB and mouse combo	159965	1	[480-15716] [580-12129]	234
Guías para montaje en rack: 2 Post Rails for non Dell Rack	64339	1	[770-10637]	88
Servicios de instalación: Sin instalación	55774	1	[683-11870]	32



Dell no se hará responsable de los errores tipográficos, errores en el precio, o de otro tipo y se reserva el derecho de no procesar las órdenes que contengan dichos errores. Dell se reserva el derecho de no procesar órdenes por cualquier otro motivo razonable, salvo que Dell determine lo contrario.
Dell y el logotipo de Dell son marcas comerciales de Dell Inc. Las demás marcas y nombres comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios y Dell renuncia a cualquier interés en la propiedad de las marcas y los nombres de terceros.

*Los gastos de envío han sido definidos en el acuerdo, mirar la cesta de la compra para más detalles.

ANEXO IV Estudio comparativo servidores OPC

Se ha realizado un estudio comparativo entre dos de los proveedores con más renombre en el mundo de las comunicaciones industriales: Matrikom y Kepware. Ambos proveedores ofrecen software servidores OPC capaces de soportar infinidad de fabricantes de PLCs.

Para la comparación se han analizado aspectos como el rendimiento, las necesidades de máquina y aspectos funcionales del servidor.

1. Requisitos mínimos del sistema.

a. Matrikon

Intel® Pentium 4,

512 MB RAM

32 MB espacio en disco duro

Windows 2000, XP, 2003

b. Kepserver

Pentium CPU 400MHz

128 MB RAM

100MB espacio en disco duro

Windows NT, 2000, 2003, XP

2. Protocolos soportados:

Ambos sistemas soportan la mayoría de protocolos de comunicaciones hacia PLC, estos se denominan drives. Pero soportan distintos protocolos para hacer accesible su información.

Matrikon :

OPC DA 1.0, 2.0, 2.05a, 3.0

OPC Security 1.00 (Novedad)

DDE

Kepserver:

OPC DA 1.0, 2.0, 2.05a, 3.0

DDE Formats

CF text

AdvancedDDE

FastDDE

SuiteLink for Wonderware.

3. Costes de licencias:

Licencia para driver de comunicaciones con PLC Siemenes S7

Matrikon: 700\$ aprox

Kepserver 800\$ aprox

De forma general ambos servidores tienen unos rendimientos similares para el mismo número de señales. En este factor es clave la máquina en la que se está ejecutando el software.

Por lo que respecta a la interfaz gráfica Matrikon ofrece una aplicación/servicio diferente para cada tipo de PLC que se desee leer. Por otro lado Kepware ofrece una única aplicación/servicio para todos los drivers soportados. La solución de Matrikon permite parar estos servicios en caso de necesidad sin afectar al resto, por el contrario en Kepserver una parada del servicio afecta a todos. Añadir que la clasificación de máquinas por el tipo de PLC no es representativa.

El hecho de tener una única aplicación hace que sea más usable ya que el administrador del servicio solo necesita conocer una forma de trabajar. En el caso de múltiples aplicaciones, el administrador necesitará conocer todas las que necesite. Para ambas soluciones el administrador necesitará conocer las formas de direccionamiento de las memorias de los PLCs necesarios.

Matrikon ha sido el primer fabricante en ofrecer soporte para OPCSecurity. Esta funcionalidad permite definir a nivel de cada variable o grupos de variables gestionados en el servidor que usuarios pueden acceder y como (lectura, lectura/escritura).

Kepserver no ofrece OPCSecurity y la forma de controlar los accesos es mediante DCOM. DCOM permite definir que usuarios pueden conectarse al sistema pero no permite definir el nivel de acceso a nivel de variables.



Ambos sistemas son complementarios. Matrikon publicó su versión con OPC Security una vez finalizado el presente estudio por lo que no se tuvo en cuenta para la selección.

Otro aspecto diferenciador entre Kepware y Matrikon es que el segundo permite el acceso a los dispositivos de forma transparente es decir una vez establecida la comunicación con el PLC, cualquier cliente que acceda al servidor es capaz de acceder a todas las posiciones de memoria del PLC, aunque el servidor no tenga mapeada dicha entrada. Por el contrario Kepware no permite este acceso y solo permite acceder a las variables que se hayan definido previamente. Añadir que en las últimas versiones Matrikon a añadido la opción de configurar este comportamiento en sus servidores, siendo algo opcional. Esta novedad queda fuera de la selección por haberse producido una vez finalizada la comparación.

Tras la comparación se selecciona Kepserver como herramienta para su aplicación en el proyecto. Los motivos son entre otros:

- Interfaz de usuario única.
- Soporte para protocolo SuiteLink de Wonderware, con lo que facilita la integración con SCADAS desarrollados en InTouch.

