

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Disseny i implementació d'un sistema de planificació de la producció.

MEMÒRIA

Autors: Guillem Casado Rubert i Albert Llebaria Fabriàs
Director: Pere Alavedra Ribot
Convocatòria: Gener 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

Aquest treball de final de grau és un projecte realitzat en l'empresa Soltek Consulting S.L, la qual es dedica a la consultoria informàtica i al desenvolupament d'aplicacions informàtiques per al sector industrial. El projecte està realitzat per a l'empresa Pujol Gear Solutions S.L, que es dedica principalment a la fabricació de reductors mecànics. Va ser durant molt de temps un dels principals motors econòmics del Bages fins que amb l'arribada de la crisi econòmica, a partir de l'any 2010 comença a patir una forta caiguda en les vendes que provoca que aquesta entri en concurs de creditors. El grup italià Motovario decideix comprar-la però la fàbrica continua sense tenir bons resultats. Arriba un moment on més del 70% de les ordres de fabricació estan endarrerides, aproximadament el 35% de les comandes s'entreguen amb retard i es té una quantitat d'estoc al magatzem valorat en uns 3 milions d'euros, havent augmentat en l'últim any un milió d'euros.

Els objectius fixats per aquest treball consisteixen en realitzar un estudi dels factors que han conduït a l'empresa a la situació en que es torba a l'inici del projecte a partir d'un anàlisi de tots els arxius de l'empresa referents a producció (comandes, estocs, compres, ordres de fabricació etc.) i establir una sèrie de propostes per tal de donar solució a aquesta situació a partir dels problemes i errors trobats en aquest anàlisi. El principal problema trobat en l'anàlisi és que el 77% de les ordres de fabricació estan endarrerides donat que, si es té en compte la Due Date de moltes d'aquestes, és a dir, la data en que haurien d'estar acabades, aquestes ordres de fabricació haurien d'haver finalitzat. Es demostra que l'origen d'aquest problema es troba en el MPS, el mòdul informàtic de l'empresa encarregat de realitzar la previsió de demanda.

Donat que les ordres de fabricació no es poden esborrar del sistema degut a que estan relacionades amb altres paràmetres de l'empresa com ara les compres, per solucionar aquest problema, es realitza un programa informàtic que lliga ordres de fabricació existents en el sistema amb comandes reals. Això provoca que aquestes ordres de fabricació tinguin una Due Date ajustada a la realitat de la demanda i que correspon amb la data d'entrega de la comanda. Amb aquest sistema, l'empresa proposa un temps d'entrega dels productes major però realista, fent que el client rebi les seves compres a temps en molts dels casos. El pròxim pas és implantar un nou MPS que permeti a l'empresa realitzar les previsions de demanda d'una manera més adequada.





Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
GLOSSARI	5
PREFACI	9
Origen del projecte	9
Motivació	9
1. INTRODUCCIÓ	11
1.1. Objectius del projecte i del treball de final de grau	12
1.2. Abast del projecte	12
2. CONTEXTUALITZACIÓ	13
2.1. Antecedents en el sistema de planificació de Pujol.....	15
2.1.1. Antecedents en el sistema de fabricació	15
2.1.2. Antecedents en el sistema de muntatge.....	18
2.1.3. Antecedents en el sistema d'obtenció de dates d'entrega.....	18
2.2. Estat de l'art	20
2.2.1. Anàlisi de dades per identificar errors.....	21
2.2.2. Programació de la solució	21
2.2.3. Sistemes de planificació (APS).....	22
3. ESTUDI DE LA SITUACIÓ INICIAL DE PUJOL	23
3.1. Anàlisi de dades referents a la producció.....	23
3.1.1. Estudi de l'arxiu de dades <i>Estructuras (BOM)</i>	24
3.1.2. Estudi de l'arxiu de dades <i>Rutas (Resource Data)</i>	24
3.1.3. Estudi de l'arxiu de dades <i>Stock_com</i>	25
3.1.4. Estudi de l'arxiu de dades <i>Articles</i>	26
3.1.5. Estudi de l'arxiu de dades de <i>Compras</i>	27
3.1.6. Estudi de l'arxiu Ordenes_F_MONT (Ordres de Muntatge)	28
3.1.7. Estudi de l'arxiu de dades <i>Ordenes_F_FAB</i> (Ordres de Fabricació).....	28
3.2. Estudi dels errors en les ordres de fabricació.....	30
3.2.1. Errors identificats durant l'estudi.....	30
3.2.2. Conclusions de l'estudi de les ordres de fabricació	31
3.3. Possibles solucions als errors trobats durant l'anàlisi.....	32
3.4. Comprovació dels càlculs realitzats pel MRP	35



3.5.	Conclusions de l'estudi de la situació inicial de Pujol.....	36
4.	PROPOSTES DE MILLORA DE LA SITUACIÓ DE L'EMPRESA	38
5.	DISSENY DE LA SOLUCIÓ PER A L'ESTABILITZACIÓ DE LES DATES DE LES ORDRES DE FABRICACIÓ	39
5.1.	Introducció del concepte "punt 0"	39
5.2.	Tractament previ de les dades que s'inclouran dins el programa.....	42
5.3.	Descripció tècnica del programa	48
5.3.1.	GridViews	52
5.3.2.	Zona de definició de les rutes dels arxius de fabricació i muntatge.....	53
5.3.3.	Botó d'importació de dades	54
5.3.4.	Botó d'assignació d'ordres de fabricació amb ordres de muntatge	57
5.3.5.	Generar BOM "Padre-Hijo"	68
5.3.6.	Crear CSV	74
5.4.	Obtenció dels elements per visualitzar els resultats	77
5.5.	Automatització del programa del punt 0.....	86
6.	IMPACTE AMBIENTAL	89
7.	PLANIFICACIÓ DEL TREBALL DE FINAL DE GRAU	90
8.	PRESSUPOST DEL PROJECTE	91
9.	CONCLUSIONS	93
	AGRAÏMENTS	95
	BIBLIOGRAFIA	97
	Referències bibliogràfiques.....	97
	Bibliografia complementària.....	100



Glossari

Sistemes Lean: Sistemes derivats de la filosofia “Lean Manufacturing” que pretén optimitzar el funcionament d'un negoci, per tal d'eliminar pèrdues i permetent reduir el temps entre comandes i enviaments entre d'altres factors. [1]

ERP (Enterprise Resource Planning): Sistema d'informació que permet la interacció col·laborativa entre persones, procediments i sectors d'una mateixa empresa. Els sectors de l'empresa típicament connectats són la producció, la distribució, l'inventari, la comptabilitat, entre d'altres. [2]

MRP (Manufacturing Resource Planning): Sistema de planificació de la producció i de control d'inventaris que té per propòsit assegurar que es tinguin els materials requerits en el moment oportú per complir amb les demandes dels clients. Una de les principals funcions és mantenir els nivells d'inventari adequats per cada operació així com proposar ordres de fabricació, dates d'entrega i ordres de compra. [3]

MPS (Master Production Schedule): Sistema que en base a les comandes dels clients i els pronòstics de demanda, determina quins productes finals cal fabricar i en quins terminis han d'estar acabats. A més, conté les quantitats i dates de disponibilitat dels productes subjectes a demanda externa. La funció del sistema és adequar la producció de la fàbrica als dictats d'aquesta demanda externa, permetent allisar la producció de forma que es pugui tenir una visió global de la capacitat disponible anticipant-se a les produccions. Un factor important és que es realitzen tots els càlcul amb la premissa que la fàbrica treballa a capacitat infinita. [4]

APS (Advanced Planning and Scheduling): Sistema de control de processos de manufactura que gestionen els materials i la capacitat de producció per complir amb la demanda. Un dels avantatges més significatius d'aquest sistema és la possibilitat de planificar simultàniament l'estoc y la producció basant-se en els materials disponibles , càrrega de treball y capacitat de planta. [5]

OF (Ordre de Fabricació): Document o dada que recopila tota la informació indispensable d'un procés de fabricació. Aquesta informació sol ésser:

- Nom de l'ordre de fabricació
- Nom del component a fabricar
- Quantitat del component a fabricar
- Due Date
- Altres



JIT (Just In Time): Mètode d'organització que permet reduir els costos de gestió y de pèrdues en magatzem a causa d'accions innecessàries. D'aquesta manera, es produeix sota comandes reals i no sobre suposicions. El funcionament d'aquest mètode es basa en una simple premissa, "Produir els elements que es necessiten, en les quantitats que es necessiten i en el moment en que es necessiten". [6]

Preactor: Empresa vinculada a Siemens dedicada al desenvolupament de software APS que posteriorment és implantat per consultories dedicades a la tecnologia de la informació (IT). El software en concret, s'anomena *SIMATIC IT PREACTOR*. [7]

Ekon: Software emprat com a ERP proporcionat per l'empresa Unit4. [8]

Due Date: Data en que és necessària la finalització d'una comanda, ordre de fabricació o compra. [9]

Producció contra estoc: Mètode de producció basat en la premissa de mantenir sempre un nivell d'estoc determinat per tal de poder fer front a les futures comandes que requereixin un temps d'entrega inferior al temps total de producció. Aquest mètode només és aplicable a conjunts de productes que gaudeixin d'una certa homogeneïtat.

Producció contra comanda: Mètode de producció basat en la premissa de només produir en el moment en que arriba la comanda del producte. Orientat a respondre a productes amb característiques concretes o personalitzades.

LIFO (Last In First Out): Concepte informàtic que determina el funcionament d'una estructura de dades. El principi d'aquest concepte és que l'última dada afegida sigui la primera en ser retornada en el moment de fer la consulta d'aquesta estructura de dades.

FIFO (First In First Out): Concepte informàtic que determina el funcionament d'una estructura de dades. El principi d'aquest concepte és que la primera dada que va ser afegida sigui la primera en ser retornada en el moment de fer la consulta d'aquesta estructura de dades.

Programació cap endavant: Es planifiquen les tasques a partir de la disponibilitat dels recursos a dia actual i en base als resultats es determina la Due Date. [10]

Programació cap endarrere: Es planifiquen les tasques a partir de la Due Date per determinar el dia en que s'ha d'iniciar la tasca o qualsevol canvi de capacitat requerit. [10]

BOM (Bill Of Materials): Llista de les matèries primes, subconjunts, conjunts intermedis, components, parts. Així com les quantitats necessàries de cadascun d'ells per fabricar un producte final. Aquesta estructura s'ha de definir seguint dues premisses:



- Cada component o materials que intervé ha d'estar etiquetat amb un identificador.
- La llista de materials (BOM) es divideix en nivells assignats en sentit descendent des de la matèria prima. Així, el producte final sempre serà el nivell zero. [11]

Critical Ratio: Índex que permet orientar en relació a la urgència d'una ordre de fabricació. Es calcula mitjançant el quocient del temps restant fins la Due Date dividit per el temps de fabricació restant. És un indicador dinàmic.

Lead Time: Temps total des de que s'inicia un procés fins que s'enllesteix.

SQL (Structured Query Language): Per les seves sigles, llenguatge de consulta estructurada. Llenguatge informàtic utilitzat en la gestió de bases de dades que permet realitzar filtres, cerques, consultes i modificacions, entre d'altres operacions, sobre informació emmagatzemada dins aquestes bases de dades. [12]

Microsoft SQL Server: Software de Microsoft que funciona com a gestor de bases de dades. SQL Server permet gestionar diverses bases de dades de manera independent així com realitzar cerques, accions i processos de dades de manera ràpida i eficient. Com a eina indispensable en aquest projecte, ofereix la possibilitat de relacionar diverses fonts d'informació. [13]

Taula SQL: Element del programari SQL Server que emmagatzema la informació d'un arxiu de dades. Aquest conjunt de registres es basa en una sèrie d'objectes columna i conté files de dades. [14]

Vista SQL: Element del programari SQL Server també anomenat "Taula Virtual" o "Taula Derivada". Aquest element permet visualitzar i tractar dades de manera diferent, doncs ofereix la possibilitat de combinar diverses taules així com aplicar a aquests conjunts de dades, filtres, ordenacions i d'altres accions. [14]

Binding Source: Component informàtic que enllaça un control amb un origen de dades. Aquest component actua, simplement, com a canal, per tant és un component dinàmic que permet oferir la informació de l'origen de dades mitjançant accions com el filtratge o l'ordenació, entre d'altres. [15]

DataSet: Conjunt de dades que s'emmagatzemen temporalment en un programa, quan aquest està en execució. Un DataSet permet crear taules i columnes que es regeixin per una sèrie de propietats del propi conjunt de dades. [16]



Stored Procedure (Procés Emmagatzemat): Un “Stored Procedure” és un fragment de codi guardat, prèviament dissenyat, que conté comandes SQL per tal de poder ser executat diverses vegades. [17]

Microsoft Visual Studio: Software proporcionat per Microsoft basat en un conjunt d'eines de programació així com tecnologies de desenvolupament de software enfocades a controls que permet dissenyar aplicacions informàtiques. [18]

GridView: Control informàtic accessible des del software Microsoft Visual Studio que mostra els valors d'un origen de dades en una taula que permet seleccionar ordenar i editar aquestes dades. En el cas concret d'aquest projecte, s'utilitzen els proporcionats per la llibreria DevExpress. [19]

DevExpress: És un conjunt de classes de controls d'interfície d'usuari que s'instal·len en l'entorn de desenvolupament en el que es vol treballar. [20]

Procés de *Matching*: Algorisme iteratiu basat en el recorregut de dues o més fonts de dades en paral·lel determinant l'avenç d'aquest a partir de condicionals.



Prefaci

Origen del projecte

Aquest treball de final de grau té el seu origen en una proposta per part de l'empresa Soltek Consulting S.L. en la que es va acordar realitzar unes pràctiques curriculars al llarg del primer quadrimestre del curs 2016-2017. Donat que a part de les pràctiques també quedava pendent de fer el TFG per acabar el grau, es va comentar amb el Sr. David Gomis, el tutor de les pràctiques dins l'empresa, la possibilitat de realitzar el treball en paral·lel amb aquestes. Així doncs, degut que hi havia la opció de formar part d'un projecte de la consultoria sobre una empresa real (Pujol Gear Solutions S.L.), es va acordar que es faria aquest sota la supervisió i ajuda del Sr. David Gomis per poder-lo presentar com a projecte de final de grau.

Motivació

El primer punt a favor a l'hora d'escollir aquest treball de final de grau ve donat pel fet de conèixer prèviament el tipus de projectes que duu a terme Soltek Consulting S.L. La gran varietat i profunditat de coneixements que pot aportar de cara a entendre el funcionament de moltes de les empreses d'avui en dia feia que aquesta oportunitat fos difícil de rebutjar.

A més a més, cal destacar que haver treballat en un projecte aplicat a una empresa real obre moltes portes a qualsevol estudiant d'enginyeria, donat que comporta l'aprenentatge i desenvolupament de diverses habilitats com la responsabilitat, el tracte amb la gent o la disciplina a l'hora de treballar en equip.

També es va tenir en compte quins eren els coneixements que s'assolirien al final del projecte. Se sabia que aquest comportava l'aprenentatge dels sistemes informàtics que empren la majoria d'empreses actuals, sabent quin tipus de dades guarden, com s'interconnecten entre ells, quines funcions ha de complir cadascun etc. Considerant que s'aprendria també el funcionament d'aquests sistemes de planificació i gestió d'una empresa a nivell computacional, es va pensar que aportaria un valor afegit com a futurs treballadors.

Així doncs, tenint en compte tot l'esmentat, és una oportunitat molt gran com a futurs enginyer industrials.





1. Introducció

Soltek Consulting S.L. és una empresa que es dedica a la consultoria informàtica i al desenvolupament d'aplicacions informàtiques per al sector industrial. Està especialitzada en la consultoria i implantació de sistemes Lean, sistemes de planificació de la producció a capacitat finita (APS) i sistemes de previsió de la demanda. Ha realitzat projectes de consultoria per a empreses com el grup Mahou San Miguel, Manter (grup Artconvert S.A) o Hijos de Juan de Garay S.A.

Aquest treball de final de grau és un projecte realitzat en aquesta companyia per a una empresa real: Pujol Gear Solutions S.L. Aquesta es va trobar amb diversos problemes en quan a la planificació de la producció de la seva fàbrica i va decidir contactar amb Soltek Consulting S.L. Aquests es redueixen bàsicament amb un elevat nombre d'endarreriments en les ordres de fabricació i en les comandes així com una excessiva quantitat d'estoc al magatzem.

El projecte contempla l'anàlisi dels factors que intervenen en la producció de la fàbrica de l'empresa, identificant-ne els errors i estudiant les possibles solucions a aquests. Donat que l'empresa funciona a partir de sistemes informàtics que indiquen, per exemple, quan s'ha de realitzar una compra o començar a fabricar un producte, aquest projecte fa ús de molts coneixements relacionats amb la informàtica i la gestió d'empreses.

D'aquesta manera, per arribar als resultats finals d'aquest projecte s'ha de fer ús de diversos sistemes informàtics, entre els quals destaquen els següents:

- **ERP:** Sistema informàtic que relaciona els diferents departaments de l'empresa.
- **Gestor de base de dades:** Sistema informàtic que permet el tractament de grans quantitats de dades de manera ràpida i eficient així com emmagatzemar informació.
- **Entorn visual de desenvolupament d'aplicacions:** Sistema informàtic que permet el desenvolupament d'aplicacions, des de la part visual (*frontend*) fins al funcionament intern del programa (*backend*).

Fent ús d'aquests recursos, es pretenen solucionar els errors trobats en el sistema de producció de l'empresa, millorant així la situació de la fàbrica.



1.1. Objectius del projecte i del treball de final de grau

Aquest treball de final de grau té com a objectiu principal l'estudi de la implantació o adaptació d'un sistema de la planificació de la producció a l'empresa Pujol Gear Solutions S.L. per tal de reconduir la situació d'aquesta. Per dur-ho a terme es defineixen com a objectius del projecte els següents:

- Identificar i estudiar els factors que han conduït l'empresa a la situació en que es troba: Fabricació i comandes endarrerides i augment de l'estoc en un milió d'euros en l'últim any.
- Proposar solucions que permetin millorar l'estat de la fàbrica en base a l'estudi prèviament realitzat.

1.2. Abast del projecte

Per definir l'abast cal establir els límits i les restriccions que permetran determinar i mesurar l'efecte del projecte dins l'empresa Pujol Gear Solutions S.L.

En relació a les restriccions que poden afectar la realització del projecte, cal destacar el fet que, en ésser una empresa real, té un funcionament propi que s'ha d'intentar preservar per tal que aquest no es vegi afectat. Per tant, totes les decisions que es prenguin, així com qualsevol modificació que pogués afectar la manera de treballar de l'empresa, ha de ser consensuada amb els representants d'aquesta.

Per altra banda, es van marcar una sèrie de límits per tal d'acotar la magnitud d'aquest projecte. En primer lloc, destacar que com la intenció és permetre millorar la capacitat de planificació de l'empresa, tota solució resultant del projecte estarà enfocada a aconseguir aquest propòsit.



2. Contextualització

Pujol Gear Solutions S.L. és una empresa que es dedica a la fabricació de motorreductors, reductors de velocitat i elements de transmissió. Actualment consta de 100 treballadors i d'una facturació de 13 milions d'euros anuals. L'empresa s'estructura en tres grans parts: la zona de fabricació, la zona de muntatge i el magatzem. Aquestes parts queden il·lustrades en les figures 1.3.1 i 1.3.2.



Figura. 1.3.1: Magatzem de la fàbrica de Pujol.



Figura 1.3.2: Màquines de control numèric de la zona de fabricació.



L'empresa Pujol Gear Solutions S.L, actualment part del grup Motovario, prové de la seva predecessora, Pujol Muntalà S.A. Aquesta va ser fundada l'any 1965 per Manel Pujol Roca. Des de la seva fundació, Pujol Muntalà S.A. va fer-se un lloc dins la indústria dels moto-reductors, esdevenint un dels grans motors econòmics de la província del Bages.

En aquell moment, l'empresa basava les seves vendes majoritàriament en dos sectors: El sector automobilístic i el sector de la construcció. Aquesta dependència lligada al desenvolupament d'aquests dos sectors va provocar que Pujol Muntalà S.A. seguís incidint al mercat cada cop amb més contundència.

Però no va ser fins la primera dècada dels 2000 quan, a causa del bon moment que travessava l'economia estatal i l'efecte actualment anomenat "bombolla immobiliària", l'empresa va experimentar una forta expansió que va convertir-los en els líder del sector a Espanya i una de les més rellevants a nivell europeu. Durant aquesta època, Pujol Muntalà S.L. va realitzar una forta inversió econòmica que els va permetre gaudir d'uns excel·lents registres, com una facturació de 25 milions d'euros anuals amb una plantilla de 190 treballadors.

A partir del 2010, després del creixement desmesurat i sense excessiu control durant la bombolla immobiliària, la situació va començar a empitjorar. Donat que gran part dels seus clients formaven part dels sectors que més es van veure afectats per la crisi econòmica pateix una caiguda en les vendes al voltant del 60%. Això va provocar un gran nombre d'acomiadaments així com que l'empresa entrés en concurs de creditors.

L'any 2014, el grup empresarial italià Motovario, especialitzat també en la indústria dels motorreductors, decideix comprar Pujol Muntalà S.A. i convertir-la en l'actual Pujol Gear Solutions S.L., després de realitzar una forta inversió econòmica. A partir d'aquest moment la fàbrica va tornar a funcionar amb aparent normalitat. Malgrat això, no hi va haver cap canvi per part de la direcció de l'empresa respecte els mètodes de fabricació i planificació previs a la crisi de manera que els resultats tornaren a ser negatius.

D'aquesta manera, en l'últim any, es troben amb un augment de l'estoc valorat en un milió d'euros, que sumat al valor d'estoc que ja tenien arriba a un total de tres milions d'euros. A més a més, un 35% de les comandes són entregades amb retard. Per tal de solucionar aquests problemes, entre d'altres, Pujol decideix contactar amb una consultoria experta en l'àmbit de la planificació de la producció, Soltek Consulting S.L.



2.1. Antecedents en el sistema de planificació de Pujol

A continuació, es parlarà sobre la situació original de Pujol en relació a la organització i la planificació de la producció. És interessant saber quins són els antecedents de l'empresa a nivell informàtic per una millor comprensió dels problemes que tenen just abans de contactar amb Soltek Consulting S.L.

En primer lloc, cal remarcar que Pujol ja disposava d'un sistema informàtic de planificació de la producció, corresponent a un mòdul del ERP (*Ekon*), instal·lat l'any 2006-2007. Malgrat això, aquest sistema, no permetia la obtenció de la informació necessària per una correcta planificació, obtenció de terminis d'entrega fiables i seguiment de les desviacions en la producció. La instal·lació resultant abastava el següent:

- Sistema de planificació de la zona de fabricació.
- Sistema de planificació de la zona de muntatge.
- Sistema per l'obtenció de dates d'entrega per al departament comercial, integrat dins de *Ekon*.

Aquests sistemes havien d'estar relacionats entre ells, donat que les produccions resultants (dates de finalització de les ordres de fabricació, que són conjunts de paràmetres que defineixen el procés de producció d'un component) havien de servir com a base perquè el sistema de muntatge pogués disposar de les dates en que tindria disponible l'estoc de peces necessari per a la realització dels muntatges. Tot i això, aquesta interrelació no existia.

Finalment, el resultat d'aquests dos sistemes (fabricació més muntatge), havia d'alimentar el sistema d'obtenció de dates d'entrega del ERP *Ekon* i permetre obtenir una data d'entrega que és la que es donaria al client quan realitzés una comanda.

2.1.1. Antecedents en el sistema de fabricació

El sistema de planificació en la part de fabricació es basava en gestionar les ordres llançades des de el MRP de *Ekon*, un mòdul que s'encarrega de proposar les ordres de fabricació, dates d'entrega i ordres de compra.

En el seu moment, la determinació dels criteris de planificació va anar variant per intentar donar un resultat més ajustat a la producció real que es realitzava a la part de fabricació de la fàbrica.



Inicialment, el sistema estava programat per planificar en funció de les dates de les ordres de fabricació provinents del MRP de Ekon. El problema que es va trobar en utilitzar aquest criteri de programació era que el sistema no seguia la realitat de la fàbrica. Això era degut a que les peces més urgents per poder realitzar el muntatge de comandes reals no eren les que el sistema proposava iniciar a fabricar. Les dates en que s'hauria de finalitzar la fabricació d'aquestes peces eren proporcionades pel MPS, un sistema encarregat de determinar quins productes finals cal fabricar i en quin termini han d'estar acabats.

Més endavant, al llarg dels anys 2007 i 2008, es van realitzar diferents proves, arribant a la conclusió que el criteri més lògic de programació havia d'estar basat en les necessitats reals de peces requerides per a fabricació i no en les que provenien directament des del MRP, que es creia que no realitzava els càlculs corresponents de manera adient. Per intentar solucionar-ho, es va realitzar un programa que aplicava un nou concepte sobre el càlcul de les dates que proporcionava el MRP: el *critical ratio*, un càlcul que orienta sobre la urgència de diferents ordres de fabricació. Aquest canvi, hauria d'haver provocat que les ordres de fabricació provinents del MRP quedessin classificades en funció de la seva necessitat de finalització per així disposar de les peces necessàries en la secció de muntatge i servir un major nombre de comandes de clients.

Tot i això, en tant que les dates d'inici de les ordres de fabricació que s'utilitzaven en el càlcul del *critical ratio* provenien del MRP, mòdul que es creia que no funcionava correctament, i les d'aquest, del MPS, el resultat d'aplicar aquest nou concepte continuava essent erroni. Per tant, el procediment establert mitjançant l'ús del *critical ratio* (veure Figura 1.4.1) era correcte però donat que les dades que entraven en aquest semblava ser que no ho eren, el resultat final tampoc.



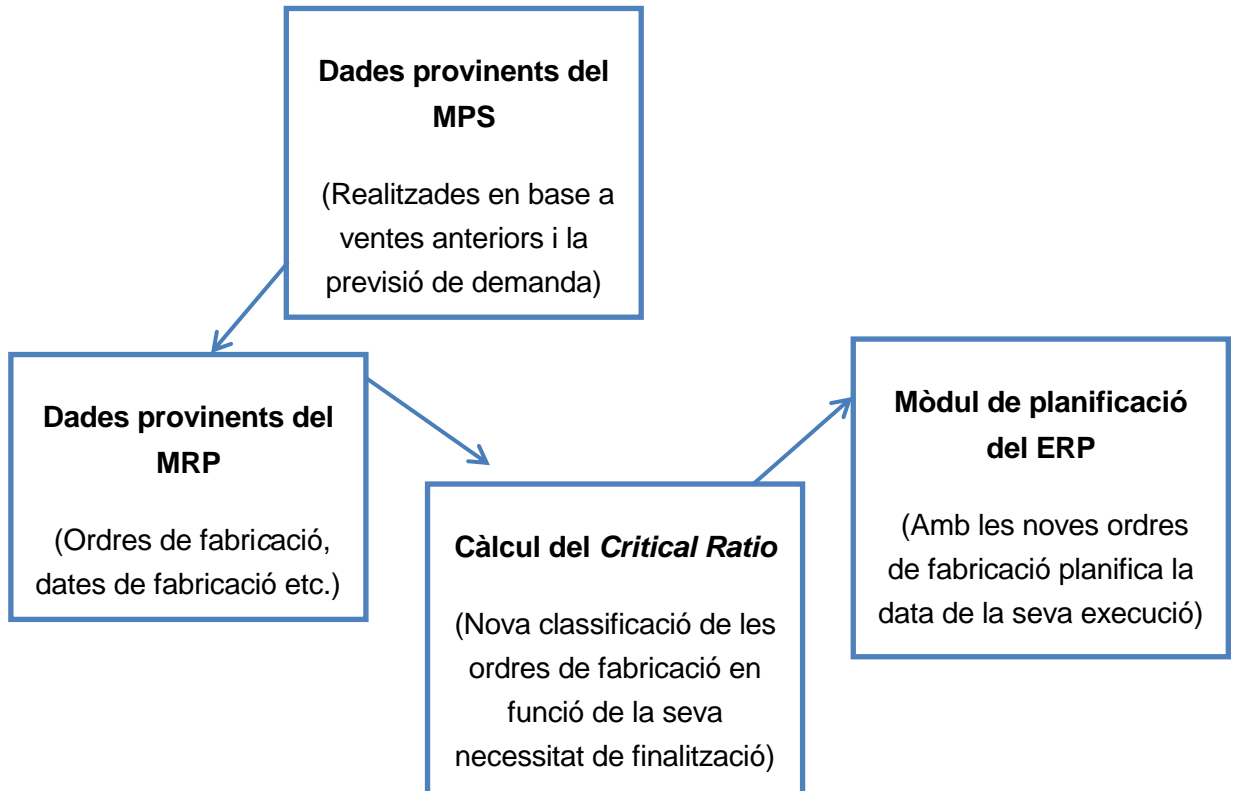


Figura 1.4.1: Procediment d'obtenció de dades per a la planificació de la producció amb l'ús del critical ratio.

Tal com s'ha comentat, aquest procediment pretenia aportar certes millores. Malgrat això, aquest va continuar mostrant una sèrie de deficiències:

- Encara que el sistema proposava fabricar amb la lògica (“fes primer el que més necessito”) el seguiment de les desviacions era impossible de determinar. Això, es creia que era degut a que aquestes estaven basades amb les dates proposades pel MRP, el qual es creia que funcionava malament. (Veure punt 3.4).
- Com que les ordres de fabricació no estaven lligades de cap manera amb les ordres de muntatge, el sistema podia arribar a assignar peces a comandes entrades amb posterioritat que tenien una data de entrega anterior a comandes entrades prèviament. D'aquesta manera, les prioritats calculades amb el sistema de critical ratio podien arribar a ser molt variables. Com a conseqüència, era pràcticament impossible mantenir una planificació estable, ni tan sols a curt termini. Això es el que es denomina com una planificació nerviosa.



2.1.2. Antecedents en el sistema de muntatge

El sistema que s'utilitzava a l'hora de planificar el muntatge partia d'unes premisses molt bàsiques. L'assignació de les peces venia determinada per la seva Due Date i aquestes ordres de muntatge es programaven cap endavant, per tant aquestes ordres de muntatge es planificaven en base a la disponibilitat de les peces i després es calculava la data de finalització. Les peces que eren assignades venien de l'estoc de les ordres de fabricació ja finalitzades i de la previsió de les ordres que havien de finalitzar.

Com s'ha esmentat prèviament, el fet que els escenaris de fabricació i muntatge no estiguessin connectats de cap manera feia que el sistema de planificació de muntatge fos també extremadament "nerviós". Per tant en aquella situació es podia donar el cas que el sistema digués que es podia muntar un reductor al cap de tres dies, però al dia següent ens digués que no es podia muntar fins al cap de dues setmanes. Això era degut a que determinades peces havien sigut assignades a una altre comanda de client final, entrada posteriorment, però amb data d'entrega anterior a la comanda que prèviament tenia les peces assignades. Aquest problema queda resumit en l'esquema de la Figura 1.4.2.

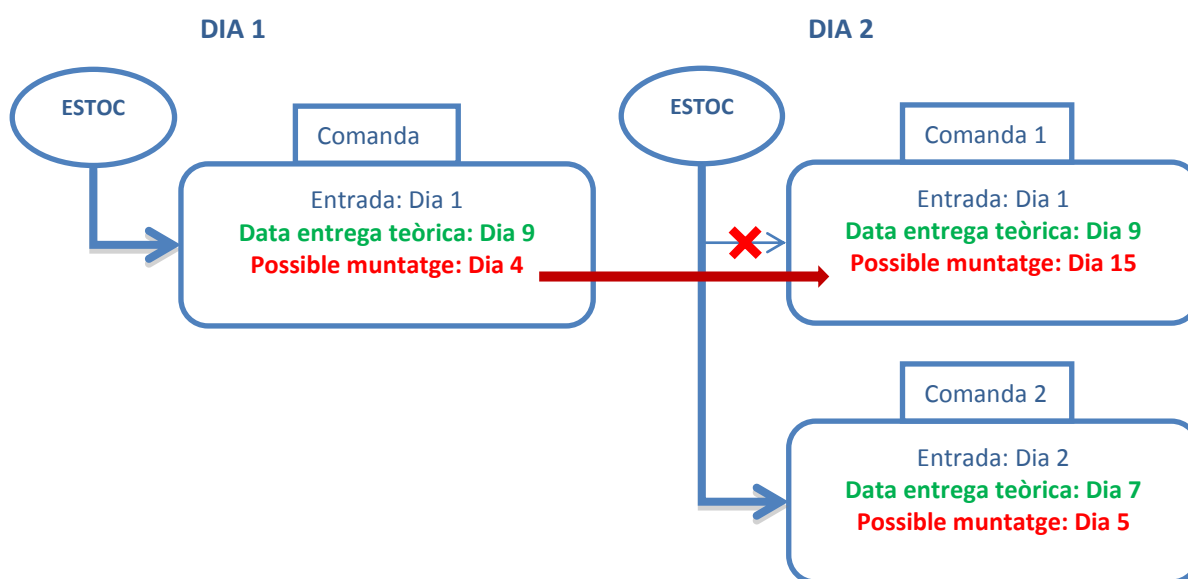


Figura 1.4.2: Diagrama d'anàlisi del problema d'assignació de peces a ordres de muntatge.

Tenint en compte això, el sistema presentava un clar inconvenient: Era impossible realitzar un seguiment de les desviacions.

2.1.3. Antecedents en el sistema d'obtenció de dates d'entrega

El sistema d'obtenció de dates d'entrega utilitzava com a factors determinants la informació de la capacitat sobrant en fabricació de les màquines i la de l'estoc de peces actual i futur.



Entenent per estoc futur aquella quantitat de les ordres de fabricació no finalitzades que no estaven assignades a comandes reals.

En el següent gràfic es mostra el funcionament d'obtenció de la data d'entrega davant l'entrada d'una sol·licitud de data per a una nova comanda. A més a més, també s'indica la fórmula del càlcul a realitzar en cada cas i que s'explica a continuació de la Figura 1.4.3.

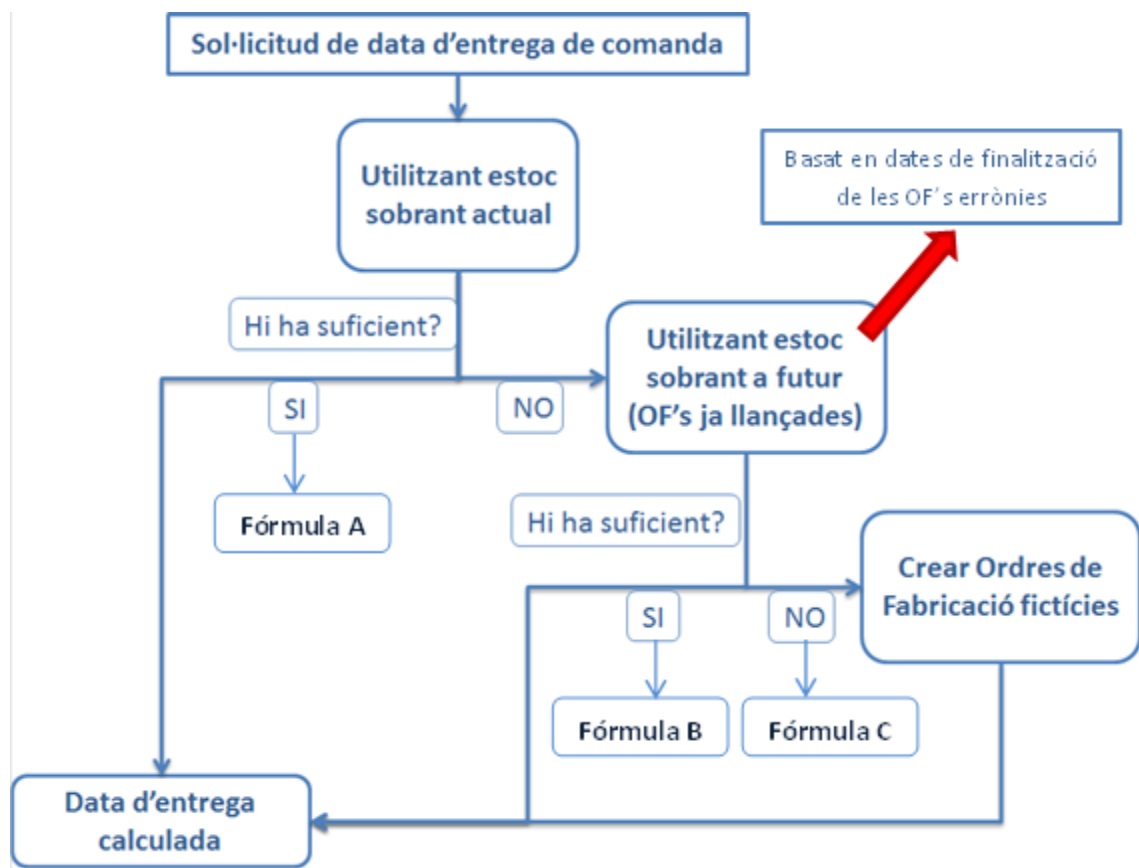


Figura 1.4.3: Algorisme de la sol·licitud de data d'entrega d'una comanda.

Finalment, la data d'entrega de la comanda al client es calculava com el $\text{MAX}(A,B,C)$, on A, B i C són els següents conceptes:

- Cas en el que es tingui estoc suficient de totes les peces. Es calcula sumant la **data del dia actual**, més el **temps que es tarda en muntar el reductor**, més **certs dies de marge** configurats en el sistema.
- Cas en el que es necessita estoc sobrant a futur per disposar de totes les peces i que ve donat d'ordres de fabricació ja llançades. Es calcula com la **data de finalització de la última ordre de fabricació** de la qual necessito estoc a futur per disposar de totes les peces per poder muntar el reductor, més el **temps que es tarda en muntar el reductor**, més **certs dies de marge** configurats en el sistema.



- C) Cas en el que es necessita llançar ordres de fabricació per poder disposar de totes les peces. Es calcula com la **data de finalització de la última ordre de fabricació** a llançar per disposar de totes les peces per començar a muntar el reductor, més el **temps que es tarda en muntar el reductor**, més **certs dies de marge** configurats en el sistema.

Basant-se en aquest càlcul, el sistema retornava al comercial una data prevista en la que es podia disposar de la comanda per a ser entregada al client.

En cas que la data fos acceptada, des de *Ekon* s'enviava un missatge d'acceptació i el sistema reservava la capacitat de les màquines i les peces necessàries de forma temporal.

Des del punt de vista tècnic, aquesta metodologia presentava els següents inconvenients:

- Suposant que s'hagués fet una reserva , aquesta comanda s'havia de convertir en una ordre de muntatge i havia de ser introduïda dins el sistema de planificació.
- En cas que a més a més d'utilitzar peces en estoc i d'ordres de fabricació ja llançades, es necessités crear noves ordres de fabricació, fins que no fossin generades per el MRP, el sistema no podria controlar si hi haurien o no desviacions en aquesta comanda. Això és degut a que en aquests casos, part de les ordres de fabricació necessàries per realitzar les peces que posteriorment serien muntades no existien en el planificador.
- Si a més a més aquestes ordres de fabricació, una vegada generades i incorporades al sistema, necessiten alguna matèria prima que s'hauria de comprar, si no hi ha cap compra assignada des de el ERP Ekon,, tampoc es podrien programar per falta de material. Això impedeix verificar si hi ha o no endarreriments en funció de la data assignada inicialment.

2.2. Estat de l'art

En l'àmbit de les solucions per a problemes relacionats amb la planificació de la producció existeixen moltes eines que permeten aprofundir en el tractament d'aquests, així com faciliten el disseny de les possibles solucions. Aquestes eines són, majoritàriament, de caràcter informàtic.

En concret, la realització del projecte es divideix en dues fases, esmentades en els objectius (Punt 1.1.1). Aquestes fases són, en primer lloc, l'estudi dels factors que poden provocar aquest comportament de la producció a partir de l'anàlisi dels arxius referents a aquesta, proporcionats per l'empresa, per tal d'identificar possibles errors i, en segon lloc, la



proposta i posterior disseny d'una solució que permeti millorar la situació de l'empresa, en base als errors identificats.

Per tant, s'estudiaran per separat les alternatives existents per dur a terme ambdues fases.

2.2.1. Anàlisi de dades per identificar errors

Donat que es treballa amb dades relacionades amb la producció de l'empresa, el volum d'aquestes serà molt gran. Per tant, es valoren aquelles opcions, existent en l'actualitat, que permetin tractar de manera precisa i eficient una quantitat tan gran. Aquestes opcions són des d'un principi dues:

- Microsoft Excel

Programa informàtic distribuït per Microsoft i inclòs dins la suite ofimàtica Microsoft Office. Aquesta aplicació permet contenir, de manera estructurada, dades numèriques en format de files i columnes. A més, és capaç de realitzar càlculs en base a aquestes dades relacionant-les entre elles. El seu ús bàsic és intuïtiu, per tant, facilita l'anàlisi de dades quan aquest no requereix d'un gran aprofundiment i el volum de dades no és excessivament elevat. [21]

- Motor de base de dades

Programa i servei informàtic que gestiona bases de dades i que s'utilitza per l'emmagatzemament i el processament d'aquestes en format relacional, és a dir en forma de taules, podent estar aquestes relacionades. Aquest tipus de serveis permeten realitzar tasques programades autònomament amb les dades emmagatzemades quan aquestes tasques són activades des d'un mòdul extern. A més, quan el volum de dades és molt gran, presenten una eficiència i una velocitat de processament clarament més alta que sistemes com el Microsoft Excel.

Alguns dels motors de bases de dades més rellevants són, entre d'altres, el Oracle Database, distribuït per Oracle o el Microsoft SQL Server, distribuït per Microsoft i que és el que s'utilitza en aquest projecte degut a que és amb el que treballa Soltek Consulting S.L. [22][23]

2.2.2. Programació de la solució

Un cop s'hagi plantejat una possible solució cal dissenyar un programa informàtic per tal de poder-la dur a terme. Així doncs, s'estudien les possibilitats que ofereix el mercat en aquest àmbit.



- IDE (Integrated Development Enviroment)

Els entorns integrats de desenvolupament són programes informàtics que faciliten el disseny i la programació d'aplicacions. Els més rellevants dins el mercat són, entre d'altres, Eclipse, MS Visual Studio i Visual C++. Aquests entorns admeten diferents llenguatges de programació com C++, Python, Java, C#, Delphi o Visual Basic. **[24]**

Per condicions de l'empresa on es realitza el projecte s'escullen, d'entre els mencionats, l'entorn Microsoft Visual Studio i el llenguatge Visual Basic.

- Mòduls i llibreries per l'entorn visual de la solució

En relació als controls de la interfície de l'usuari, existeixen diverses col·leccions de components externes que faciliten i milloren les condicions finals de la solució respecte els que s'inclouen dins el Microsoft Visual Studio. Unes de les més destacades són ComponentOne, Infragistics, SyncFusion i DevExpress. Per a la realització del projecte s'ha escollit la de la companyia DevExpress, doncs està molt orientada a la presentació en format taula i graella de dades resultants d'un programa informàtic. **[25]**

2.2.3. Sistemes de planificació (APS)

Donat que el projecte està orientat a millorar la planificació de l'empresa, cal comentar aquelles eines que, tot i no intervenir directament en el treball de final de grau, podrien simplificar i complementar aquesta millora en la planificació.

Els sistemes APS (Advanced Planning and Scheduling), permeten optimitzar la producció d'una empresa, adequant-la al personal, recursos o calendaris per tal de respondre de la millor manera a la demanda.

L'empresa ja disposa d'un sistema de planificació (APS), però s'esmenten alguns dels més rellevants com Asprova o Preactor, sent aquest últim, propietat de l'empresa Siemens S.A., del que disposa l'empresa. **[7][26]**



3. Estudi de la situació inicial de Pujol

En aquest apartat s'exposa la situació en la que es troba la fàbrica de Pujol a l'inici del projecte i l'estudi de les causes que justifiquen aquesta.

La producció en aquest moment rondava el 50% de la que l'empresa tenia l'any 2008 i a més a més determinades seccions havien millorat els seus rendiments degut a l'adquisició de noves màquines, de manera que no tenia cap sentit que l'empresa indiqués que més del 70% de la producció estava endarrerida. Per altra banda, cal comentar que l'endarreriment de la producció esmentat no era del tot veraç. Aquesta manca de veracitat residia en el fet que per dur a terme el càlcul es va prendre la Due Date proposada pel MRP com a data teòrica de finalització de l'ordre de fabricació. Una Due Date que, com es demostrarà en posteriors punts, no era fiable. A més, no tenia en compte l'existència d'estoc, entre d'altres factors. En tot cas, tot i que aquest endarreriment fos orientatiu, no deixava de ser alarmant.

Cal remarcar també, tal com s'ha comentat prèviament en la contextualització, que el valor total de l'estoc estava al voltant dels 3 milions d'euros, havent augmentat un milió d'euros en l'últim any, i que un 35% de les comandes eren entregades amb retard. Això és un clar indicador de que aquestes dades eren errònies i incompatibles, ja que teòricament una gran quantitat d'estoc hauria d'estar lligat a servir una gran quantitat de comandes a temps.

Per poder estudiar l'origen dels problemes que provoquen aquesta situació es comença realitzant un anàlisi de les dades referents a la producció de l'empresa (estocs, compres, ordres de fabricació, etc.).

Aquest anàlisi s'estructura en dues fases. La primera fase es basa en fer una primera revisió de totes les dades proporcionades per Pujol detectant anomalies pròpies de cada arxiu que podrien provocar algun error. Per altra banda, en la segona fase es realitza un anàlisi molt més profund dels arxius conflictius per tal de trobar més possibles dades errònies, pròpies de cada arxiu o de diferents arxius relacionats, així com intentar donar solució als problemes presentats en la primera fase.

3.1. Anàlisi de dades referents a la producció

Per tal de poder buscar les possibles causes de la situació en que es troba l'empresa, es parla amb el departament d'informàtica i d'enginyeria de l'empresa. El primer s'ocupa de proporcionar-nos tots els arxius necessaris mentre que el segon revisa que totes les dades tècniques que hi hagués en aquests fossin correctes.



3.1.1. Estudi de l'arxiu de dades *Estructuras (BOM)*

L'arxiu *Estructuras.csv* és una fulla Excel amb tota la informació necessària a l'hora de conèixer de quins articles, conjunts o parts està format cadascun dels productes que es tracten a la fàbrica. La complicació que té aquest arxiu resideix en la quantitat de dades que emmagatzema. En concret, consta de més de 442.500 files que defineixen la descomposició dels més de 4.200 productes finals que ofereix Pujol.

Després d'entendre com s'estructura aquest arxiu, es veu que mostra, d'una manera poc obvia, el desglossament de cada producte. La primera columna conté un article que necessita, entre d'altres, l'article de la tercera columna, mentre que la segona i la quarta fan referència a la fase i quantitat necessària respectivament. Aquests articles necessaris poden ser tant articles comuns com conjunts i subconjunts, fet que dificulta i alenteix el recorregut dels components d'un article de manera informàtica. Es mostra un exemple a la Figura 3.1.1.

Articulo Padre	Fase	Articulo Hijo	Cantidad
3131982400	10	2120620240	10.000
3063656001	10	2105160040	10.000
2131031180	10	comprascompras	1
9071103003	10	2000255150	10.000
2005109100	10	2005109750	20.000
2005109100	10	2120200270	10.000

Figura 3.1.1: Exemple de part de l'arxiu *Estructuras.csv*.

Així doncs es determina que no hi ha cap problema aparentment.

3.1.2. Estudi de l'arxiu de dades *Rutas (Resource Data)*

En segon lloc, s'analitza l'arxiu *Rutas.csv*, que conté la informació sobre els recursos en els que es poden fabricar cadascun dels articles com es mostra a la Figura 3.1.2.

Articulo	Fase	Recurso	Tiempo Setup	Tiempo
2005121960	60	785	00:00:12:00	00:00:35:00
2005121960	70	558	00:00:12:00	00:00:95:00
2005121960	80	237	00:00:12:00	00:00:43:00
2005121960	90	557	00:00:12:00	00:00:30:00
2005121970	20	786	00:00:12:00	00:00:30:00

Figura 3.1.2: Mostra de l'arxiu *Rutas.csv*.

En principi, des de Pujol s'ha assegurat que, a nivell tècnic, la informació que apareix no és errònia.



Per altra banda, es troba un arxiu anomenat Ordenes_F2, que també aporta informació sobre quins recursos s'han d'utilitzar. En aquest cas, es relaciona cada ordre de fabricació amb el recurs que s'hauria d'emprar. Relació que es pot veure a la Figura 3.1.3.

Order No.	Op. No.	Resource	Res. Specific Setup Time	Unidad de Tiempo	Res. Specific Op Time
F13373	80	250	00:00:90:00	Tiempo articulo	00:00:3.46:00
F13373	80	205	00:00:60:00	Tiempo articulo	00:00:10.5:00
F13373	80	206	00:00:60:00	Tiempo articulo	00:00:10.5:00
F13373	80	207	00:00:60:00	Tiempo articulo	00:00:10.5:00
F17675	10	999	00:00:0:00	Tiempo articulo	00:00:0:00
F17675	11	999	00:00:0:00	Tiempo articulo	00:00:0:00
F17675	30	313	00:00:120:00	Tiempo articulo	00:00:1.5:00
F17675	30	312	00:00:120:00	Tiempo articulo	00:00:1.5:00

Figura 3.1.3: Mostra de l'arxiu Ordenes_F2.csv.

3.1.3. Estudi de l'arxiu de dades Stock_com

En referència a l'arxiu que emmagatzema totes les dades de l'estoc de la fàbrica, aquest es presenta de la següent manera (Figura 3.1.4):

Num. Stock	Articulo	Cantidad	Producto
ST-2110060090-3	2110060090	99999999	RODAMIENTO 6009
ST-2005051494-1	2005051494	40.000	EJE SAL.HUECO TH/TK-22 3/4E D100 C-25244
ST-2005053390-11	2005053390	.0000	CAMPANA THC-20 3E D.300

Figura 3.1.4: Mostra de l'arxiu Stocks_com.csv.

Així doncs les columnes, dins l'arxiu original, rellevants són:

- Tercera columna: N° d'estoc.
- Quarta columna: Article.
- Cinquena columna: Quantitat.
- Novena Columna: Descripció del producte.

Un detall interessant és que aquells articles o productes dels quals sempre tenen estoc, i en gran quantitat, apareixen a l'arxiu amb una quantitat associada de 99999999 unitats.

Cal destacar però, que es troba una incongruència absoluta pel que fa a les quantitats dels productes d'aquest. El problema és que dins l'arxiu apareixen productes amb unes quantitats en estoc negatives, situació que en cap cas pot ser real perquè implicaria que s'haurien realitzat operacions de fabricació o muntatge amb peces de l'estoc que realment no existeixen. Alguns d'aquests articles es mostren a la Figura 3.1.5.



Num. Stock	Articulo	Cantidad	Producto
ST-2000268830-1	2000268830	-10.000	ENGRANE MV R5/1 SX-353
ST-2000268850-1	2000268850	-10.000	RUEDA MV R5/1 SX-353
ST-2110063120-1	2110063120	-50.000	RODAMIENTO 6312
ST-2120320042-1	2120320042	-10.000	LENG. AJUSTE 51B/17139/6X6X20(CEMENTADA)
ST-3000000000-1	3000000000	-20.000	REPARACION REDUCTOR

Figura 3.1.5: Articles amb estoc negatiu.

3.1.4. Estudi de l'arxiu de dades *Articles*

En el cas de l'arxiu *Articles.csv*, no s'aprecia, després d'un anàlisi preliminar, cap problema que pugui suposar alguna complicació. Per altra banda, cal comentar que Pujol ha explicat el significat de la codificació que s'utilitza per representar els articles. A continuació es resumeix aquesta codificació, i per fer-ho s'utilitzarà la nomenclatura, per exemple, 2xxx que representa un article on els seus dos primers dígits són el 20 :

- 21xx: Matèries primeres
- 2xxx: Productes fabricats o semielaborats.
- 3xxx: Articles i productes finals.
- 9xxx, 8xxx, 5xxx, 4xxx... : Conjunts i subconjunts d'articles que no representen cap producte en sí, però que podrien acabar formant molts altres productes finals. (En general, els conjunts més rellevats són aquells codificats com a 8xxx i 9xxx).

Aquesta nomenclatura és la que s'utilitza des de l'empresa per fer referència a cada tipus d'article. Per tant és la que s'utilitzarà a partir d'ara, també, en la redacció del projecte.

Alguns d'aquests articles es poden apreciar a la Figura 3.1.6.

Id Articulo	Descripcion
3600804021	MOTOR BA80A-8 0,25CV B3 230/400V
2000210700	(A)EJE SALIDA R.3,29/1 S-302
3072136381	DXC 703/50,97/300-38 ANILLO CONTRAC.
2111062260	RODAMIENTO 6226-Z
9071020200	(A)SUBCONJUNTO DESPIECE D-303
2005101540	TAPA PV ANTIRRETORNO K3H-485C

Figura 3.1.6: Mostra de l'arxiu *Articles.csv*.



3.1.5. Estudi de l'arxiu de dades de *Compras*

L'arxiu *Compras.csv* documenta totes les compres que es realitzen. La informació, organitzada en columnes, dins l'arxiu original, que es determina que pot esdevenir important és la següent:

- Quarta columna: Identificador de la compra.
- Setena columna: Article referent a la compra.
- Vuitena columna: Quantitat de l'article.
- Desena columna: Data teòrica d'arribada de la compra.
- Onzena columna: Descripció del producte.

Una part d'aquest arxiu es pot veure a la Figura 3.1.7.

Num Compra	Articulo	Cantidad	Descripcion	DueDate
20160523	2119001140	50.000	RODAMIENTO NNU4940 B/SPW33 (S.M.P53)	20170115
20160606	805075900	20.000	SEMI-CAJA T-35/3H-4H-4K GG-25 ESTABI	20170102
20160616	820230480	40.000	EJE SALIDA HUECO R10a50 L-130 GGG-40	20170102
20160616	850230480	40.000	GzCuSn12-EJE SALIDA R.20,40 L-130	20161228
20160620	800260480	20.000	CAJA KX903 GG-15	20170102
20160630	SBAX030000	10.000	SUPLEMENTO BRIDA SALIDA LA-30X P=54.5	20170130
20160705	RAX050B160	50.000	LAC 50X/5/120-19 D25	20161228
20160707	740FAG01000	20.000	SONDA Temper. ref. A45EA110T240	20171230
20160713	4003069469	10.000	CONJUNTO BRAZO REACCION LW-63	20161228

Figura 3.1.7: Mostra de l'arxiu Compras.csv.

Per altra banda, es comprova que tant els productes com les seves quantitats siguin coherents amb la demanda que requereix el sistema. En aquest sentit, no sembla que pugui haver-hi cap inconvenient.

Però, en canvi, es veu que les dates referents a aquestes compres si poden provocar algun problema. Algunes d'aquestes dates que apareixen a l'arxiu asseguren, suposadament, que compres que s'havien demanat al proveïdor han arribat, quan en realitat mai s'ha rebut aquella compra en concret ja que no es té constància de la seva arribada a magatzem o s'ha rebut amb retràs. En una de les importacions de l'arxiu de compres, a data de 28/12/2016, es veu com hi ha compres endarrerides que haurien d'haver arribat però que apareix com a data teòrica d'arribada la pròpia data d'importació. Això es demostra donat que fent una importació el següent dia la data d'arribada de la compra és la d'aquest. A la Figura 3.1.8, es mostra aquest exemple amb una compra en concret.



Num Compra	Articulo	Cantidad	Descripcion	DueDate
C-1-11-11030-10	4003069469	10.000	CONJUNTO BRAZO REACCION LW-63	20161228

Informació rebuda en la importació realitzada el dia 28/12/2016.

Num Compra	Articulo	Cantidad	Descripcion	DueDate
C-1-11-11030-10	4003069469	10.000	CONJUNTO BRAZO REACCION LW-63	20161229

Informació rebuda en la importació realitzada el dia 29/12/2016.

Figura 3.1.8: Data d'entrega d'una compra amb retard.

3.1.6. Estudi de l'arxiu Ordenes_F_MONT (Ordres de Muntatge)

Pel que es refereix a les ordres de muntatge, l'arxiu no sembla que pugui contenir cap error. És rellevant, però, destacar que **les ordres de muntatge són les comandes dels clients**. Cada vegada que entra una comanda es creen les seves associades ordres de muntatge, que tenen com a Due Date la data d'entrega de la comanda. Durant la redacció del projecte doncs, enlloc de parlar de comandes es parlarà d'ordres de muntatge. A continuació, en la Figura 3.1.9, es mostren algunes ordres de muntatge amb alguns dels seus camps més rellevants.

Num OM	Articulo	Descripcion	Fase	Descripción fase	Cantidad	Due Date
M24593	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.		5 PREPARAR MATERIAL	10	20170410
M24593	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.		10 MONTAR	10	20170410
M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/160-14 B.S. B5 D.160		5 PREPARAR MATERIAL	1	20160922
M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/160-14 B.S. B5 D.160		10 MONTAR	1	20160922
M28809	3000000000	REPARACION REDUCTOR		10 PARA PODER OPERAR	1	20160803
M28899	3043020200	(A)LP 40/19		5 PREPARAR MATERIAL	3	20160926
M28899	3043020200	(A)LP 40/19		10 MONTAR	3	20160926
M29671	3000000000	REPARACION REDUCTOR		10 PARA PODER OPERAR	1	20161006
M29750	3043020200	(A)LP 40/19		5 PREPARAR MATERIAL	1	20161020
M29750	3043020200	(A)LP 40/19		10 MONTAR	1	20161020

Figura 3.1.9: Camps importants de l'arxiu de les ordres de muntatge amb exemples.

3.1.7. Estudi de l'arxiu de dades Ordenes_F_FAB (Ordres de Fabricació)

En primer lloc, destaca el fet de que la majoria d'ordres de fabricació estan endarrerides. A simple vista es pot veure que la Due Date de moltes d'aquestes és inferior al dia de l'anàlisi, fet que hauria de provocar que tota la fàbrica treballés endarrerida.

En segon lloc, s'observa que hi ha moltes ordres de fabricació a les quals els hi falta alguna de les seves fases, tal com es pot veure en la Figura 3.1.10.



Num OF	Articulo	Descripcion OF	Num Fase	Descripcion fase	Cantidad	Due Date
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	10	PREPARAR MATERIAL SEGUN ESTRUCTURA	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	40	DENTAR 23 Z X 60,5 PRE-PELADO	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	50	TRATAMIENTO 3.950 Kg PRG.027 860+810G-5,	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	60	COMPROBAR SALTO Y ENDEREZAR SI PROCEDE	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	70	RECTIFICAR PUNTOS	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	80	RECTIFICAR D.40 k5 X 33 D.44 x5 X 62 D.4	6	20170123
F32252	2000259611	ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	90	RECTIFICAR FLANCOS DENTADO	6	20170123

Figura 3.1.10: L'ordre de fabricació F32252 no té registrades les fases 20 i 30, fet que es repeteix en altres casos.

També es veu que, les ordres de fabricació, com a conjunt, tenen assignades una Due Date sense especificar quina és la Due Date concreta de cadascuna de les seves fases. Aquest fet provoca que sigui més difícil fer un seguiment i control de la producció degut a que no és possible saber en quin moment es pot disposar de les ordres de fabricació sense finalitzar però amb una sèrie de fases ja completades.

En la Figura 3.1.11, es mostra això agafant com a exemple l'ordre de fabricació F30699. Tal com es pot veure, les diferents fases de la mateixa ordre comparteixen la mateixa Due Date.

Num OF	Articulo	Descripcion OF	Num Fase	Descripcion fase	Cantidad	Due Date
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	10	PREPARAR MATERIAL SEGUN ESTRUCTURA	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	20	TAL. REF. CIL. SEG. INT. MAND. SEG. Y CH	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	30	PUNTO,CIL.CHAF. Y MARCAR CODIGO	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	40	CHAVETERO INT. 6 C11 X 30	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	50	TRATAMIENTO 0,580 Kg. PRG.076 900+840G-3	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	70	LIMPIAR RECTIFICAR PUNTOS CARGADOR AUTOM	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	80	RECTIFICAR D.10 u5 X23 D.15 j5 X 10,5 D	8	20161130
F30699	2000251670	EJE TRAN.D19 R3,09 KX303/4,05 DX302	90	RECTIFICAR AGRO. D.19 F7 X 19	8	20161130

Figura 3.1.11: Diferents fases d'una mateixa ordre de fabricació amb mateixa Due Date.

Finalment, existeixen ordres de fabricació dins el sistema Ekon que no haurien de ser considerades pel planificador ni per l'assignació de material degut a que són ordres antigues que no s'havien realitzat ni es realitzaran. S'arriba a aquesta conclusió després de fer un llistat amb totes les ordres que tenen una data de finalització desmesuradament antiga i preguntar als responsables de Pujol si realment aquestes ordres han de ser fabricades. Algunes d'aquestes tenen un endarreriment de més de 500 dies.

En la Figura 3.1.12, es mostra aquest problema agafant com a exemple algunes de les ordres de fabricació amb Due Date més antiga que s'han trobat existents en el sistema.

Num OF	Articulo	Descripcion OF	Num Fase	Descripcion fase	Cantidad	Due Date
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5.31/1 SX-253	10	PREPARAR MATERIAL F-1252(T) BONIF.80/90	25	20071106
F13150	2000269048	EJE TRANS. R6.91/1 SX-353	70	SACAR REBABAS	150	20071119
F13372	2000294100	EJE ENTRADA GV R3.38/1 TX-18 2H	10	PREPARAR MATERIAL F-1252(T) BONIF.80/90	30	20071126
F13149	2000297900	EJE SALIDA HUECO D.100 TX-18	10	PREPARAR MATERIAL F-1252(T) BONIF.80/90	25	20071204
F12259	2000293790	ENGRANE PV R3.54/1 TX-18	40	DENTAR 21 Z X 11	125	20080107

Figura 3.1.12: Exemple d'ordres de fabricació molt endarrerides.



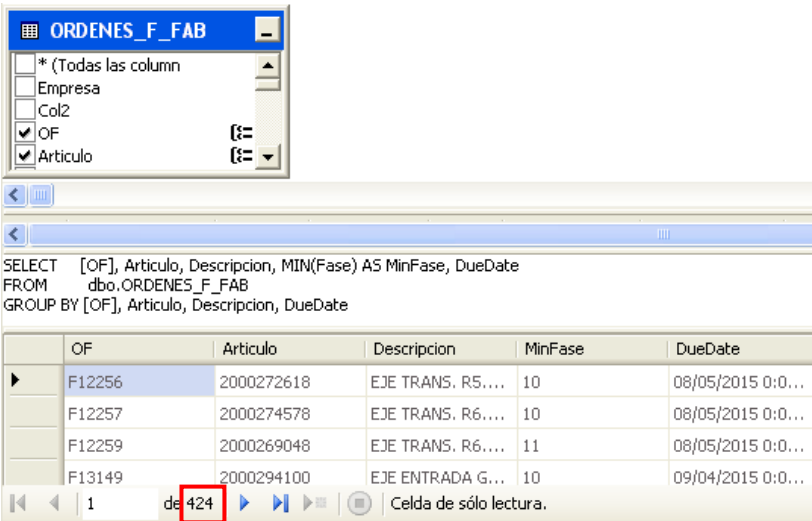
3.2. Estudi dels errors en les ordres de fabricació

Tal com s'ha vist prèviament, les dades errònies es troben majorment en l'arxiu de les ordres de fabricació. Així doncs, seguint el procés esmentat, es procedeix a realitzar un anàlisi més profund d'aquestes. Per poder-ho dur a terme es carreguen tots els arxius existents a una base de dades Microsoft SQL Server que permet establir relacions entre les ordres de fabricació i els altres arxius. A partir d'aquestes, haurien d'aparèixer resultats significatius que donessin a conèixer tot allò erroni en les ordres de fabricació.

3.2.1. Errors identificats durant l'estudi

Donat que es troben algunes ordres de fabricació que tenen una *Due Date* molt antiga es procedeix a calcular el percentatge d'endarreriments en la fabricació per tal de quantificar la magnitud del problema. Per fer-ho, es divideix el nombre d'ordres de fabricació endarrerides respecte el dia en que es realitza el càlcul entre el nombre total d'ordres de fabricació.

Per obtenir el nombre total d'ordres de fabricació, es compten totes les files que conté l'arxiu de les ordres de fabricació. Tal com es pot veure en la Figura 3.2.1, aquest valor és de 424.



ORDENES_F_FAB

* (Todas las column
 Empresa
 Col2
 OF
 Artículo

```
SELECT [OF], Artículo, Descripción, MIN(Fase) AS MinFase, DueDate
FROM    dbo.ORDENES_F_FAB
GROUP BY [OF], Artículo, Descripción, DueDate
```

	OF	Artículo	Descripción	MinFase	DueDate
▶	F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	10	08/05/2015 0:0...
	F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	10	08/05/2015 0:0...
	F12259	2000269048	EJE TRANS. R6....	11	08/05/2015 0:0...
	F13149	2000294100	EJE ENTRADA G...	10	09/04/2015 0:0...

1 de 424 Celda de sólo lectura.

Figura 3.2.1: Nombre total d'ordres de fabricació.

Per obtenir el nombre d'ordres endarrerides, es seleccionen aquelles que tinguin una *Due Date* més petita que el dia respecte del que es vol realitzar el càlcul. En aquest cas, s'ha fet respecte el dia 28 de setembre de 2016. Aquest valor és de 327, tal com es pot veure en la Figura 3.2.2.



ORDENES_F_FAB

Descripción
 Col6
 Col7
 Fase
 Col9

```

SELECT [OF], Artículo, Descripción, MIN(Fase) AS MinFase, DueDate
FROM    dbo.ORDENES_F_FAB
WHERE   (DueDate < '28/09/2016')
GROUP BY [OF], Artículo, Descripción, DueDate
  
```

OF	Artículo	Descripción	MinFase	DueDate
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5...	10	08/05/2015 0:0...
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6...	10	08/05/2015 0:0...
F12259	2000269048	EJE TRANS. R6...	11	08/05/2015 0:0...
F13149	2000294100	EJE ENTRADA G...	10	09/04/2015 0:0...
F13150	2000297900	EJE SALIDA HUE...	10	13/04/2015 0:0...
F13151	2000297920	RUEDA PV R3.5...	10	10/04/2015 0:0...
F13372	2000293790	ENGRANE PV R3...	10	15/04/2015 0:0...
F13373	2000294180	RUEDA GV 2H Y ...	10	17/04/2015 0:0...
F137928	2000291680	ENGRANE PV R3...	10	30/03/2011 0:0...
F137929	2000291710	RUEDA PV R3.5/...	10	30/03/2011 0:0...

1 de 327 Celda de sólo lectura.

Figura 3.2.2: Nombre d'ordres de fabricació amb Due Date anterior al 28 de setembre de 2016.

Així doncs, tenint la informació extreta en aquest anàlisi ja es pot calcular el percentatge d'ordres de fabricació endarrerides, el qual resulta ser d'un 77%.

A més, un dels fets més rellevants és que durant la realització d'aquests càlculs s'ha vist que la distància temporal entre la Due Date de les ordres de fabricació estudiades i la Due Date de les ordres de muntatge, en general, és molt gran. Per tant, com s'ha comentat a l'apartat d'antecedents de l'empresa (Punt 2.1), es corrobora el fet que les ordres de muntatge no estan directament lligades amb les ordres de fabricació de la manera en que haurien d'estar-ho.

3.2.2. Conclusions de l'estudi de les ordres de fabricació

El resultat de l'estudi de les ordres de fabricació demostra que un 77% de les ordres de fabricació estan endarrerides i que no hi ha una relació directa entre ordres de fabricació i ordres de muntatge.

Donat que els resultats indiquen que la informació referent a la Due Date continguda en les ordres de fabricació està malament, doncs quan les ordres arriben al planificador ja contenen una data endarrerida, i que aquesta prové del MRP i, al mateix temps, la d'aquest del MPS, l'error ha d'estar en un d'aquests últims dos mòduls (Figura 3.2.3).





Figura 3.2.3: Esquema detecció d'errors d'informació en les dades.

3.3. Possibles solucions als errors trobats durant l'anàlisi

Abans de seguir comprovant quin pot ser l'origen dels errors, en aquest apartat, s'exposen les conclusions de l'estudi realitzat en el punt 2.1 donant una justificació i possible solució als problemes que s'han trobat en aquest. A continuació, es mostren aquests, juntament amb la seva justificació i/o solució:

- 1) Manca de certes fases en algunes ordres de fabricació

Es parla amb l'empresa per aclarir perquè en l'arxiu d'ordres de fabricació hi ha algunes d'aquestes a les quals els hi falten una o més fases. En primer lloc, el cap de producció explica que no totes les ordres de fabricació tenen les fases en ordre (per exemple 10,20,30 etc.) sinó que per com han estat dissenyades pot ser que tinguin una fase 10 i una fase 30 però no n'hi hagi cap de 20. Per altra banda, també comenta que el fet que algunes d'aquestes fases que no apareixen és degut a que són subcontractacions. Aquest fet és rellevant degut a que és important conèixer la data d'arribada d'aquestes subcontractacions a l'hora de realitzar la planificació associada a realitzar un producte final que té peces subcontractades. Per solucionar aquest problema, Pujol introduirà les subcontractacions en l'arxiu de les compres indicant a més a més a quina ordre de fabricació pertanyen i a quina fase corresponen.

Per posar un exemple de l'explicat anteriorment, s'utilitza l'ordre de fabricació F32252. En la Figura 3.1.10, es mostra que a aquesta li falten les fases 20 i 30. Donat que resulta que aquestes dues corresponen a subcontractacions, han d'aparèixer en l'arxiu de compres tal com s'ha explicat en aquest apartat i es mostra en la Figura 3.3.1:

Num Compra	OF	Fase OF	Cantidad	Descripcion	DueDate
C-1-11-13135-10	32252		20	60.000 ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	20170102
C-1-11-13135-20	32252		30	60.000 ENGRANE PV R3,6/1 DX-702/KX-703	20170102

Figura 3.3.1: Les subcontractacions corresponents a les fases 20 i 30 de l'ordre de fabricació 32252 s'expressen com a ordres de compres.



2) Estocs de peces en fabricació en negatiu.

Hi ha dues raons per les quals apareixen estocs de peces amb valors negatius:

- S'observa que en alguns casos Pujol factura reductors abans de tenir-los acabats. En fer això el seu sistema informàtic descompta de l'estoc les peces corresponents al procés de fabricació i muntatge del producte final quan realment no s'han utilitzat. Si, per exemple, l'estoc d'una d'aquestes peces és 0 i el producte que s'ha facturat no està acabat, com el sistema descompta les seves peces corresponents, dona lloc a un valor total d'estoc negatiu.
- En una reunió amb els responsables de Pujol es va comentar que en vendre un producte, s'envien peces de recanvi, però aquestes peces no estan computades en cap ordre de muntatge. Per tant el sistema comptabilitza les peces en estoc de manera que les utilitzades com a recanvi queden descomptades. Així doncs, en cas que l'estoc d'un determinat article necessitat com a recanvi sigui zero, s'utilitzen peces destinades a alguna altre ordre de fabricació o muntatge. Per tant aquestes ordres queden sense un material amb el que ja contaven i l'estoc queda en negatiu.

Per tal de solucionar aquest problema, es decideix que per cada article del qual es tingui un estoc negatiu, es llançarà una ordre de muntatge que necessiti l'article en qüestió. Com que no són ordres de muntatge reals, en tant que no van destinades a un muntatge sinó a cobrir les deficiències d'estoc, s'anomenaran ordres de muntatge fantasma. Donat que Pujol s'encarrega de manera autònoma de la fabricació o muntatge de peces de recanvi, aquestes ordres seran generades per part seva i enviades en un arxiu per a que puguin ser computades. Per altra banda, en cas que segueixin existint articles amb estocs negatius, aquests faran referència a peces de reductors facturats abans de ser muntats. Així doncs, l'equip de Soltek generarà una ordre de muntatge fantasma que equilibri el nivell d'estoc.

3) Problemes derivats de les dates de compres que impacten en les dates de inici.

Les dates de compres es reben en el planificador. Quan una d'aquestes no es compleix (no s'ha rebut el material), aquesta va augmentant dia a dia de manera que el sistema planifica com si es pogués arribar a començar demà quan això no és real. Això provoca que aquest reservi capacitat de màquina que realment no s'utilitzarà en l'ordre de fabricació associada a la compra. Cal remarcar que aquest problema en concret no ha estat solucionat però és pretén solucionar-lo en un futur immediat.

4) Ignorar ordres que baixen des de Ekon i que no s'han de tenir en compte en el planificador.



Determinades ordres de fabricació que actualment es tenen en compte al seu planificador, no s'han de planificar ni utilitzar per les assignacions de material. Pujol ja ha informat que aquestes ordres estan informades en la columna "BK" amb un 0 o un 1 per indicar si l'ordre s'està tenint en compte o no. Això es pot veure en la Figura 3.3.2.

OF	Articulo	Descripcion	DueDate	BK
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	08/05/2015 0:0...	0
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	08/05/2015 0:0...	0
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	08/05/2015 0:0...	0
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	08/05/2015 0:0...	0
F12256	2000272618	EJE TRANS. R5....	08/05/2015 0:0...	0
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1
F12257	2000274578	EJE TRANS. R6....	08/05/2015 0:0...	1

Figura 3.3.2: Arxiu de les ordres de fabricació amb la columna BK.

- 5) Certes comandes pendents (ordres de muntatge) no haurien de descarregar-se en el planificador (o haurien d'estar marcades d'alguna manera quan es descarreguessin) per a que aquest no les tingui en compte per a l'assignació de material i reserva de peces de fabricació.

Determinades ordres de muntatge que actualment es tenen en compte en el planificador no s'haurien de planificar ni utilitzar per a les assignacions de material. Pujol ha de revisar si tal com es fa en l'arxiu d'ordres de fabricació, aquestes ordres estan informades en la columna "BK" amb un 0 o un 1 per indicar si l'ordre de muntatge s'està tenint en compte o no.

- 6) Assignació d'una *Due Date* per cada fase de cada una de les ordres de fabricació amb l'objectiu de poder portar un control de producció correcte.

S'ha plantejat la possibilitat de realitzar un programa per assignar a cada fase de l'ordre de fabricació una data prevista de finalització en funció dels temps establerts en la seva ruta de fabricació. En cas de realitzar-se, seria per part d'uns altres tècnics de Soltek.



7) La majoria d'ordres de fabricació estan endarrerides.

En el punt 2.2.1 es demostra que un 77% de les ordres de fabricació estan endarrerides així que per trobar-hi una solució, tal com s'explica en el punt 2.2.2 s'haurà d'analitzar si el MRP funciona correctament. Fins que no se sàpiga l'origen d'aquest no es podrà trobar una solució.

3.4. Comprovació dels càlculs realitzats pel MRP

Tal com s'ha comentat en el punt 2.3, l'origen del problema referent a tenir un 77% de les ordres de fabricació endarrerides és encara desconegut. El següent pas és doncs, comprovar quin és el motiu pel qual la Due Date d'algunes ordres de fabricació és errònia. Aquest fet només pot ser degut a dos motius:

- El MRP rep la informació de manera correcta del MPS i en el tractament d'aquesta comet algun error que provoca que quan és rebuda pel planificador contingui les anomalies comentades en els apartats anteriors
- El MPS envia la informació ja equivocada i per tant quan el MRP la rep, els posteriors càlculs es realitzen sobre una base errònia que provoca les anomalies comentades en els apartats anteriors

D'aquesta manera, s'ha de dur a terme una comprovació sobre el funcionament concret del MRP per tal de discernir entre els dos motius esmentats.

Degut a que aquests càlculs només es poden realitzar des del terminal que està a l'empresa, el Sr. David Gomis, cap del projecte, aprofita una visita a la fàbrica per comprovar que el MRP funcioni correctament. Després de realitzar l'anàlisi, arriba a la conclusió que els càlculs realitzats per el MRP són els adequats.

Donat que el MRP funciona correctament l'arrel de tot el problema ha de trobar-se en el MPS. En aquest moment es veu que l'estat de la fàbrica no es deu a les desviacions en la producció sinó a que el mòdul encarregat de generar les necessitats no opera de la manera en que hauria de fer-ho. Així doncs, donat que l'origen del problema es troba en el mòdul de Ekon referent al MPS, s'hauria de solucionar o tractar aquest problema abans de plantejar cap implementació d'un nou sistema de planificació. Doncs les dades que hi arribarien serien errònies i ,per tant, el resultat d'aquest estaria malament.



3.5. Conclusions de l'estudi de la situació inicial de Pujol

En termes generals, la situació de l'empresa després de l'anàlisi queda resumida en la Figura 3.5.1.

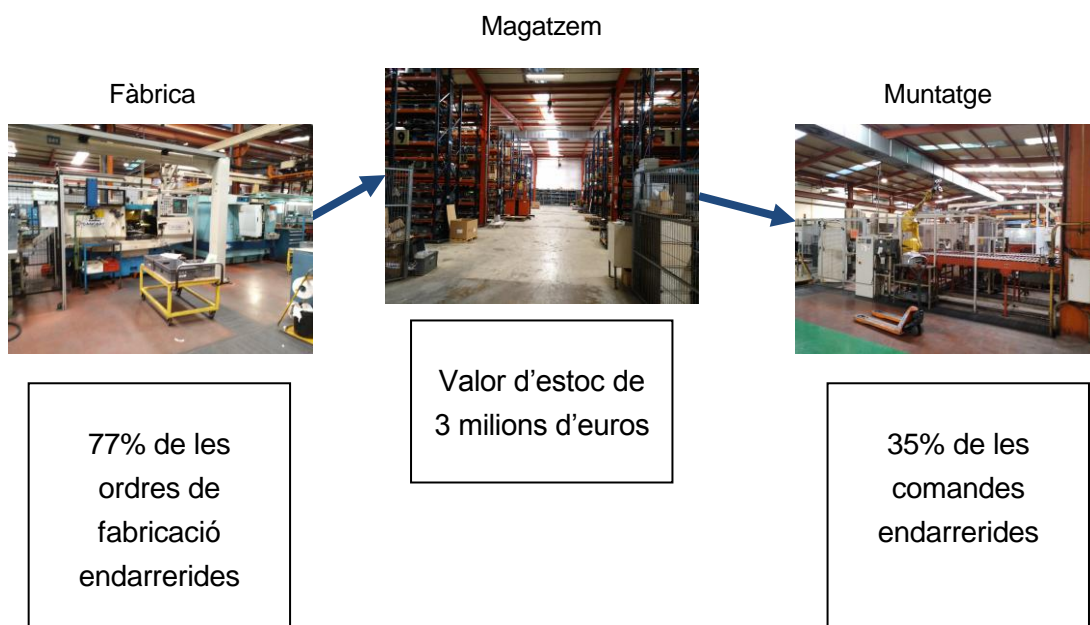


Figura 3.5.1: Resum de la situació de la empresa després de l'anàlisi.

Davant d'això, és interessant analitzar dos fets. En primer lloc destacar que si el percentatge de comandes endarrerides és inferior al d'ordres de fabricació ha de ser degut a que hi ha una gran quantitat d'estoc que pot suplir algunes de les peces necessàries per als muntatges que encara no s'han acabat de fabricar degut als endarreriments en aquesta zona.

Per altra banda, és important ser conscient de la incongruència que representen un 35% de comandes endarrerides i un valor de l'estoc al magatzem molt alt. A priori, s'entén que una empresa amb gran quantitat d'estoc hauria de servir les comandes a temps. Així doncs, el problema sembla ser que no resideix exclusivament en l'endarreriment de les ordres de fabricació sinó que també a que no es té una bona previsió de demanda. Donat que el MPS és l'encarregat de generar les necessitats (previsió de demanda), aquest fet corrobora la hipòtesis prèviament comentada de que l'origen del problema ha d'estar en aquest mòdul del ERP Ekon.

Un cop realitzat l'anàlisi i extretes ja les conclusions, es plantegen una sèrie de propostes per solucionar el problema referent al 77% d'ordres de fabricació endarrerides, el qual



encara no té solució i té afectacions sobre la excessiva quantitat d'estoc en magatzem i el 35% de comandes entregades en retard.



4. Propostes de millora de la situació de l'empresa

El problema principal trobat en l'anàlisi és que el 77% de les ordres de fabricació estan endarrerides donat que la Due Date és antiga a causa de que el MPS no funciona correctament. D'aquesta manera, si s'aconsegueix reduir aquest percentatge, el 35% de comandes endarrerides també hauria de disminuir. Per altra banda, s'ha de trobar una solució per disminuir la quantitat d'estoc en el magatzem. Per aconseguir tot això es proposen els següents objectius:

- Realitzar un programa que permeti establir les dates de fabricació (Due Date) proposades pel MRP i establir una relació entre ordres de fabricació i ordres de muntatge (comandes).
- Adaptar el sistema de planificació (APS) del qual ja disposa Pujol Gear Solutions S.L per tal que realitzi els càlculs adequats un cop establitzades les dates de les ordres de fabricació, permetent així un millor control de la programació a capacitat finita de la fabricació i del muntatge de productes de l'empresa.
- Automatitzar els processos informàtics referents a la planificació de la producció de l'empresa.

Donada la quantitat de feina que comporten aquestes propostes, l'adaptació del sistema APS que ja té l'empresa, per tal que funcioni amb concordança amb les noves dates de fabricació, s'assigna a altres tècnics de Soltek Consulting S.L. Amb el propòsit d'optimitzar el temps, es reparteixen les tasques tal com s'ha explicat, doncs es poden dur a terme paral·lelament. Aquest fet és degut a que per realitzar la configuració de l'escenari del sistema APS, no és necessari tenir acabat el programa d'establització de dates de fabricació i viceversa. Malgrat això, el planificador amb les seves noves modificacions no es pot posar en funcionament si no està implantat el programa d'establització de dates de les ordres de fabricació donat que la planificació no seria real si les dates fossin errònies.

Un cop assolits aquests, el cap de producció de Pujol haurà de ser capaç de gestionar la planificació de la fàbrica amb l'ajuda del sistema APS.



5. Disseny de la solució per a l'estabilització de les dates de les ordres de fabricació

Per tal de disposar d'ordres de fabricació amb dates fiables hi ha dues opcions:

- Esborrar totes les ordres de fabricació existents i llançar de nou el MRP, cosa no factible per totes les implicacions que això suposa en el ERP Ekon com ara compres ja assignades a les ordres de fabricació, produccions parcialment realitzades etc.
- Establir un punt "0" en fabricació. Aquest punt "0" s'obtindria de realitzar una planificació de totes les ordres de fabricació existents en el sistema amb uns criteris lògics que donessin com a resultat unes dates de finalització d'aquestes coherents, lligant les ordres de fabricació que puguin respondre a ordres de muntatge. Això permetria obtenir un punt on el dia "0" la data de finalització de totes aquestes ordres de fabricació coincideixin amb les del seu planificador. Un programa informàtic és el que permetria dur-ho a terme.

5.1. Introducció del concepte "punt 0"

Tal com s'ha comentat, donat que la primera opció no és viable es procedeix a realitzar la segona. Per tal de fer més entenedora la utilitat del punt "0", a continuació es mostren dos diagrames de GANTT (Figura 5.1.1 i Figura 5.1.2).

En el primer es mostra un exemple simple d'una planificació com la que podria tenir Pujol en un dia qualsevol mentre que en el segon representa la mateixa planificació amb l'aplicació de les regles de programació corresponents a l'obtenció del punt "0".

Com ja s'ha vist prèviament, les dates de finalització de les ordres de fabricació són en molts casos errònies. Això vol dir que el planificador pot rebre ordres que tinguin una Due Date anterior a la seva data de finalització. D'aquesta manera, no serveix de res tenir un planificador. Aquesta casuística, es mostra en la Figura 5.1.1.



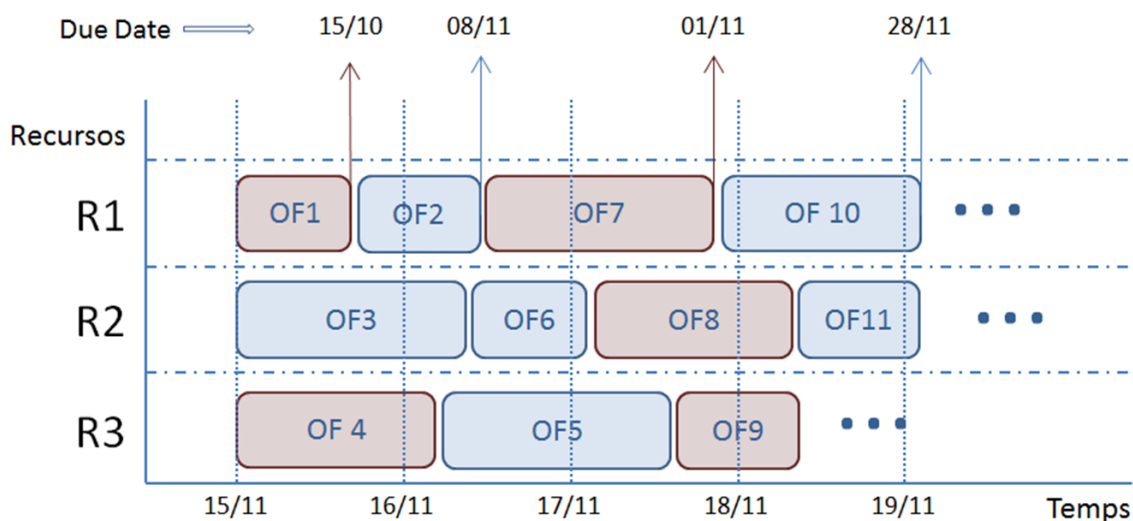


Figura 5.1.1: Diagrama de GANTT sense programa del punt “0”.

En els diagrames, les ordres de fabricació mostrades en blau representen ordres que no responen a les necessitats de cap comanda real, es a dir, es dediquen a augmentar l'estoc de peces que poden ser demanades en un futur. Per altra banda les ordres de fabricació mostrades en vermell representen ordres que podrien respondre a comandes reals. Així doncs, es veu com hi ha casos en que estan planificades ordres de fabricació que no servirien per complir cap comanda real abans que d'altres que si que ho farien.

Per tant, la intenció és arribar a un dia “0” que comportaria que totes les ordres de fabricació tinguessin una data de finalització coherent que el APS podria planificar. La gràcia de contemplar aquesta opció és que cada dia es faria córrer un programa que redefiniria la Due Date de totes les ordres de fabricació per tal que tinguin sentit a partir del “dia d'avui “. D'aquesta manera, cada dia seria el dia “0” i es podria realitzar una planificació coherent com a mínim a curt termini. En la Figura 5.1.2 es pot veure com queda el diagrama de GANTT de la Figura 5.1.1 passat el programa del dia “0” abans d'importar les dades al APS.



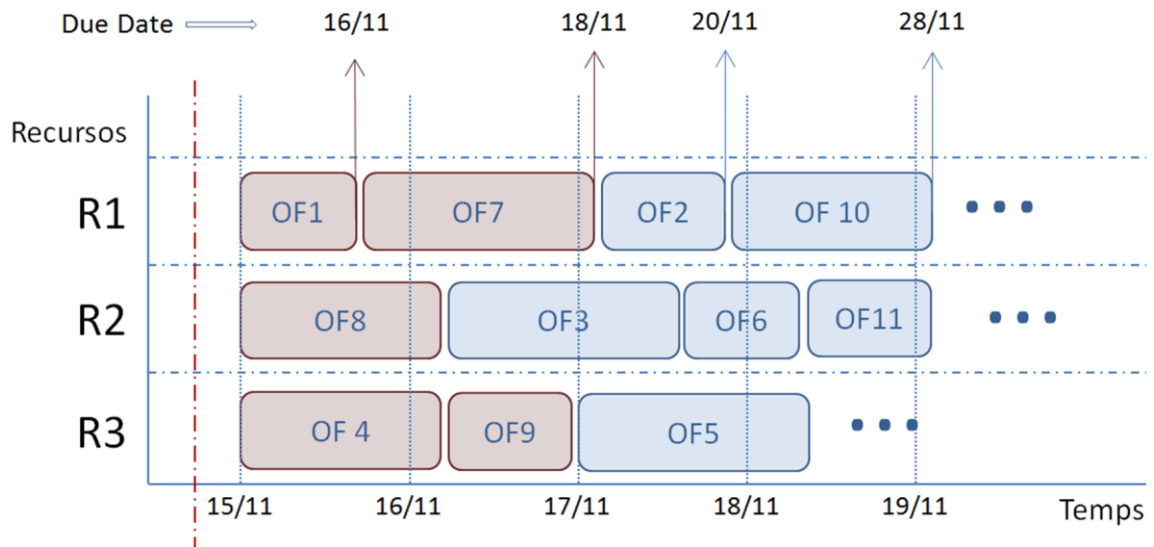


Figura 5.1.2: Diagrama de GANTT amb el programa del punt "0".

Cal remarcar que l'assignació de nova Due Date de les ordres de fabricació no és aleatòria sinó que hauria de seguir uns criteris lògics. La idea principal d'aquest mètode es basa en assignar la Due Date d'una comanda (ordre de muntatge) a una ordre de fabricació existent en el sistema que pugui alimentar-la. D'aquesta manera, la data de finalització de les ordres de fabricació estaria calculada en base a la data d'entrega de la comanda al client. La resta d'ordres que no tinguessin una comanda real assignada tindrien una Due Date posterior a les que si que tenen assignació, de manera que en qualsevol cas es tindria una data coherent prioritant aquelles ordres que apunten a alguna comanda real.

Aquest nou procediment doncs, comportaria que Pujol fabricués primer aquells articles dels quals existeix una comanda real i no queda estoc i, si sobrés temps, continués fabricant per tal de fer front a futures comandes. A efectes pràctics, això hauria de provocar el següent:

- Una reducció dels endarreriments en l'entrega de les comandes, donat que es prioritzen totes aquelles ordres de fabricació que fabriquen articles que puguin alimentar una comanda real.
- L'alliberació de peces en estoc que estaven pendents de l'arribada de peces per part d'ordres de fabricació per tal de dur a terme l'ordre de muntatge corresponent. Disminuint així, de manera progressiva, la quantitat total d'estoc en magatzem.
- Una reducció dels endarreriments, en aquest cas, de les ordres de fabricació, en base a la reassignació de la seva Due Date. Això és degut a que en el cas de les ordres que facin referència a una comanda real amb Due Date posterior a la del "dia d'avui", aquestes deixaran d'aparèixer com a endarrerides. A més a més aquelles



que no poden respondre a cap comanda real es programaran en dates posteriors a aquelles que si ho fan, de manera que també deixaran d'estar endarrerides.

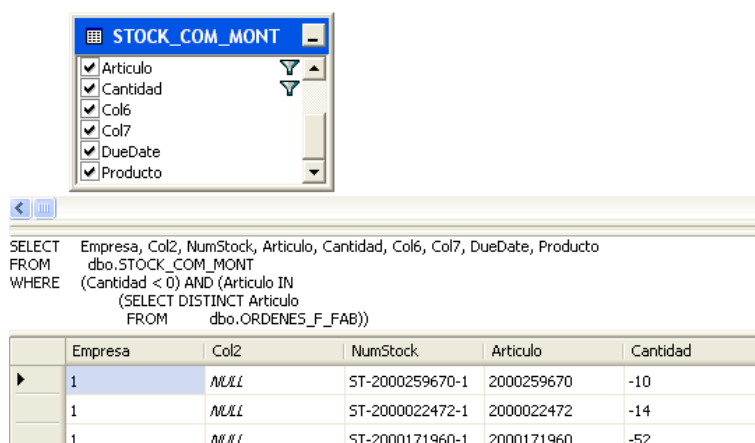
Un cop definit el concepte teòric del punt "0", el següent pas és la realització d'un programa informàtic que aconseguirà assolir aquest dia "0" en la planificació, de la manera que s'ha descrit.

5.2. Tractament previ de les dades que s'inclouran dins el programa

En primer lloc s'han d'estructurar i tractar les dades provinents de Ekon que alimentaran el programa que durà a terme el procés de "Punt 0". Per fer-ho s'utilitza de nou el software Microsoft SQL Server. Mitjançant taules SQL, que representen els arxius que Pujol proporciona, i vistes SQL, que permeten tractar, comparar i combinar aquestes taules, es procedeix a adequar la informació seguint els passos següents:

- 1) Implementar la solució referent als estocs negatius dins els arxius proporcionats per Pujol.

Partint de la taula *STOCK_COM_MONT*, referent a l'arxiu d'estocs, es filtra per tal que només restin aquells articles amb una quantitat en estoc negativa. Però no és la única condició que s'aplica, sinó que també es descarten, dins aquests articles amb quantitat negativa, aquells dels quals no hi hagi una ordre de fabricació en procés que acabi produint-lo. Aquest últim condicional s'inclou donat que si es té un estoc negatiu d'un article, es crearà una ordre de muntatge per suplir-lo que ha d'acabar provocant que se li assigni una ordre de fabricació existent. Per tant, si no es té cap ordre de fabricació d'aquest article no es podria realitzar l'ordre de muntatge. La vista que resulta d'aquest procés s'anomena *STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS* (Figura 5.2.1).



```

SELECT Empresa, Col2, NumStock, Artículo, Cantidad, Col6, Col7, DueDate, Producto
FROM   dbo.STOCK_COM_MONT
WHERE  (Cantidad < 0) AND (Artículo IN
      (SELECT DISTINCT Artículo
       FROM   dbo.ORDENES_F_FAB))

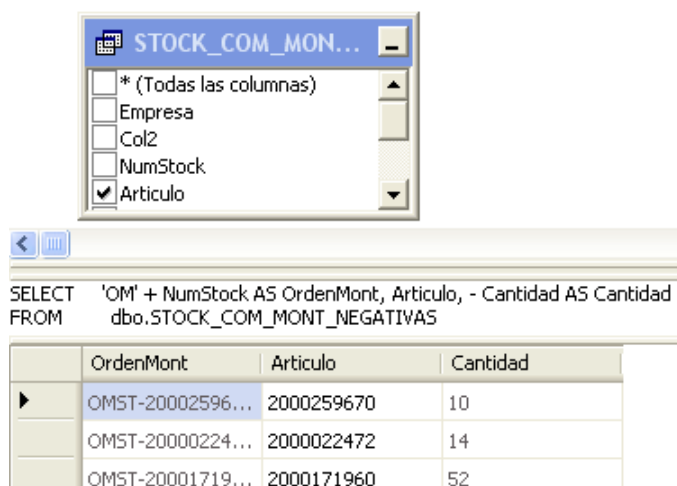
```

Empresa	Col2	NumStock	Artículo	Cantidad
1	NULL	ST-2000259670-1	2000259670	-10
1	NULL	ST-2000022472-1	2000022472	-14
1	NULL	ST-2000171960-1	2000171960	-52

Figura 5.2.1: Vista *STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS*.



A continuació, es tracta aquesta vista de manera que el codi d'estoc es converteixi en el nº d'ordre de muntatge afegint les sigles 'OM' davant d'aquest. A més, es passa a positiu el valor de la quantitat que prèviament era negatiu. Així doncs, aquesta vista *STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS_UNION_F3* (Figura 5.2.2), representa les ordres de muntatge fantasmes relacionades amb l'existència d'estocs negatius.



The screenshot shows a SQL Server Enterprise Manager window titled 'STOCK_COM_MON...'. The 'Columns in grid' pane is open, showing a list of columns with checkboxes: '* (Todas las columnas)', 'Empresa', 'Col2', 'NumStock', and 'Articulo'. The 'Articulo' checkbox is checked. Below the pane, the SQL query is displayed:

```
SELECT 'OM' + NumStock AS OrdenMont, Articulo, - Cantidad AS Cantidad
FROM dbo.STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS
```

The query results are shown in a table with the following data:

	OrdenMont	Articulo	Cantidad
▶	OMST-20002596...	2000259670	10
	OMST-20000224...	2000022472	14
	OMST-20001719...	2000171960	52

Figura 5.2.2: Vista *STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS_UNION_F3*.

Posteriorment, es combinen els tres elements següents:

- Taula *ORDENES_F3_AUX_MONT*, fa referència a les ordres de muntatge afegint informació relacionada amb la BOM i que no conté ordres fantasmes, com per exemple, aquelles dedicades als recanvis, que venen proporcionades per Pujol.
- Taula *ORDENES_F3F_MONT*, fa referència a les ordres de muntatge fantasmes relacionades amb els recanvis afegint informació relacionada amb la BOM.
- Vista *STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS_UNION_F3*, la vista resultant del procés anterior.

La vista que es deriva d'aquesta combinació és *V_ORDENES_F3_MONT* (Figura 5.2.3) i representa totes les ordres de muntatge amb informació associada a la BOM que conté tots els tipus possibles: les pròpies del procés productiu, les fantasmes referents als recanvis i les fantasmes referents als estocs negatius restants.



```

SELECT *
FROM    dbo.ORDENES_F3F_MONT
UNION
SELECT *
FROM    dbo.ORDENES_F3_AUX_MONT
UNION
SELECT *
FROM    dbo.STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS_UNION_F3

```

	OrdenMont	Articulo	Cantidad
	M32606	2135020300	1
	M32606	2140100280	1
	M32606	8000172620	1
	M32606	M02NTHBA00	1
	MF18647130	2120350270	5
	MF18647170	2120320582	5
	OMST-20000224...	2000022472	14
	OMST-20001719...	2000171960	52

Figura 5.2.3: Vista V_ORDENES_F3_MONT.

Un cop es té aquesta última vista es procedeix a aconseguir-ne una de semblant però que representi les ordres de muntatge de tots els tipus, com les comentades anteriorment, però amb la informació amb la que es proporcionen des de Pujol. Per tant es realitza el mateix procés però intercanviant només les taules *ORDENES_F3_AUX_MONT* i *ORDENES_F3F_MONT* per *ORDENES_F_AUX_MONT* i *ORDENES_FF_MONT* respectivament. Obtenint finalment la vista *V_ORDENES_F_MONT* (Figura 5.2.4).

```

SELECT *
FROM    ORDENES_FF_MONT_UNION3
UNION
SELECT *
FROM    ORDENES_F_AUX_MONT
UNION
SELECT *
FROM    STOCK_COM_MONT_NEGATIVAS_UNION

```

	Num_Mont	Articulo	Descripcion	Fase	Col9	Cantidad
	M32606	RIB128E090	IBCM 128/...	.5	PREPARA...	1
	M32606	RIB128E090	IBCM 128/...	.10	MONTAR (...)	1
	M32606	RIB128E090	IBCM 128/...	.15	ACOPLAR ...	1
	MF18647130	2120350270	LENG. AJU...	.10	FANT	1
	MF18647170	2120320582	LENG. AJUS...	.10	FANT	1
	OMST-200002...	2000022472	RUEDA SE...	.10	FANT	1

Figura 5.2.4: Vista V_ORDENES_F_MONT.

Per enllestir tot aquest primer pas només es realitza una última tasca, traspasar les dades de les dues vistes resultants dels processos esmentats a taules SQL. Això es realitza mitjançant una eina anomenada “Stored Procedures” (Procediments emmagatzemats), uns procediments programats amb llenguatge SQL que es guarden dins la pròpia base de dades i efectuen les accions que tinguin programades en relació a aquesta. Gràcies a això, en el moment que siguin executats des del programa, generaran les taules desitjades. Aquests procediments es resumeixen a la Figura 5.2.5.



```

if exists(select * from sysobjects where name=N'ORDENES_F_MONT' and Type='U')
begin
    delete from ORDENES_F_MONT;
end
if exists(select * from sysobjects where name=N'ORDENES_F3_MONT' and Type='U')
begin
    drop table ORDENES_F3_MONT;
end
SELECT DISTINCT V_ORDENES_F_MONT.*
    INTO ORDENES_F_MONT
    FROM V_ORDENES_F_MONT
    ORDER BY Num_Mont

if exists(select * from sysobjects where name=N'ORDENES_F3_MONT' and Type='U')
begin
    delete from ORDENES_F3_MONT;
if exists(select * from sysobjects where name=N'ORDENES_F3_MONT' and Type='U')
begin
    drop table ORDENES_F3_MONT;
end
SELECT DISTINCT V_ORDENES_F3_MONT.*
    INTO ORDENES_F3_MONT
    FROM V_ORDENES_F3_MONT
    ORDER BY OrdenMont

```

Figura 5.2.5: Resum dels “Stored Procedures” que generen les taules de les ordres de muntatge.

- 2) Aconseguir la cua, *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA*, amb la última fase de totes les ordres de fabricació.

Es parteix de la taula *ORDENES_F_FAB*, que conté la informació de totes les ordres de fabricació del sistema, i es filtra i s’agrupa, especificant la fase màxima de cadascuna d’elles i afegint la seva informació associada. Aquest procés es mostra a la Figura 5.2.6.

The screenshot shows the SQL Server Enterprise Manager interface. On the left, the 'ORDENES_F_FAB' table structure is visible with columns: Empresa, Col2, OF, Articulo, Descripcion, Col6, Col7, and Fase. In the center, a query window contains the following SQL statement:

```

SELECT [OF], MAX(Fase) AS MaxFase
FROM
  dbo.ORDENES_F_FAB
GROUP BY [OF]

```

On the right, a result grid displays the data for the query:

OF	MaxFase
F12257	130
F17675	30
F19637	30
F22977	30

Below the result grid, a larger table shows the full data from the 'ORDENES_F_FAB' table, with columns: OF_numerico, Empresa, Col2, OF, Articulo, Descripcion, Col6, Col7, and Fase. The data rows are:

OF_numerico	Empresa	Col2	OF	Articulo	Descripcion	Col6	Col7	Fase
12257	1	19	F12257	2000274578	EJE TRANS. R6...	ALAL	ALAL	130
17675	1	0	F17675	3049040210	SUPLEMENTO B...	ALAL	ALAL	30
19637	1	0	F19637	2005070110	TAPA ENTRADA ...	ALAL	ALAL	30
22977	1	0	F22977	2005070570	EJE SALIDA HUE...	ALAL	ALAL	40

Figura 5.2.6: Procés d’obtenció de la vista *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA*.

- 3) Aconseguir la cua, *COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA*, amb les ordres de muntatge corresponents a la primera fase de totes aquestes.

En aquest cas, per un costat es parteix de la taula *ORDENES_F_MONT* a la que se li eliminen totes aquelles ordres que es refereixin a processos del tipus “Prepara...” o



“Acopla...”, perquè en funció del procés necessari per dur a terme el muntatge hi ha una sèrie de fases que poden variar entre unes i altres, mentre que es mantenen aquelles que són comunes a totes les ordres de muntatge. Un cop es té la vista *ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT* (Figura 5.2.7), s’agrupen totes les ordres de muntatge especificant la fase mínima de cadascuna d’elles, aconseguint així la vista *ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT_F* (Figura 5.2.8). Per últim es combinen les dues últimes vistes esmentades mantenint només aquelles ordres que comparteixin nº d’ordre i fase. Així es defineix la vista *ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT_F2* (Figura 5.2.9).

```

SELECT Empresa, Col2, Num_Mont, Articulo, Descripcion, Col6, Col7, Fase, Col9, Cantidad, CantidadHecha, Col12, DueDate, Col14, Estado, Col16, Col17, Col18, Col19, Col20, Col21, Col22, Col23, Col24, Col25, Col26, Col27, Col28, Provisiones, Reservas, Existencias, Reservas30d, Col33, Col34, Col35, Col36, Col37, Col38, Col39, Col40, Col41, Col42, Col43, Col44, Col45, Col46, Col47, Col48, Col49, Col50, Col51, FechaCreacion, CantidadHecha53, FechaFichaje, Col55, UltimaFase, Col57, Col58, Col59, Col60, Col61, Col62, Col63, Col64
FROM dbo.ORDENES_F_MONT
WHERE (Col9 NOT LIKE 'Prepara%') AND (Col9 NOT LIKE 'acopla%') AND (Col9 NOT LIKE 'PONER PASADOR%')
    
```

Empresa	Col2	Num_Mont	Articulo	Descripcion	Col6	Col7	Fase	Col9
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...	12497	NULL	10	MON TAR
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16...	24208	NULL	10	MON TAR
1	0	M28809	3000000000	REPARACION R...	18687	NULL	10	PARA PODER

Figura 5.2.7: Vista *ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT*.

```

SELECT Num_Mont, MIN(Fase) AS MinFase
FROM dbo.ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT
GROUP BY Num_Mont
    
```

Num_Mont	MinFase
M24593	10
M28711	10
M28809	10

Figura 5.2.8: Vista *ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT_F*.



Empresa	Col2	Num_Mont	Artículo	Descripción	Col6	Col7	Fase	Col9
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...	12497	NULL	10	MONTAR
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16...	24208	NULL	10	MONTAR
1	0	M28809	3000000000	REPARACION R...	18687	NULL	10	PARA PODER
1	0	M28899	3043020200	(A)LP 40/19	18866	NULL	10	MONTAR

Figura 5.2.9: Vista ORDENES_F_MONT_SIN_PREP_MAT_F2.

Per l'altre costat, partint de la taula ESTRUCTURAS_FAB, taula que fa referència a la BOM dels articles, s'eliminen tots aquells articles que siguin compres. Tenint la vista ESTRUCTURAS_FAB_SIN_COMPRAS (Figura 5.2.10), es combina amb la taula ORDENES_F3_MONT mantenint aquelles ordres que comparteixin article, obtenint la vista BOM_SIN_COMPRAS (Figura 5.2.11).

OrdenMont	Artículo	Cantidad
M32389	2000254701	1
M31363	2000213642	1
M31458	2000171601	1
M31977	2000172561	1
M31435	2000174020	1
M32579	2000254780	1

Figura 5.2.10 i 5.2.11: Vistes ESTRUCTURAS_FAB_SIN_COMPRAS i BOM_SIN_COMPRAS respectivament.

Finalment a partir de les vistes resultants dels dos processos esmentats s'aconsegueix, mitjançant la combinació d'aquestes i mantenint aquelles que comparteixin el nº d'ordre de muntatge, la vista pretesa, COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA (Figura 5.2.12).

Empresa	Col2	Num_Mont	Artículo	Descripción	Artículo_FAB	Cantidad_BOM	CantFabNecesaria
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.	2000177790	1	10
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.	2000178920	1	10
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.	2000178940	1	10

Figura 5.2.12: Vista COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA.



Un cop detallades totes les taules i vistes necessàries, es mostra un esquema que resumeix la relació entre aquestes (Figura 5.2.13).

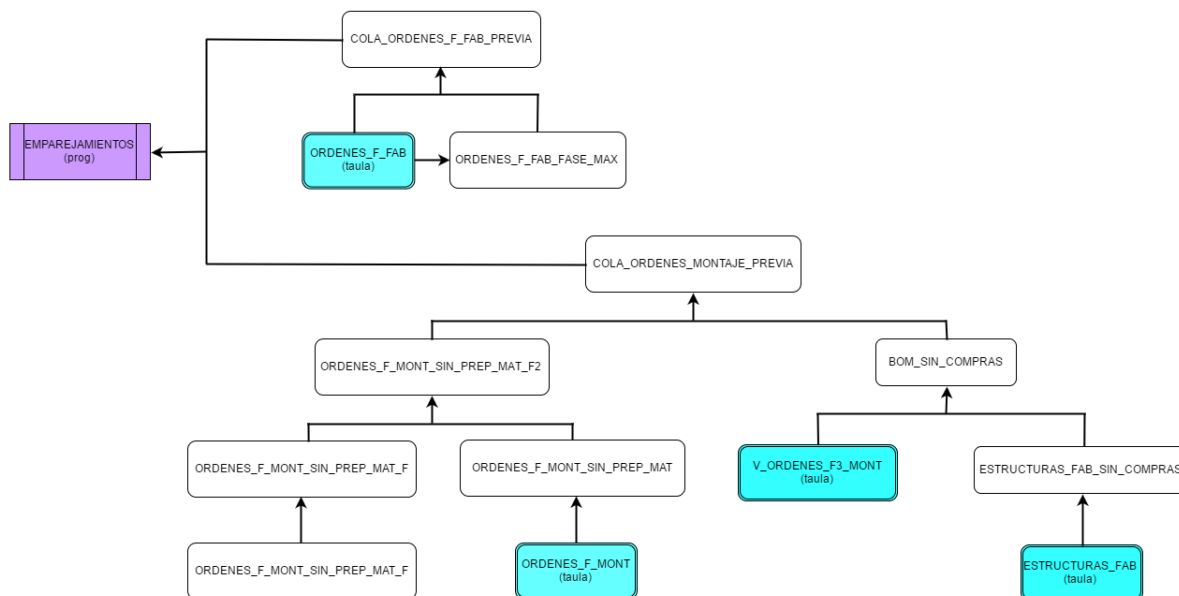


Figura 5.2.13: Esquema resum de totes les taules i vistes esmentades.

5.3. Descripció tècnica del programa

El programa està realitzat, com s'ha comentat en el punt 2.2, amb l'entorn Visual Studio de Microsoft i amb llenguatge Visual Basic. Juntament amb aquest i per a un millor funcionament a nivell de gestió i d'emmagatzematge de dades s'empra el gestor de bases de dades SQL Server que també és de Microsoft.

Per al tractament de dades emmagatzemades en taules, Visual Studio disposa d'uns objectes anomenats DataSet (Figura 5.3.1), que no són més que un espai de memòria que pot contenir taules, les quals es poden tractar via codi de programació.



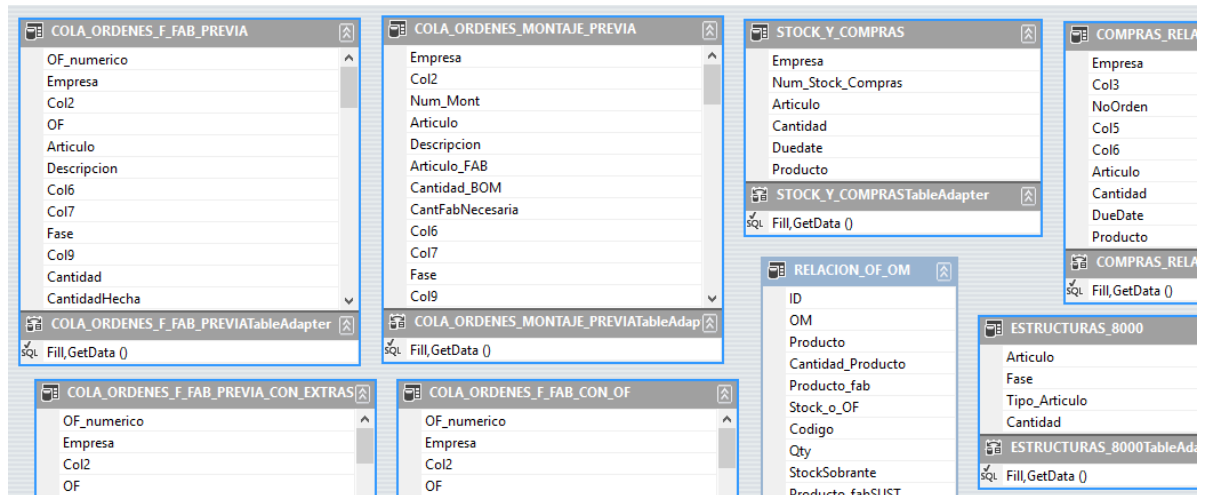


Figura 5.3.1: Exemple de DataSet on es mostren algunes de les taules que conté.

L'avantatge d'aquests és que permeten sincronitzar aquestes taules amb les d'una base de dades de manera que es pot realitzar el tractament de dades des de el programa (realitzat en l'entorn Visual Studio) i l'emmagatzematge des de la base de dades. A més a més, Visual Studio disposa d'un conjunt de classes i funcions que fan que el tractament de les taules sigui més eficient i fàcil de realitzar. Cal remarcar que quan el programa està tancat els DataSet només contenen la definició de les taules i les dades estan a la base de dades (SQL Server). Un cop s'engega aquest sí que es sincronitzen i les taules dels DataSet s'omplen amb la informació de la base de dades segons el programador ha indicat. Aquest procés es mostra a la Figura 5.3.2.



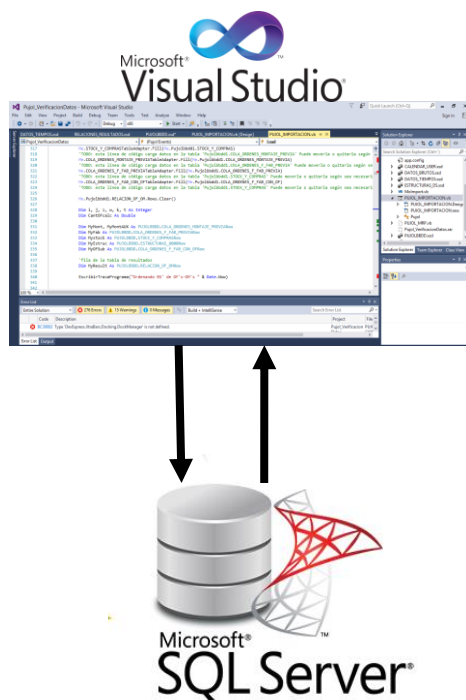


Figura 5.3.2: Estructura del flux d'informació entre base de dades i programa.

Per a la realització d'aquest programa, els DataSet més importants i que després s'anomenaran quan s'expliqui el funcionament del software són els següents:

- **DATOS_BRUTOS**: Conté una sèrie de taules que estan sincronitzades amb algunes de les vistes intermèdies obtingudes en el procés d'estructuració de la base de dades explicades en el punt 5.2.
- **PUJOLBBDD**: Conté les taules més importants de la base de dades ja que són les corresponents a arxius bàsics indispensables per a la realització del programa (com ara estoc i compres) o bé les resultants del procés d'estructuració de la base de dades explicades en els punts 5.2 i 5.4. Donat la seva rellevància, és oportú saber de totes les taules que conté aquest DataSet i que són les següents:
 - COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA
 - COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA
 - COLA_ORDENES_F_FAB_CON_OF
 - COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA_CON_EXTRAS
 - COMPRAS_RELACIONADAS



- *ESTRUCTURAS_8000*
- *STOCK_Y_COMPRAS*
- *RELACION_OF_OM*
- *ESTRUCTURAS_DS*: Conté les taules referents als articles finals i l'estructura de cadascun dels articles (nom de l'article, fase, quantitat etc.) que permetran fer una generació de la BOM (explicat més endavant). Aquestes són les següents:
 - *ESTRUCTURAS_FAB*
 - *ARTICULOS_FINALES*
- *RELACIONES_RESULTADOS*: Conté les taules més importants del programa que són les que relacionen ordres de fabricació amb ordres de muntatge i viceversa. Són generades pel programa a la finalització d'aquest i són les següents:
 - *RESULT_OMS_OFS*
 - *RESULT_OF_OMS*

Un cop definits els elements de gestió de les dades, s'exposa la part visual del programa amb tots els seus elements i s'explica pas per pas quines són les funcionalitats que realitza cadascun d'aquests. Per fer alguns dels els controls de la part visual s'utilitza el programari *DevExpress* que conté controls d'interfície d'usuari que s'instal·len en l'entorn de desenvolupament en el que es vol treballar (en aquest cas Visual Studio) i permeten donar un toc més professional al programa així com facilitar l'escriptura de codi al programador. Es considera aquesta opció ja que els controls que conté són més útils que alguns dels proposats per Microsoft instal·lats en el Visual Studio per defecte o bé perquè no n'hi ha cap de semblant en aquest.



El resultat final del programa es mostra en la Figura 5.3.3.

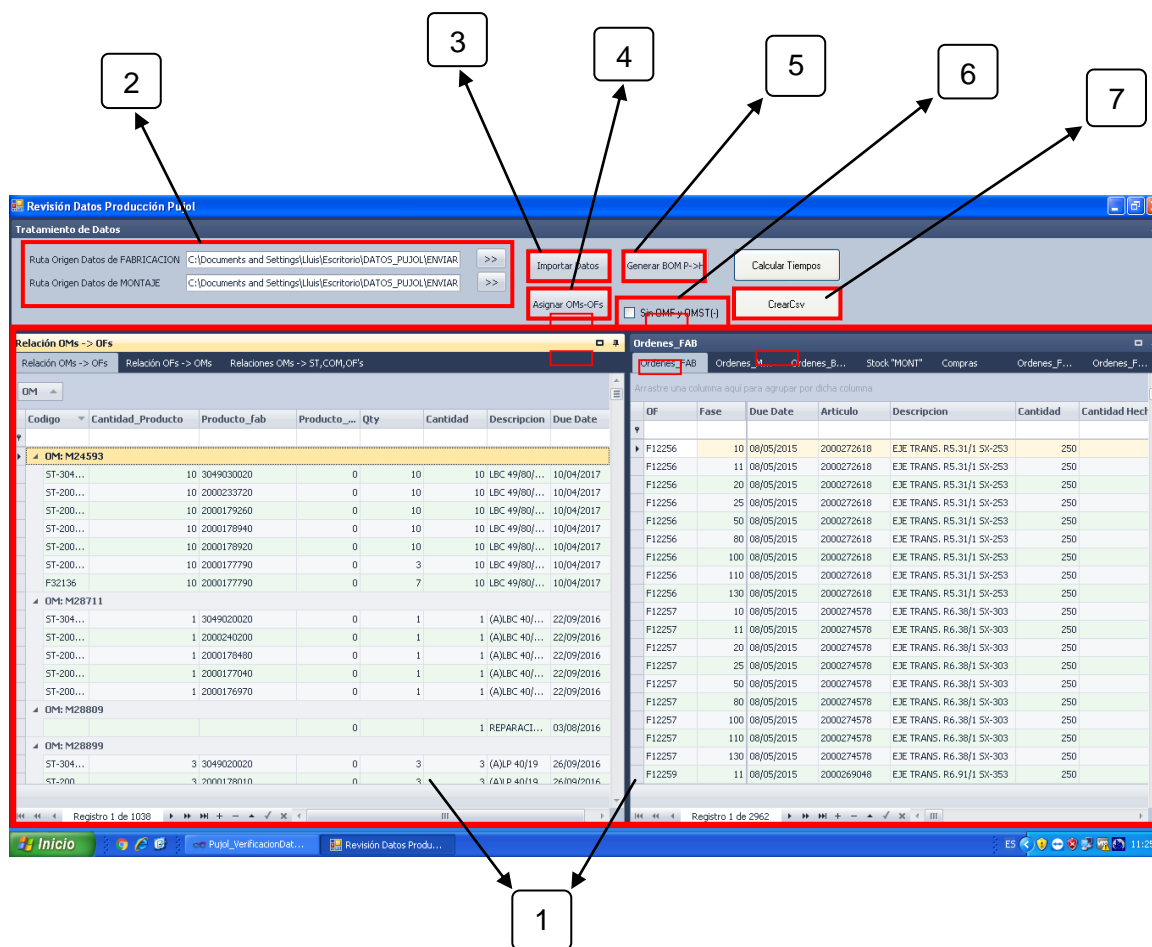


Figura 5.3.3: Entorn Visual del programa amb tots els seus elements.

5.3.1. GridViews

Els GridViews són elements de control que representen taules d'informació de manera visual per a que el client pugui cercar les dades que necessiti. En aquest cas per tal de poder mostrar tota aquesta informació, s'enllacen amb una taula d'un DataSet i mostren les dades que conté aquesta. A més a més presenten l'avantatge de que se li poden realitzar modificacions mitjançant codi de programació per tal d'adaptar-ho al màxim a la necessitat de cada client. A continuació es mostren tots els GridViews en la Figura 5.3.4. Donat que la informació que mostren en aquest programa està relacionada amb els resultats finals d'aquest, en el punt 5.4 s'explicarà cadascun d'ells amb més detall.



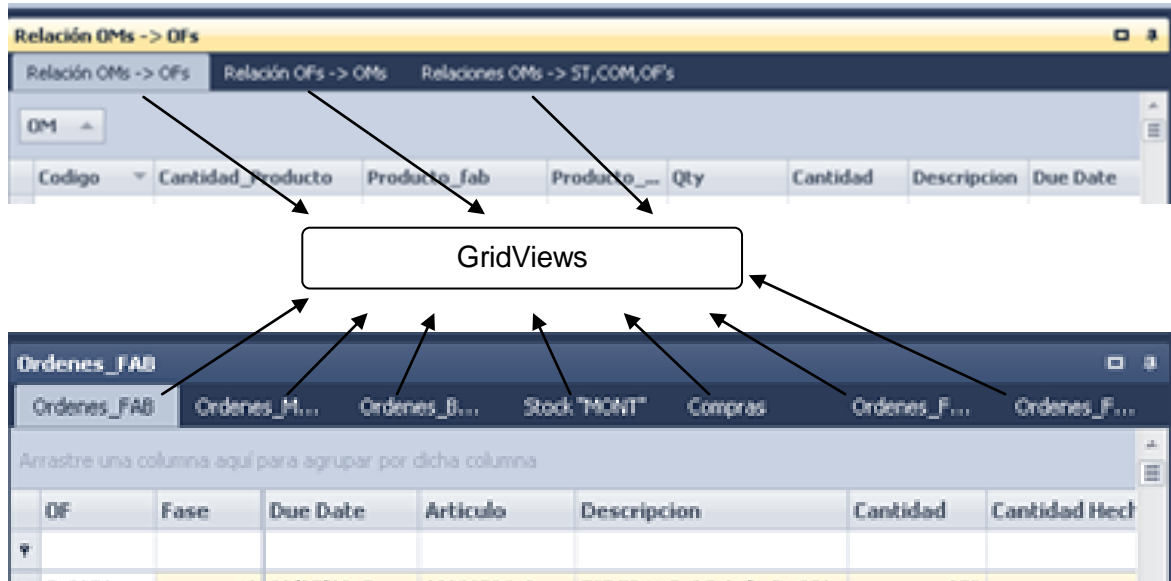


Figura 5.3.4: Visualització de tots els GridViews.

5.3.2. Zona de definició de les rutes dels arxius de fabricació i muntatge

Aquí es on es defineixen les rutes d'on el programa ha d'agafar els arxius base que provenen de Pujol per posteriorment fer la importació i fer els procediments programats. Hi ha dues rutes, la primera pels arxius de la zona de fabricació i la segona de la de muntatge. Prement el botó ">>" es defineix la ruta tal com es mostra en la Figura 5.3.5, que correspon a la de fabricació.



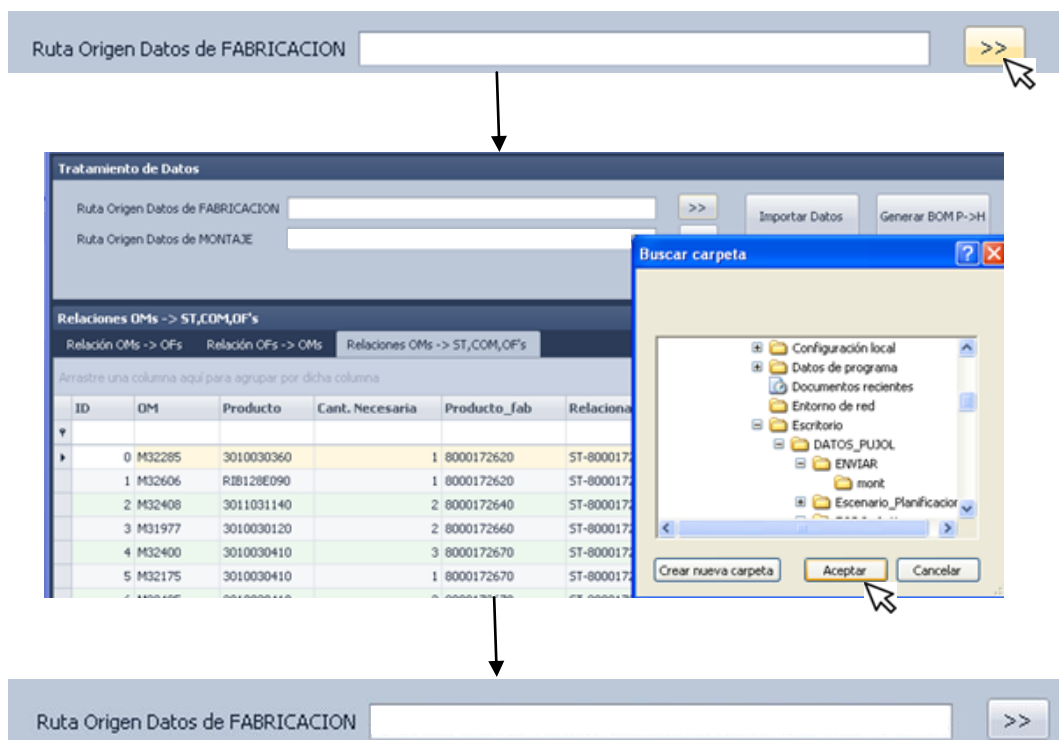


Figura 5.3.5: Funcionament de definició de la ruta d'importació d'arxius.

5.3.3. Botó d'importació de dades

Aquest element està vinculat amb les funcions d'importació dels arxius base que subministra Pujol i que es troben en les rutes que s'han especificat en la zona de definició de les rutes dels arxius de fabricació i muntatge. La funció associada a l'esdeveniment de clicar aquest botó realitza els passos següents.

En primer lloc es defineixen dos objectes tipus llista, VFab i VMont. El primer conté a cada posició un *string* corresponent amb el nom d'un arxiu d'importació de fabricació mentre que el segon té el mateix format però els elements són *strings* amb el nom d'un arxiu de muntatge.

A continuació es copien tots els arxius anteriors des de la ruta especificada en la zona 2, de la Figura 5.3.5, a una carpeta dins del programa recorrent cada element de cada llista amb una funció "for". Els arxius de la llista VFab es copien a una ruta dins del programa acabada amb \DATOS\FAB i els de VMont amb una acabada amb \DATOS\MONT.

Una vegada els arxius estan al programa, s'han de exportar a la base de dades, que s'encarrega d'emmagatzemar tota la informació. Per fer-ho s'aplica la funció *ImportDeFicheroATablaSQLServer(Nom fitxer, Ruta fitxer, conecta, Nom Taula, Servidor Driver, usuarios)*. Els paràmetres d'aquesta funció es defineixen a continuació:



- Nom fitxer: Nom del fitxer que es vol exportar a la base de dades.
- Ruta fitxer: Ubicació on la funció haurà de buscar el fitxer a exportar.
- Connecta: Nom de la connexió amb la base de dades.
- Nom Taula: Nom de la taula a la base de dades corresponent a la del fitxer.
- Servidor Driver: Objecte que permet la conversió d'arxius en format “.csv” (tal com els envia Pujol) a l'emprat per omplir les taules de la base de dades.
- Usuarios: Objecte que representa l'usuari i contrasenya per accedir a la base de dades.

Un cop definida la funció que permet exportar els arxius al SQL Server, es recorre amb un mètode iteratiu la llista VFab i s'aplica per cada element el mètode d'exportació descrit anteriorment. Com a paràmetres s'entra a Nom Fitxer l'element de la llista, a Ruta Fitxer la carpeta del programa on es troba (\DATOS\FAB) i a Nom Taula el *string* que representa l'element de la llista però havent-li tret la cadena que representa la seva extensió (“.csv”). Els paràmetres Conecta i Servidor Driver són els mateixos a cada iteració i es declaren via codi. Per exportar els arxius de muntatge es fa el mateix procediment a partir de la llista VMont però amb la ruta acabada amb \DATOS\MONT descrita anteriorment.

A part d'omplir els arxius a la base de dades, també s'executen els “*Stored Procedures*” explicats en el 5.2 per a la generació de les taules que contenen les ordres muntatge fantasma a la base de dades.

El procediment que ve a continuació depèn del control *CheckBox*, que és l'element de la zona 6, de la Figura 5.3.3. Si aquest està desactivat, llavors en aquest moment es crida el *Stored Procedure* Crear_Ordenes_F_MONT, que omple la taula *ORDENES_F_MONT* de la base de dades, que inclou les ordres fantasma. En cas que estigui activat, es crida el *Stored Procedure* Crear_Ordenes_F_MONT_SIN_FANT_NI_ST, que omple la taula de la base de dades *ORDENES_F_AUX_MONT*, que no conté ordres fantasma. Finalment, independentment del valor del *CheckBox* es genera el *Stored Procedure* CrearOrdenes_F3_MONT, que omple la taula de la base de dades *ORDENES_F3_MONT*.

Arribats a aquest punt la base de dades ja conté les taules corresponents als arxius base proporcionats per Pujol amb les dades que aquests contenen i s'ha realitzat, en cas que així ho indiqui el *CheckBox*, els *Stored Prodecures* necessaris per a la generació d'ordres fantasma.



A continuació, a partir de la informació que ja es té emmagatzemada a la base de dades s'omplen les següents taules del DataSet *DATOS_BRUTOS*:

- *STOCK_COM_MONT*: Conté la informació bàsica de l'estoc.
- *COMPRAS_FAB*: Conté la informació bàsica de les compres de material per la zona de fabricació.
- *ORDENES_F_FAB*: Conté la informació bàsica de les ordres de fabricació.
- *ORDENES_F3_MONT*: Conté les ordres de muntatge amb informació sobre la BOM.
- *ORDENES_F_MONT*: Conté la informació de les ordres de muntatge.
- *ORDENES_F3F_MONT*: Conté la informació de les ordres de muntatge fantasma referents als recanvis relacionada amb la BOM.
- *ORDENES_FF_MONT*: Conté la informació bàsica de les ordres de muntatge fantasma referents als recanvis.



Tot el procés corresponent a la importació de dades queda resumit en el següent diagrama (Figura 5.3.6):

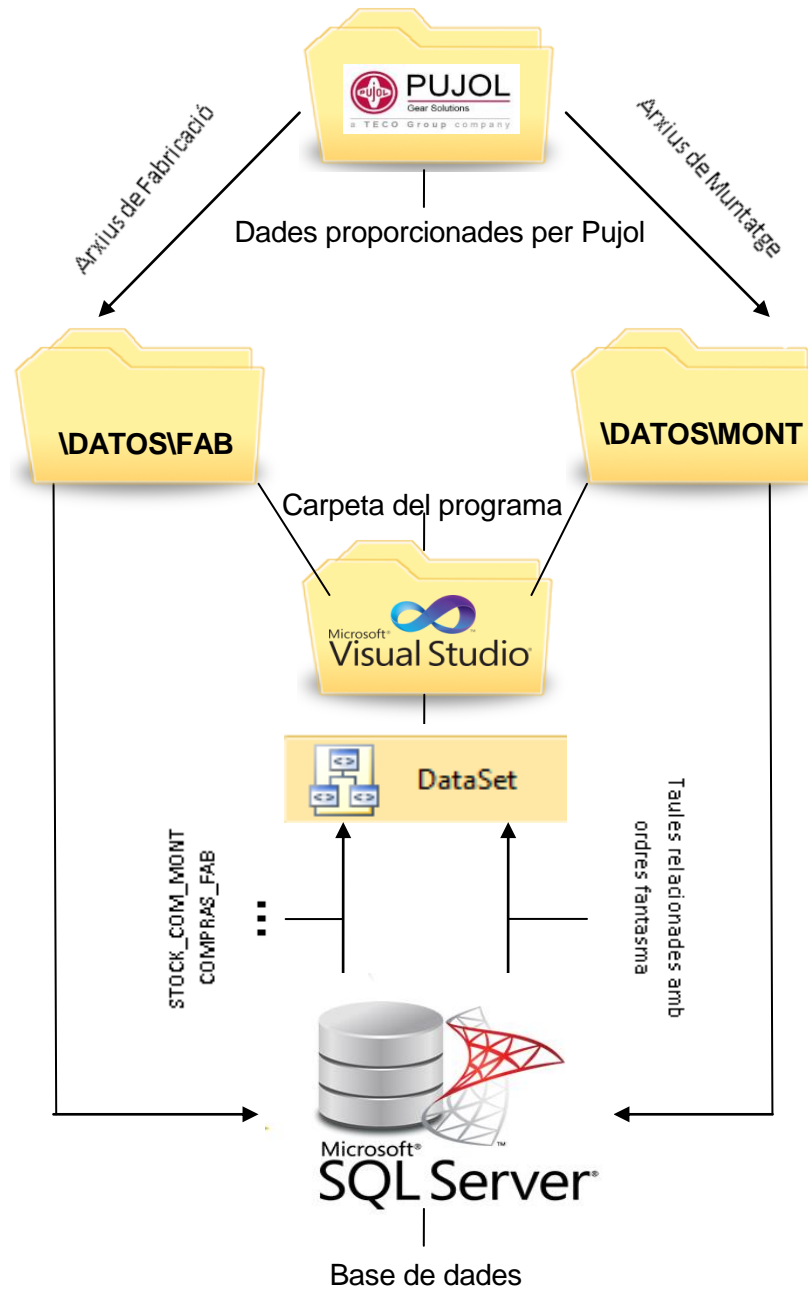


Figura 5.3.6: Esquema del procés d'importació de dades.

5.3.4. Botó d'assignació d'ordres de fabricació amb ordres de muntatge

Un cop realitzada la importació, s'omplen aquelles taules configurades en la base de dades segons el procés d'estructuració explicat en el punt 5.2, algunes de les quals són



necessàries per a la realització de l'assignació entre ordres de fabricació i muntatge. D'aquesta manera, el primer pas que realitza el programa al clicar aquest botó és omplir, mitjançant la informació que contenen les seves taules associades a la base de dades, explicades en el punt 5.2, les següents taules del DataSet *PUJOL_BBDD*:

- *COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA*
- *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA*
- *STOCK_Y_COMPRAS*

Un cop les taules del DataSet ja tenen les dades, s'associen a un objecte Binding Source. Aquest objecte, és molt útil degut a que copia les dades de la taula al que està associat i conté mètodes que permeten ordenar-se, filtrar-se etc. A més a més, es pot fer un recorregut de tots els elements que conté, per exemple amb una funció "for", com si es realitzés en la pròpia taula a la qual està associat. A continuació es mostra cada un dels Binding Source amb la seva taula associada:

- BS_Munt: Està associat amb *COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA*.
- BS_Stock_Compras: Està associat amb *STOCK_Y_COMPRAS*.
- BS_Fab: Està associat amb *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA*.

Per fer l'assignació d'ordres de fabricació amb ordres de muntatge hi ha dues opcions:

- Recórrer totes les ordres de muntatge (BS_Munt) i per cada element del recorregut realitzar una nova iteració de totes les ordres de fabricació (BS_Fab) per veure amb quina es pot assignar. El cost computacional d'aquest mètode és com a màxim de m ordres de muntatge per n ordres de fabricació.
- Fer una única iteració amb un procediment de *matching*. El cost computacional és com a màxim m ordres de muntatge (BS_Munt) més n ordres de fabricació (BS_Fab).

Donat que les dues opcions permeten arribar al mateix resultat i es tracten taules amb milers de dades, s'escull la que ofereix un cost computacional més òptim, és a dir la segona opció.

Abans d'assignar les ordres de fabricació amb les ordres de muntatge, és necessari comprovar si ja hi ha compres o estoc del material necessari per a realitzar una ordre de muntatge. Per aquest motiu, la primera assignació que es realitzarà és entre el BS_Munt i



el BS_Stock_Compras. Per explicar el funcionament del procediment *matching* s'utilitzarà aquest mateix exemple.

1) *Matching* d'ordres de muntatge amb estoc i compres.

Tal com s'ha explicat en el punt 2.1, hi ha certs articles en estoc amb una catalogació de 8xxx i 9xxx que corresponen a un semielaborat o conjunt/subconjunt. Donat que són productes que ja han passat un procés de fabricació, és òptim assignar-los a una ordre de muntatge abans que altres articles en estoc o compres que estan més lluny d'arribar al producte final. D'aquesta manera, el temps per l'article que necessita l'ordre de muntatge en qüestió serà menor.

Així doncs, per fer el primer *matching* es filtrarà el BS_Munt per a que només contingui les ordres de muntatge corresponents als articles amb catalogació 8xxx o 9xxx. A més a més s'ordenaran totes les ordres del filtratge per Article en ordre alfabètic i en cas d'empat per Due Date. El BS_Stock_Compras s'ordenarà per Article i en cas d'empat per Due Date. Cal remarcar que la Due Date d'una fila d'aquest *Binding Source* que correspongui a un estoc serà 1/1/2000 de manera que al ordenar-ho, per un mateix article sempre es tindran abans les peces en estoc que les corresponents a compres. Per fer-ho més entenedor, la Figura 5.3.7 mostra un exemple de com quedarien aquests Binding Source:

No. OM	Article	DueDate	Altres camps
OM1	A	12/01/2017	...
OM2	A	17/01/2017	...
OM4	A	23/01/2017	...
OM1	B	12/01/2017	...
OM3	B	09/01/2017	...

BS_Munt

No. ST/C	Article	DueDate	Altres Camps
ST1	C	01/01/2000	...
ST2	C	01/01/2000	...
C1	C	11/01/2017	...
C2	D	10/01/2017	...
C3	D	15/01/2017	...

BS_Stock_Compra

Figura 5.3.7: Exemple de BS_Munt i BS_Stock_Compras després d'ordenació.



Un cop es tenen els Binding Source preparats s'hauran de recórrer en paral·lel. Per aquesta raó es declaren dues variables enteres "s1" i "s2" inicialitzades amb valor igual a 0. "s1" s'utilitzarà com a comptador per al recorregut de les files de BS_Munt i "s2" per al de BS_Stock_Compras. El següent pas es realitzar una iteració mitjançant un bucle "while" que acabarà quan un dels dos comptadors superi el nombre de registres (files) del seu Binding Source. Al començar la iteració es compara la primera fila del BS_Munt (posició 0, indicada pel comptador "s1") amb la primera del BS_Stock_Compras (posició 0, indicada pel comptador "s2"). L'estat inicial d'una possible iteració es mostra indicat amb una fletxa en la Figura 5.3.8 (en aquesta, Q_{ty} representa la quantitat de l'article en qüestió).

	BS_Munt			BS_Stock_Compras			
	Article	Due Date	Q _{ty}	Article	Due Date	Q _{ty}	
↓ S1 = 0	A	13/04/2017	20	A	01/01/2000	10	↓ S2 = 0
S1 = 1	A	16/04/2017	30	A	28/03/2017	30	S2 = 1
S1 = 2	B	03/04/2017	50	C	05/04/2017	60	S2 = 2
		■			■		
		■			■		
		■			■		

Figura 5.3.8: Estat inicial de la iteració de les files dels Binding Source.

A continuació s'han de comparar les files mitjançant l'algorisme mostrat en la Figura 5.3.9 i tenint en compte les posteriors explicacions de cada cas:



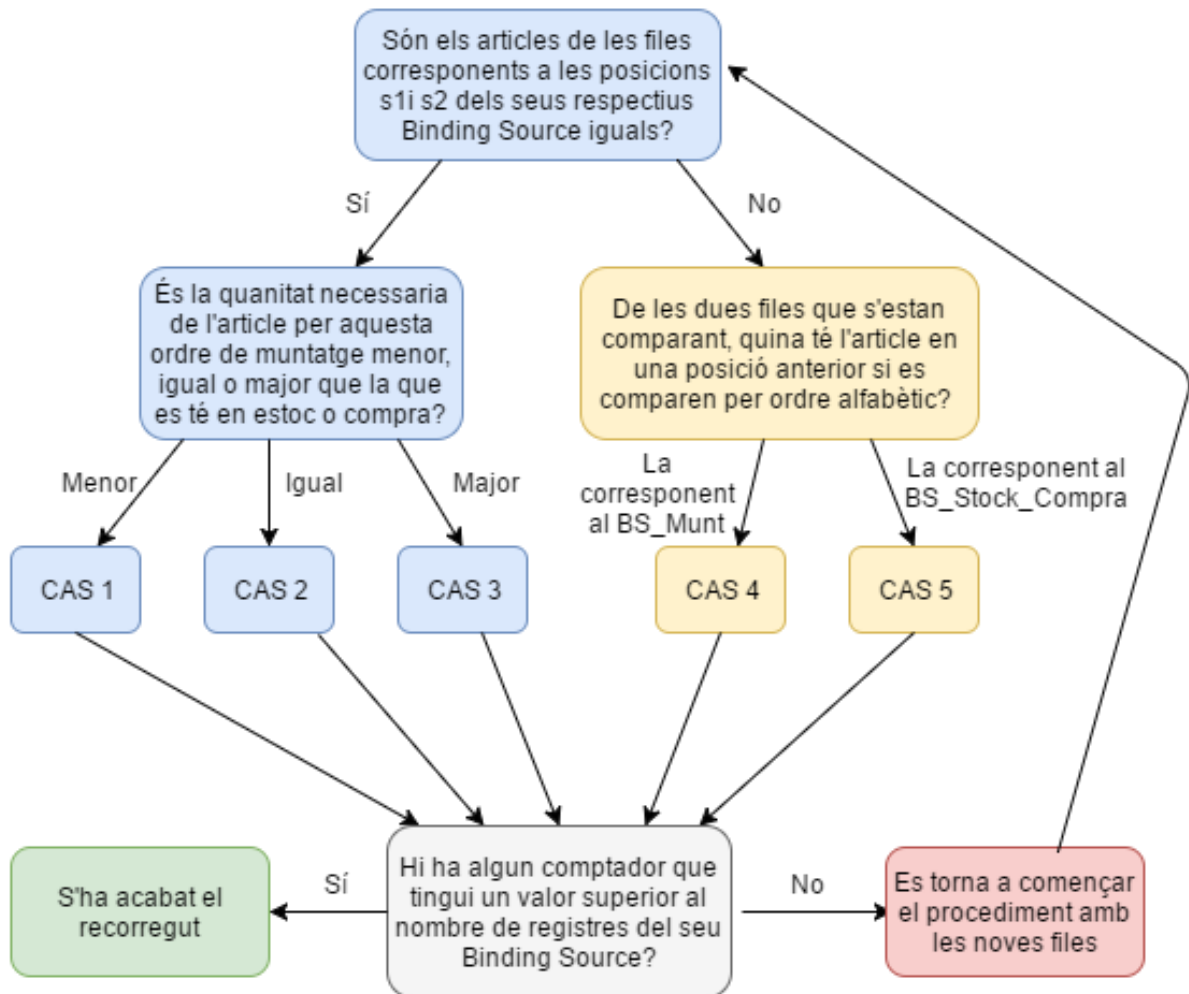


Figura 5.3.9: Algorisme per al matching de muntatge amb compres i estocs.

CAS 1:

Hi ha quantitat d'estoc o compra per cobrir la demanda de material de l'ordre de muntatge i a més a més en sobra. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de muntatge amb la compra o estoc.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge a 0.
- S'actualitza la quantitat de l'estoc o compra de la fila del BS_Stock_Compras que s'està tractant com la resta de la quantitat d'estoc o compra inicial menys la quantitat demanada per l'ordre de muntatge.
- S'actualitza el comptador "s1" del BS_Munt sumant-li un unitat. Com l'ordre de muntatge disposa d'una ordre de compra o estoc per cobrir les seves necessitats s'augmenta el comptador de les ordres de muntatge per passar a analitzar la següent fila en la pròxima iteració. Pel que fa al comptador "s2", donat que encara



sobra quantitat d'estoc o compra, es manté al mateix valor perquè la fila pugui continuar destinant material en una pròxima iteració.

CAS 2:

Hi ha la quantitat d'estoc o compra justa per cobrir la demanda de material de l'ordre de muntatge. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de muntatge amb la de compra o estoc.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge a 0.
- S'actualitza la quantitat de l'estoc o compra de la fila del BS_Stock_Compras que s'està tractant a 0.
- S'actualitzen els dos comptadors afegint una unitat tant a s1 com a s2. Donat que l'ordre de muntatge ja està assignada amb una ordre de compra o estoc i la quantitat d'aquesta és 0 i ja no serveix per alimentar cap altre ordre de muntatge, s'augmenten els dos comptadors amb una unitat per tractar la següent fila dels dos Binding Source en la següent iteració.

CAS 3:

No hi ha quantitat d'estoc o compra suficient per cobrir la demanda de material de l'ordre de muntatge. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de compra o estoc a la de muntatge.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge restant la quantitat demanada per l'ordre de muntatge inicialment menys la quantitat d'estoc o compra.
- S'actualitza la quantitat de l'estoc o compra de la fila del BS_Stock_Compras que s'està tractant a 0.
- S'actualitza el comptador "s2" del BS_Stock_Compras afegint-li una unitat. Com s'ha gastat tota la quantitat que tenia la fila d'estoc o compra s'haurà de passar a la següent en la pròxima iteració. Pel que fa al comptador "s1", donat que l'ordre de muntatge encara necessita més quantitat de l'article que demana, es manté al mateix valor per la pròxima iteració.

CAS 4:



L'article de la fila que senyala el comptador "s1" del BS_Munt és diferent del que senyala el "s2". En aquest cas l'article del BS_Munt precedeix el del BS_Stock_Compras en ordre alfabètic. Això vol dir que s'han acabat de recórrer totes les files del BS_Stock_Compras que es refereixen a l'article del BS_Munt. Per aquest motiu, s'ha d'avançar una fila en el BS_Munt i per tant s'afegeix una unitat al comptador s1.

CAS 5:

L'article de la fila que senyala el comptador "s1" del BS_Munt és diferent del que senyala el "s2". En aquest cas l'article del BS_Stock_Compras precedeix el del BS_Munt en ordre alfabètic. Això vol dir que s'han acabat de recórrer totes les files del BS_Munt que es refereixen a l'article del BS_Stock_Compras. Per aquest motiu, s'ha d'avançar una fila en el BS_Stock_Compras i per tant s'afegeix una unitat al comptador s2.

Arribats a aquest punt, totes les ordres de muntatge amb articles 8xxx o 9xxx que es poden cobrir amb peces en estoc o compres (estoc a futur) queden assignades amb el material necessari per poder-les realitzar. Tot i així, pot donar-se la possibilitat tal que algunes no hagin trobat una compra o quantitat en estoc que cobrissin tot el material que demanen. Donat que els articles 8xx, tal com s'ha explicat anteriorment, són conjunts formats a partir d'articles 2xx (peces fabricades) i/o 21xx (compres), una ordre de muntatge que necessiti 8xxx o 9xxx es pot convertir en unes altres que demanin 2xx i/o 21xx. D'aquesta manera, per intentar assignar el màxim nombre d'ordres de muntatge d'articles 8xxx o 9xxx, es fa que el programa actualitzi el BS_Munt convertint totes aquelles ordres de muntatge 8xxx o 9xxx que no s'han assignat a un estoc o compra en el recorregut anterior a noves ordres de muntatge. Cada una d'aquestes, demanarà com a article un dels components que pertanyen al conjunt 8xxx o 9xxx del qual no s'havia pogut assignar prèviament la seva ordre de muntatge a una compra o estoc. Per saber amb quins articles 2xx i/o 21xx s'ha de desglossar un 8xxx o 9xxx, s'utilitza la taula *ESTRUCTURAS_8000* del DataSet *PUJOLBDD*.

A continuació, es filtra el BS_Munt de manera que només ensenyi els articles que no siguin tipus 8xxx o 9xxx. Gràcies al desglossament dels articles 8xxx o 9xxx, el BS_Munt contindrà indirectament tots aquells no assignats en la primera iteració, donat que ara estaran expressats com a ordres de muntatge 2xxx o 21xx, que sí entren dins l'operació de filtratge realitzada al Binding Source.

Per acabar d'assignar tot l'estoc i compres possibles a ordres de muntatge, es torna a ordenar el BS_Munt i el BS_Stock_Compras amb els mateixos criteris que en el cas anterior. Es torna a realitzar el *matching* amb el mateix algorisme descrit en la Figura 5.3.9.



Un cop realitzat això, totes aquelles ordres de muntatge amb articles 2xxx o 21xx amb possibilitat de cobrir les seves demandes de material amb estoc o compres ja quedaran assignades. Les altres s'hauran de fabricar i, és per aquest motiu, que s'hauran de buscar ordres de fabricació existents en el sistema que es puguin assignar amb aquestes.

2) *Matching* d'ordres de muntatge amb ordres de fabricació existents en el sistema.

Un cop finalitzat el procés anterior, es procedeix a realitzar el *matching* entre ordres de fabricació i ordres de muntatge. Per dur-ho a terme s'empren els Binding Source BS_Munt i BS_Fab, amb uns nous comptadors, respectivament per cadascun, "s1" i "s2". Per fer possible el procés de *matching*, els Binding Source s'han d'ordenar amb certs criteris, que en aquest cas són els següents:

- BS_Munt s'ordena per article i en cas d'empat per Due Date.
- BS_Fab s'ordena per article i en cas d'empat pel número d'ordre de fabricació. Cal remarcar que donat que les Due Date d'aquestes són errònies, és indiferent utilitzar aquest paràmetre en el procés d'ordenació.

Un cop preparats els Binding Source, es procedeix a realitzar el mateix recorregut en paral·lel que s'ha realitzat en el procés anterior. Malgrat això, l'algorisme canvia respecte el vist en la Figura 5.3.9, i és el que es mostra a continuació en la Figura 5.3.10.



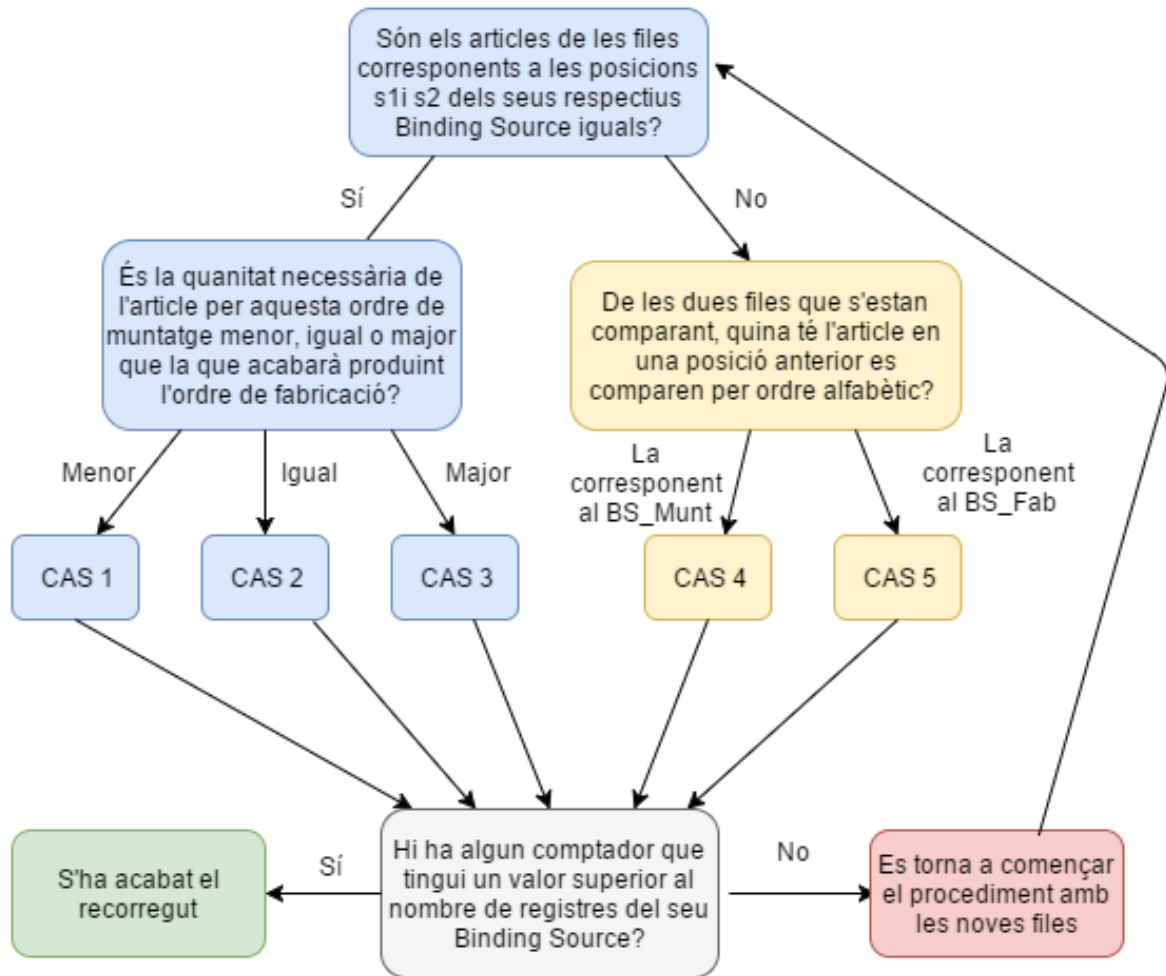


Figura 5.3.10: Algorisme per al matching entre ordres de muntatge i de fabricació.

CAS 1: L'ordre de fabricació donarà lloc a suficient quantitat per cobrir la demanda de material i a més a més en sobrarà. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de muntatge amb l'ordre de fabricació.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge a 0.
- S'actualitza la quantitat d'estoc a futur (el que produirà l'ordre de fabricació) de la fila del BS_Fab que s'està tractant com la quantitat inicial de l'ordre de fabricació menys la quantitat demanada per l'ordre de muntatge.
- S'actualitza el comptador "s1" del BS_Munt sumant-li una unitat. Com que l'ordre de muntatge disposa d'una ordre de fabricació per cobrir les seves necessitats s'augmenta el comptador de les ordres de muntatge per passar a analitzar la següent fila en la pròxima iteració. Pel que fa al comptador "s2", donat que encara



sobra quantitat de la que es tindrà resultant de l'ordre de fabricació, es manté al mateix valor perquè pugui continuar destinant material en una pròxima iteració.

CAS 2:

L'ordre de fabricació donarà lloc a la quantitat justa per cobrir la demanda de material de l'ordre de muntatge. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de muntatge amb l'ordre de fabricació.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge a 0.
- S'actualitza la quantitat de l'estoc a futur que produirà l'ordre de fabricació de la fila del BS_Fab que s'està tractant a 0.
- S'actualitzen els dos comptadors afegint una unitat tant a "s1" com a "s2". Donat que l'ordre de muntatge ja està assignada amb una ordre de fabricació i tota la quantitat que proporcionarà ja està assignada a una o varies ordres de muntatge ja no serveix per alimentar cap altra. S'augmenten els dos comptadors amb una unitat per tractar la següent filla dels dos Binding Source en la següent iteració.

CAS 3:

L'ordre de fabricació no proporcionarà una quantitat suficient per cobrir tota la demanda de material de l'ordre de muntatge. Es realitzen les següents operacions:

- S'assigna l'ordre de fabricació a la de muntatge.
- S'actualitza la quantitat de material que necessita l'ordre de muntatge restant la quantitat inicial demanada per l'ordre de muntatge menys la quantitat que proporcionarà l'ordre de fabricació.
- S'actualitza la quantitat d'estoc a futur que produirà l'ordre de fabricació de la fila del BS_Fab que s'està tractant a 0.
- S'actualitza el comptador "s2" del BS_Fab afegint-li una unitat. Com que s'ha assignat tota la quantitat l'ordre de fabricació proporcionarà, s'haurà de passar a analitzar la següent en la pròxima iteració. Pel que fa al comptador "s1", donat que l'ordre de muntatge encara necessita més quantitat de l'article que demana, es manté el mateix valor per la pròxima iteració.



CAS 4:

L'article de la fila que senyala el comptador "s1" del BS_Munt és diferent del que senyala el "s2". En aquest cas l'article del BS_Munt precedeix el del BS_Fab en ordre alfabètic. Això vol dir que s'han acabat de recórrer totes les files del BS_Fab que es refereixen a l'article del BS_Munt. Per aquest motiu, s'ha d'avançar una fila en el BS_Munt i per tant s'afegeix una unitat al comptador "s1".

CAS 5:

L'article de la fila que senyala el comptador "s1" del BS_Munt és diferent del que senyala el "s2". En aquest cas l'article del BS_Fab precedeix el del BS_Munt en ordre alfabètic. Això vol dir que s'han acabat de recórrer totes les files del BS_Munt que es refereixen a l'article del BS_Fab. Per aquest motiu, s'ha d'avançar una fila en el BS_Fab i per tant s'afegeix una unitat al comptador "s2".

Un cop realitzat tot el recorregut, totes aquelles ordres de muntatge, que han trobat una ordre de fabricació existent en el sistema (amb Due Date errònia), que tenien com article a demanar el mateix que proporcionaria l'ordre de fabricació, han pogut ser assignades. Gràcies a això, es podrà corregir la Due Date d'aquestes ordres de fabricació per a que coincideixin amb la de les ordres de muntatge amb les quals estan assignades i que no es més que la data d'entrega de la comanda. Per altra banda, les que no hagin trobat suficient material en el procés d'assignació, es cobriran en un període d'un a tres dies en el que Pujol s'encarregà de fer que el MRP llanci unes ordres de fabricació que seran assignades a l'ordre de muntatge en qüestió, en el posterior *matching*.

A continuació, omplim la taula *RELACION_OF_OM* del DataSet *PUJOLBBDD*, la qual conté totes les ordres de muntatge amb les seves assignacions (si és que n'han tingut) resultants dels procediments de *matching* anteriors. Un cop realitzat, s'escriu aquesta taula amb les seves dades en forma d'arxiu ".csv", format que normalment s'utilitza quan es tracta d'arxius Microsoft Excel, a una ruta del programa acabada amb *\DATOS\RESULT*. Finalment, amb les dades d'aquest arxiu s'omple la taula *EMPAREJAMIENTOS* de la base de dades mitjançant la funció *importDeFicheroATablaSQLServer* ja comentada anteriorment. Un cop plena aquesta, s'omplen les taules que s'alimenten d'aquesta segons el procés d'estructuració de la base de dades explicat en el punt 5.4. Per acabar, cal importar la informació d'aquestes últimes taules de nou al Visual Studio, mitjançant les connexions amb les següents taules DataSet *DATOS_BRUTOS* (comentades en el punt 5.4):



- *Vista_1* (explicada en el punt 5.4).
- *Vista_4* (explicada en el punt 5.4).
- *EMPAREJAMIENTOS* (explicada en el punt 5.3).

Per acabar, cal assignar de nou la Due Date de totes les ordres de fabricació:

- Ordres de fabricació assignades a ordres de muntatge

La nova Due Date pren per valor la Due Date de la comanda associada. En cas que estigui assignada a més d'una ordre de muntatge, s'agafa el valor mínim. Aquest procés es realitza en la definició de la vista SQL *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA_CON_EXTRAS* definida en el punt 5.3.6.

- Ordres de fabricació no assignades a ordres de muntatge

Aquelles ordres de fabricació que no han estat assignades a cap ordre de muntatge, han de quedar programades amb una Due Date posterior a les que si que ho estan. Per aquest motiu, la seva Due Date es definirà com la data del "dia d'avui" més 200 dies, considerant no es trobarà cap ordre de fabricació que tingui ordre de muntatge assignada amb una Due Date major a aquest interval de temps. Això es realitza en la vista *RESULT_OF_OMS*, explicada en el punt 5.3.6.

5.3.5. Generar BOM "Padre-Hijo"

L'equip dedicat a l'adaptació del sistema APS necessita d'un arxiu referent a la BOM que sigui fàcil de recórrer a nivell computacional. Per fer-ho s'haurà de transformar l'arxiu que envia Pujol en un altre que compleixi les condicions que demanen els tècnics de Soltek que adaptaran el planificador.

La BOM proporcionada per Pujol està estructurada de manera que cada producte està desglossat en els articles que estan a un nivell inferior en el seu procés productiu, siguin conjunts(8xxx o 9xxx), subconjunts(8xxx o 9xxx), peces fabricades (2xxx) o compres (21xx). Al mateix temps, cadascun d'aquests està desglossat en els del seu nivell inferior i així successivament fins a arribar als articles que són matèria prima. Per altra banda, per a que el recorregut dels articles d'aquest arxiu sigui més ràpid, els tècnics de Soltek demanen que la BOM tingui una estructura on directament per cada producte final surtin tots els articles dels quals esta format que no siguin conjunts o subconjunts, de manera que només surtin les peces 2xxx i 21xx. La comparativa d'aquestes dues estructures es mostra en la Figura 5.3.11:



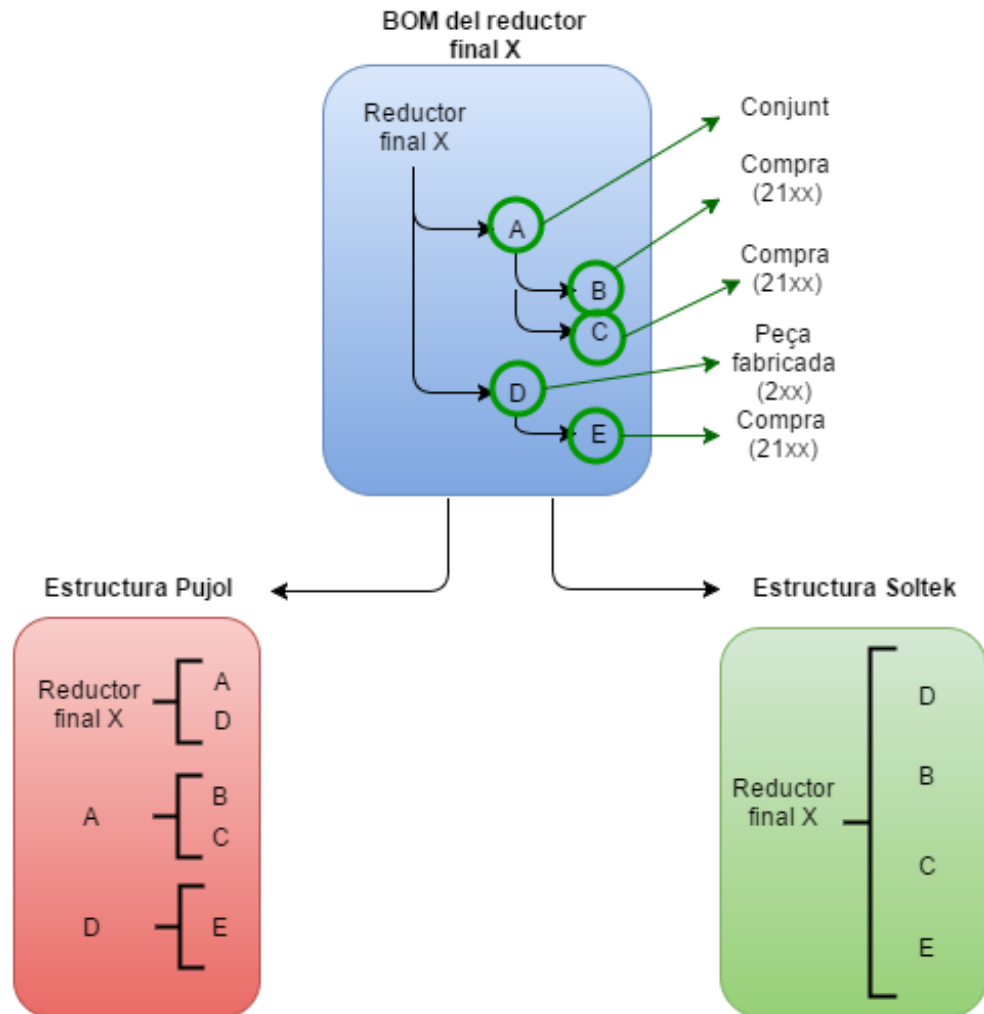


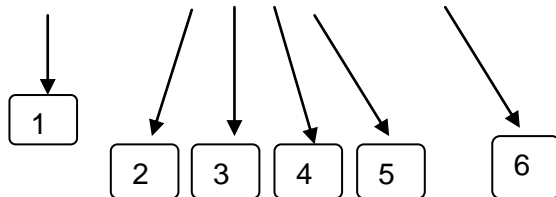
Figura 5.3.11: Comparativa de l'estructuració de l'arxiu BOM.

A continuació, s'explica com es realitza aquest procés a nivell informàtic.

En primer lloc, s'omple la taula *ESTRUCTURAS_FAB* del DataSet *ESTRUCTURAS_DS* amb la seva respectiva informació de la base de dades. Després es declaren dos diccionaris, que són uns objectes que contenen un paràmetre que es diu clau i un altre que es diu valor, de manera que cada clau té un valor associat. El primer diccionari és el *DicEsCompras* el qual té com a clau el nom d'un article i com a valor un booleà que és "true" si l'article és una compra i "false" en cas contrari. El segon, és el *DicPadreHijo*, que conté com a clau un article que no és matèria prima i com a valor un string que representa tots els articles que formen aquest a un nivell per sota en el procés productiu segons la definició de la BOM. La codificació escollida per representar el valor és peculiar doncs indica la quantitat que relaciona els dos articles de la BOM i separa tots els articles que formen el l'article que és clau del diccionari. En la Figura 5.3.12, es mostra la estructura d'aquest diccionari.



{Article X : “B&&1#C&&2”, Article B: ...}



- 1) Nom de l'article al que se li defineixen els articles del que està format.
- 2) Nom d'un dels articles que està un nivell per sota del definit en 1) en la definició de la BOM .
- 3) “&&” Serveixen per separar el nom de l'article, definit en 2), de la relació de quantitat que hi ha entre aquest i el definit en 1).
- 4) Relació de quantitat entre l'article definit a 1) i el de 2).
- 5) “#” Serveix per separar els diferents articles que estan a un nivell inferior del definit a 1) segons la seva BOM.
- 6) Separació d'elements del diccionari. Es repeteix la mateixa estructura per al següent.

Figura 5.3.12: Estructura del diccionari DicPadreHijo.

El següent pas és omplir aquests diccionaris amb l'estructura que s'ha explicat mitjançant la informació continguda en la taula *ESTRUCTURAS_FAB*.

Un cop es disposa dels diccionaris plens, s'omple la taula *ARTICULOS_FINALES* del DataSet *ESTRUCTURAS_DS* mitjançant la seva respectiva informació continguda en la base de dades.

A continuació es genera un algorisme recursiu, que recorre tots els elements de la taula dels articles finals i que permet generar la BOM tal com la demanen els tècnics de Soltek. Donat que s'empren funcions recursives, la millor manera de comprendre'l és emprant un exemple. A continuació, es mostra el procediment que segueix l'algorisme suposant que es parteix de la següent informació:

- Un arxiu d'articles finals que conté un article final anomenat R1.
- El diccionari *DicPadreHijo* amb la següents dades:



{R1: 901&&1#920&&1,

901: 2050&&1#21001&&1,

920: 2003&&1#21003&&1,

2050: 2001&&1#2002&&1#21002&&1}

- El diccionari *DicEsCompras* amb les següents dades:

{R1: False, 901: False, 920: False, 2050: False, 21001: True, 2003: False, 21003: True, 2001: False, 2002: False, 21002: True}

Un cop definit això, ja es pot explicar com funciona l'algorisme amb aquest exemple. En primer lloc s'agafa el primer element de l'arxiu d'articles finals, que en aquest cas es R1.

A continuació es mira si aquest article està en el diccionari *DicPadreHijo*. En cas de no ser-hi aquest article ja no s'utilitza i per tant no es necessitarà en la BOM final, i es passaria a analitzar el següent. En aquest cas, però, l'article R1 sí que existeix com a clau del diccionari.

S'agafa el valor d'aquesta clau, que en aquest cas correspon a *901&&1#920&&1*. Es separa per on hi hagi el caràcter "#". Fent això s'obté una llista on cada element són el conjunt de caràcters que hi ha abans de trobar un "#". En aquest cas s'obtindria aquesta llista: [901&&1, 920&&1].

Arribats a aquest punt, es comença una iteració per recórrer els elements de la llista anterior. Per aquest cas, es comença agafant el *901&&1*. A continuació, es separa per on hi hagi "&&", de manera que s'obté la següent llista: [901, 1].

S'agafa el primer element de la llista, que en aquest cas correspon a "901" i es mira si està com a clau del diccionari *DicPadreHijo*. Com "901" no és un article *2xxx* es fa amb aquest el mateix procediment que se li ha fet a R1.

Al trencar per el caràcter "#", s'obté la llista [2050&&1, 21001&&1]. Al recorre-la, es comença agafant el primer element i es trenca pel caràcter "&&" obtenint així [2050, 1]. Ara s'analitza el 2050, que al ser un *2xxx* s'ha d'escriure al nou arxiu de la BOM. Com a més està com a clau del diccionari *DicPadreHijo* se li ha de fer el mateix procediment realitzat a R1 i el "901".

Es trenca pel caràcter "#" el valor del 2050 obtenint la següent llista [2001&&1, 2002&&1, 21002&&1]. Es comença a recórrer aquesta, trencant cada element per el caràcter "&&". Així doncs, en la primera iteració s'obté [2001, 1]. S'analitza el primer element, que és



l'article 2001. Com aquest és un 2xx, s'ha d'escriure al nou arxiu BOM que l'article final R1 està format a partir de 2001 amb una relació de quantitat de 1 (és el segon element de la llista [2001, 1]).

A continuació, es mira si aquest article 2001, està com a clau del diccionari, per saber si encara té articles dels quals està format. Com que no ho està, s'analitza el següent element de la llista trencada per “#” de l'article 2050 ([2001&&1, 2002&&1, 21002&&1]) i que és el 2002. Com aquest és un 2xxx s'escriu a l'arxiu de la nova BOM i, com que no es clau del diccionari *DicPadreHijo*, es passa al següent element de la llista del 2050, que és el 21002. Aquest també és 2xxx, per tant s'escriu a l'arxiu i com no està com a clau del diccionari, s'ha acabat el recorregut del 2050.

Ara es torna a la llista de la qual ha sortit el 2050, i que és la del 901 ([2050&&1, 21001&&1]) i s'agafa el següent element que és el 21001. Com és un 2xxx s'escriu a l'arxiu BOM amb la seva relació de quantitat. A més a més, no està com a clau del diccionari per tant ja s'ha acabat d'analitzar. Com ja s'ha acabat de recórrer la llista del 901 es torna endarrere a la llista de R1 ([901&&1, 920&&1]), i s'agafa el següent element que és el 920.

Donat que no és un article 2xx, ha de ser clau del diccionari. S'extreu el valor del 920, i es trenca pel caràcter “#”, obtenint així la llista [2003&&1, 21003&&1]. Es comencen a recórrer els elements d'aquesta i, donat que els dos són 2xx s'escriuen al nou arxiu BOM. A més a més, no estan com a clau del diccionari per tant ja s'ha acabat de recórrer la llista. Es torna a la llista de R1 i es veu que també s'han iterat tots els seus elements. Per tant ja s'ha acabat de desglossar l'article final R1.

El següent pas seria realitzar el mateix procediment que s'ha fet per aquest producte final però pel següent que hi ha a la taula d'articles finals. La funció general s'acabaria quan s'haguessin recorregut tots els articles finals.

Cal remarcar, que cada vegada que s'analitza un 2xxx, es pregunta abans d'escriure a l'arxiu BOM si és una compra o no. Aquells 2xxx que no estiguin com a clau del diccionari han de ser compra donat que no estan formats de més articles. Malgrat això, n'hi ha alguns que poden estar com a clau, és a dir, poden estar formats per altres articles. Aquests són els que corresponen a ordres de subcontractació i per tant s'han d'escriure com a compra. Per comprovar si l'article 2xxx és una compra o no, es pregunta el valor d'aquest en el diccionari *DicEsCompra*, que tal com s'ha explicat anteriorment té com a valor un booleà que en cas de valer “true” indica que l'article (que és la seva clau) es una compra.

Finalment, per fer més entenedor el procés recursiu explicat en l'exemple de R1, en la Figura 5.3.13 es pot veure aquest gràficament, el qual segueix la numeració que hi ha indicada.



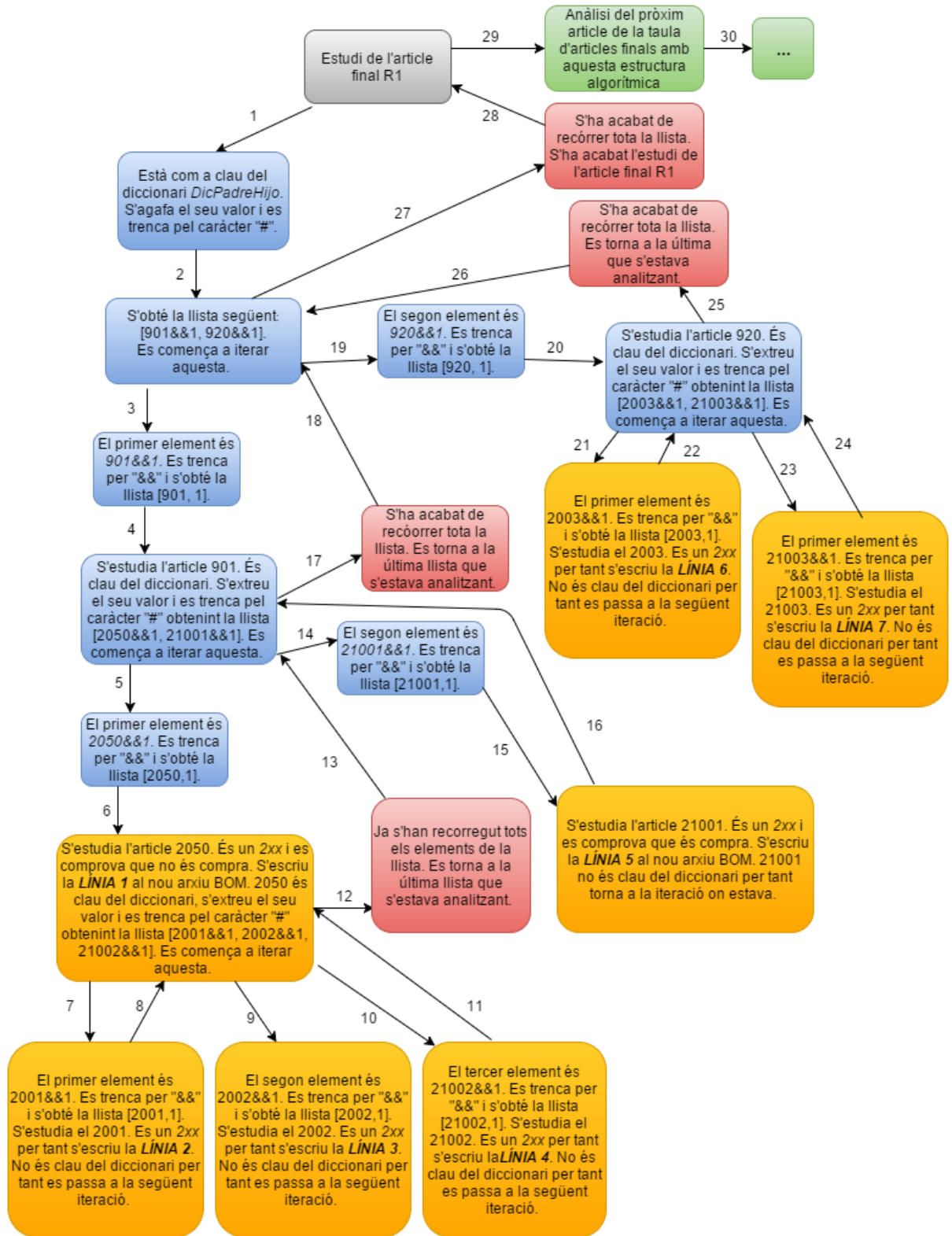


Figura 5.3.13: Algorisme recursiu que es fa en el programa “Generar BOM” amb l'exemple del producte final R1.



Les diferents línies que s'anomenen en aquesta Figura 5.3.13, són cada una de les files que es representen en la Figura 5.3.14, la qual representa com quedaria el nou arxiu BOM tenint en compte l'exemple anterior (el de l'article final R1). Tal com es pot veure en aquesta, l'article final queda directament relacionat amb els 2xxx.

Article Final	Article Fill	Relació de quantitat	Compra / Fabricació	Article Pare
R1	2050		1 F	901
R1	2001		1 C	2050
R1	2002		1 C	2050
R1	21002		1 C	2050
R1	21001		1 C	901
R1	2003		1 C	920
R1	21003		1 C	920

Figura 5.3.14: Resultat del nou arxiu BOM amb l'exemple del producte final R1.

5.3.6. Crear CSV

Per acabar, és necessari deixar els arxius que contenen totes les dades arreglades per poder alimentar el planificador i que es donaran en format ".csv". Per aconseguir-ho, s'ha de prémer el botó (sempre i quan s'hagi fet prèviament el procés d'importació i el d'assignació d'ordres de muntatge). Els arxius que s'envien al finalitzar tot el programa són els següents:

- *RELACION_OFS_OMS.csv*

Arxiu Excel referent a la relació de cada ordre de fabricació amb les ordres de muntatge a les qual ha sigut assignada, en cas que s'hagi realitzat aquesta assignació.

Les dades que s'inclouen dins aquest arxiu provenen del DataSet *RELACIONES_RESULTADOS*, esmentat anteriorment. En concret, de la taula *RESULT_OF_OMS*, que està enllaçada amb una vista SQL amb el mateix nom (Figura 5.3.15).



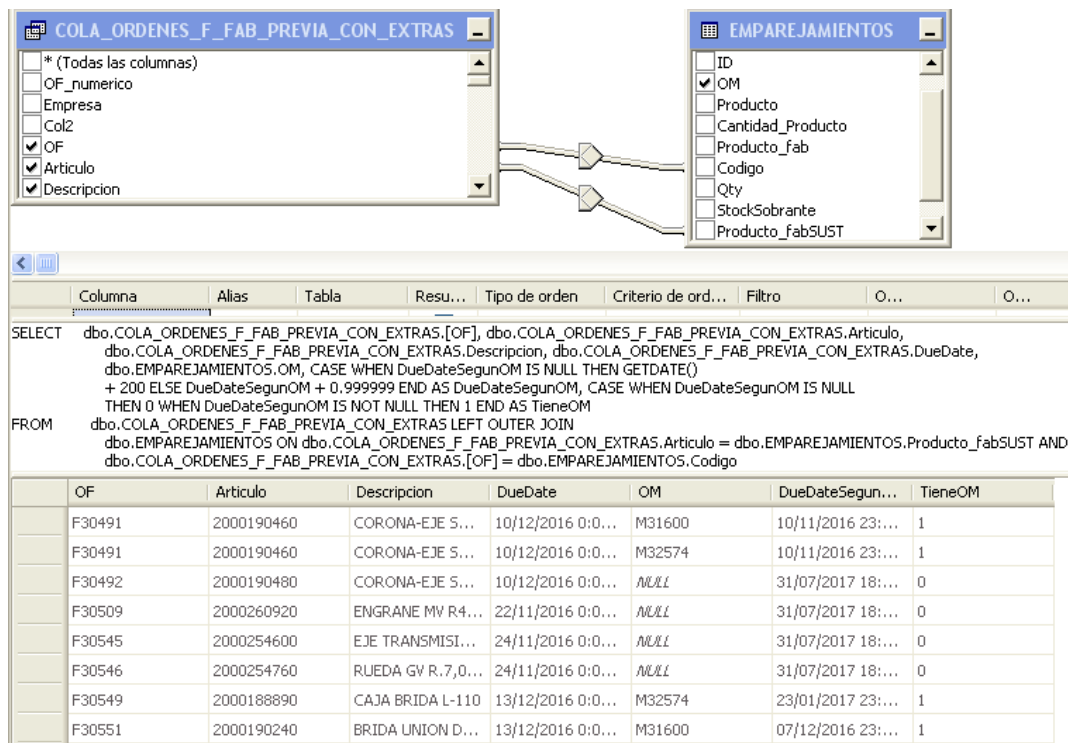


Figura 5.3.15: Vista RESULT_OF_OMS.

Per aconseguir aquesta vista es combinen, segons nº d'ordre de fabricació i article fabricat, la taula EMPAREJAMIENTOS, resultant del programa, i la vista COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA_CON_EXTRAS (Figura 5.3.16).

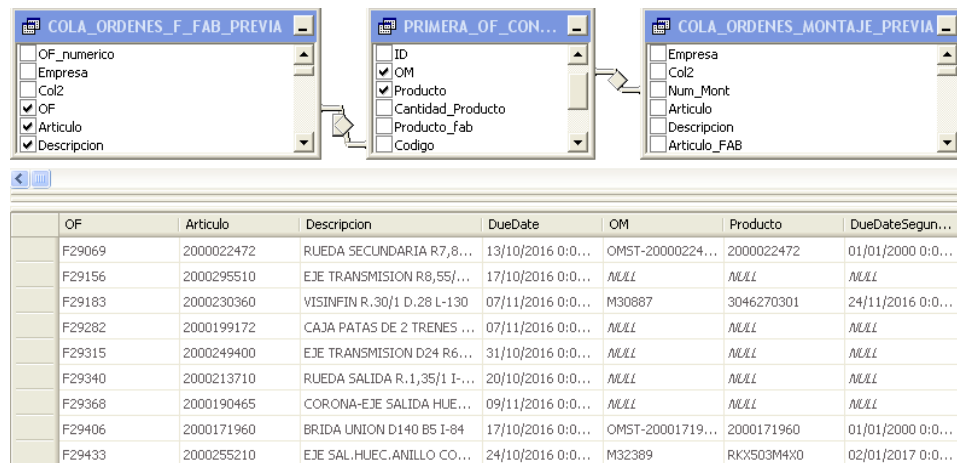


Figura 5.3.16: Vista COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA_CON_EXTRAS.

Aquesta última vista és resultat de combinar, segons nº d'ordre de fabricació i d'ordre de muntatge, les tres vistes següents:

- COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA (Definida en el punt 5.2).



- PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM_FINAL (Definida en el punt 5.4).
 - COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA (Definida en el punt 5.2).
- RELACION_OMS_OFS_Due Date.csv

Arxiu Excel referent a la relació de cada ordre de muntatge amb les ordres de fabricació que se li han assignat, en cas que s'hagi realitzat aquesta assignació, juntament amb la Due Date.

De la mateixa manera que en el cas anterior, les dades que s'inclouen dins aquest arxiu també provenen del DataSet *RELACIONES_RESULTADOS* i en concret de la taula *RESULT_OMS_OFS*. Aquesta taula està enllaçada amb la vista SQL *RESULT_OMS_OFS* (Figura 5.3.17).

Num_Mont	Artículo	Descripción	Artículo_FAB	DueDate	Código
M32389	RKX503M4X0	KXCM 503/132M...	2000254701	02/01/2017 0:0...	ST-20002547...
M31541	RIB102B130	IBC 102/2,93/20...	2000295580	17/11/2016 0:0...	ST-20002955...
M32173	4004174550	LWBC 63 50 200...	4003069512	14/12/2016 0:0...	ST-40030695...
M31600	3045140500	LPC 110/50/250...	3049060030	07/12/2016 0:0...	ST-30490600...
M31977	3010030120	IPC 128/34,37/1...	2000172561	22/12/2016 0:0...	ST-20001725...
M30535	3047041200	(A)LPCM 40/63G...	2000177790	11/11/2016 0:0...	ST-20001777...
M31878	3010052130	IPC 162/25,97/2...	2000174010	14/12/2016 0:0...	F32377
M31978	RIP102B0U0	IPC 102/5,72/20...	8000231690	16/12/2016 0:0...	ST-80002316...
M32374	4004190785	LWBC 40 100 12...	2000298570	12/01/2017 0:0...	F29797
M31612	3046251200	(A)LBC 40/19/14...	2000240200	05/12/2016 0:0...	ST-20002402...
M31979	RIB102B0T0	IBC 102/6,91/20...	2000150882	19/12/2016 0:0...	ST-20001508...
M30888	3046270652	LBC 130/65/250...	2000190240	24/11/2016 0:0...	ST-20001902...
M31402	RIB102B0P0	IBC 102/4,82/16...	2000295570	06/12/2016 0:0...	F32294

Figura 5.3.17: Vista *RESULT_OMS_OFS*.

Aquesta vista s'aconsegueix combinant la taula SQL *EMPAREJAMIENTOS* i la vista SQL *COLA_ORDENES_MONTAJE_PREVIA*. Ambdues comentades anteriorment.

Les dues primeres vistes esmentades que permeten aportar la informació als arxius .csv queden resumides en aquest esquema, així com la vista *COLA_ORDENES_F_FAB_PREVIA_CON_EXTRAS* (Figura 5.3.18).



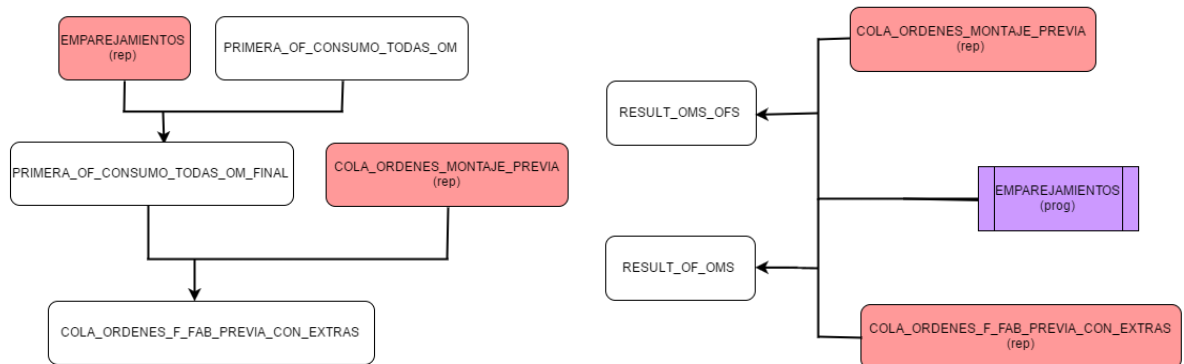


Figura 5.3.18: Esquema resum per a les vistes RESULT_OMS_OFOS i RESULT_OF_OMS.

- ORDENES_F_MONT_RES.csv

Arxiu Excel referent a la taula SQL ORDENES_F_MONT.

- ORDENES_F2_MONT_RES.csv

Arxiu Excel referent a la taula SQL ORDENES_F2_MONT.

- ORDENES_F3_MONT_RES.csv

Arxiu Excel referent a la taula SQL ORDENES_F3_MONT.

Un cop enllestides totes les tasques referents al programa, cal realitzar el següent pas. Aquest següent pas és el tractament de les dades proporcionades pel propi programa per tal de poder obtenir i mostrar els resultats de la manera adient.

5.4. Obtenció dels elements per visualitzar els resultats

A partir de les modificacions realitzades pel programa, es mostren, a l'entorn visual, les taules i vistes en forma de "GridViews" que representen les dades requerides per Pujol ja corregides i adequades. Com s'ha comentat en el punt anterior, aquest entorn visual conté una sèrie de pestanyes i per tant cal preparar la font d'informació que es necessita a cadascuna d'elles de la manera adient. Es realitza aquesta tasca de la següent forma:

- 1) GridView "Relación OMs → OFs"



El primer GridView (Figura 5.4.1) que es presenta és el que s’encarrega de mostrar cada ordre de muntatge desglossada a partir de totes les ordres de fabricació o estocs que subministraran les peces necessàries per dur-la a terme.

Codigo	Cantidad_Producto	Producto_fab	Producto_fab SUST	Qty	Cantidad	Descripcion	Due Date
OM: M32440							
ST-2000298580-1	10	2000298580		0	10	10 LWPC 40 3...	20/01/2017
F29799	10	2000298550		0	10	10 LWPC 40 3...	20/01/2017
F29794	10	2000298630		0	10	10 LWPC 40 3...	20/01/2017
OM: M32448							
OM: M32452							
OM: M32453							

Figura 5.4.1: GridView “Relación OMs → OFs”.

Així doncs, es combinen dues taules, *ORDENES_F_MONT* i *EMPAREJAMIENTOS*. Aquesta última, essent, com s’ha comentat, una taula resultant del programa. La combinació es basa en mantenir totes les ordres de muntatge contingudes en la primera taula afegint informació associada que proporciona la segona taula. La vista *Vista_1* resultant i els altres condicionals que s’utilitzen en la combinació es poden veure a la Figura 5.4.2.

```

SELECT DISTINCT
TOP (100) PERCENT dbo.ORDENES_F_MONT.Num_Mont AS OM, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Cantidad_Producto,
dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fab, CASE WHEN (dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fabSUST <> dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fab)
THEN dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fabSUST ELSE 0 END AS Producto_fabSUST, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Codigo, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Qty,
dbo.ORDENES_F_MONT.DueDate, dbo.ORDENES_F_MONT.Cantidad, dbo.ORDENES_F_MONT.Descripcion
FROM
dbo.ORDENES_F_MONT LEFT OUTER JOIN
dbo.EMPAREJAMIENTOS ON dbo.ORDENES_F_MONT.Num_Mont = dbo.EMPAREJAMIENTOS.OM
ORDER BY OM
    
```

OM	Producto	Cantidad_Prod...	Producto_fab	Producto_fabS...	Codigo	Qty	DueDate
M24593	3046030805	10	2000177790	0	F32136	7	10/04/2017 0:0...
M24593	3046030805	10	2000177790	0	ST-2000177790-1	3	10/04/2017 0:0...
M24593	3046030805	10	2000178920	0	ST-2000178920-1	10	10/04/2017 0:0...
M24593	3046030805	10	2000178940	0	ST-2000178940-1	10	10/04/2017 0:0...

Figura 5.4.2: Vista “Vista_1”.

2) GridView “Relación OFs → OMs”

El segon GridView (Figura 5.4.3) representa cadascuna de les ordres de fabricació del sistema relacionada amb l’ordre de muntatge que alimenta, si n’alimenta alguna. A més,



aquestes ordres de fabricació es mostren amb informació rellevant que pot ser utilitzada de manera pràctica per Pujol, com per exemple, l'estat de l'ordre, previsions, reserves i existències del producte a produir per l'ordre, entre d'altres.

OF	Artículo	Descri...	Cantidad	OM	Producto	Cantidad_Producto	Producto_fab	Cantidad_Hecha	Due Date	...	Estado	Previsiones	Reservas	Existencias	Reserv...	Due Date Segun OM
F29340	2000213710	RUED...	25						0 20/10/2016		0	0	50	0	1	
F29368	2000190465	CORO...	10						0 09/11/2016		0	0	6	0	0	
F29406	2000171960	BRIDA...	242	OM5T-20...	2000171960	1	2000171960	121	17/10/2016		0	3	308	7	0	7 01/01/2000
F29433	2000255210	EJE SA...	5	M32389	Ric0503M...	1	2000255210		0 24/10/2016		0	0	4	1	0	1 02/01/2017
F29470	2000249330	EJE TR...	16						0 25/10/2016		0	0	24	0	1	
F29471	2000254511	ENGR...	30						0 25/10/2016		0	0	25	0	8	
F29512	2000231411	RUED...	212						114 26/10/2016		0	3	860	10	106	10
F29516	2000254372	CAJA ...	33						0 05/10/2016		0	0	63	0	5	0
F29572	2000272220	TAPA ...	50						0 16/11/2016		0	0	63	0	19	

Figura 5.4.3: GridView “Relación OFs → OMs”.

Per aconseguir la informació de la manera que es presenta en el GridView es comença de la mateixa manera que en el cas anterior, però aquest cop amb la taula *ORDENES_F_FAB* i *EMPAREJAMIENTOS*. De la combinació d'aquestes dues a partir del n° d'ordre de fabricació i l'article d'aquesta es deriva la vista *Vista_2* (Figura 5.4.4).

```

SELECT DISTINCT
    dbo.ORDENES_F_FAB.[OF], dbo.ORDENES_F_FAB.Articulo, dbo.ORDENES_F_FAB.Descripcion, dbo.ORDENES_F_FAB.Cantidad,
    dbo.EMPAREJAMIENTOS.OM, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Cantidad_Producto, dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fab,
    CASE WHEN (dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fabSUST <> dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fab)
    THEN dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fabSUST ELSE 0 END AS Producto_fabSUST, dbo.ORDENES_F_FAB.Cantidad_Hecha,
    dbo.ORDENES_F_FAB.DueDate, dbo.ORDENES_F_FAB.Estado, dbo.ORDENES_F_FAB.Previsiones, dbo.ORDENES_F_FAB.Reservas,
    dbo.ORDENES_F_FAB.Existencias, dbo.ORDENES_F_FAB.Reservas30d, dbo.ORDENES_F_FAB.UltimaFase
FROM
    dbo.EMPAREJAMIENTOS RIGHT OUTER JOIN
    dbo.ORDENES_F_FAB ON dbo.EMPAREJAMIENTOS.Codigo = dbo.ORDENES_F_FAB.[OF] AND
    dbo.EMPAREJAMIENTOS.Producto_fabSUST = dbo.ORDENES_F_FAB.Articulo
WHERE
    (dbo.ORDENES_F_FAB.UltimaFase = 'S')
    
```

OF	Articulo	Descripcion	Cantidad	OM	Producto	Cantidad_Prod...	Producto_fab
F28775	2000182610	CAJA PATAS L-87	81	NULL	NULL	NULL	NULL
F29069	2000022472	RUEDA SECUND...	50	M32557	3011031110	1	2000022472
F29069	2000022472	RUEDA SECUND...	50	M32562	3011031110	20	2000022472
F29069	2000022472	RUEDA SECUND...	50	OM5T-20000224...	2000022472	1	2000022472

Figura 5.4.4: Vista “Vista_2”.

Posteriorment, es dissenya la vista *PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM* (Figura 5.4.5), derivada de filtrar la taula *EMPAREJAMIENTOS* mantenint només aquelles files que facin referència a ordres de fabricació i d'agrupar totes les ordres de fabricació establint com a identificador (ID) el mínim de cada grup.




```

SELECT MIN(ID) AS ID, Producto_fab
FROM dbo.EMPAREJAMIENTOS
WHERE (Codigo LIKE F%)
GROUP BY Producto_fab
    
```

ID	Producto_fab
836	2000022472
839	2000171611
841	2000171960

Figura 5.4.5: Vista PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM.

A partir d'aquesta última vista esmentada i, de nou, de la taula EMPAREJAMIENTOS, s'aconsegueix la vista PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM_FINAL (Figura 5.4.6). La vista representa la combinació d'aquesta taula i vista mitjançant l'identificador de l'ordre de fabricació i el producte fabricat.

ID	OM	Producto	Cantidad_Prod...	Producto_fab	Codigo	Qty	StockSobranite
836	OMST-20000224...	2000022472	1	2000022472	F29069	14	16
839	M32022	3068300000	25	2000171611	F31995	15	-4

Figura 5.4.6: Vista PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM_FINAL.

Un cop es té la vista PRIMERA_OF_CONSUMO_TODAS_OM_FINAL es combina amb la taula ORDENES_F_MONT a partir del nº de muntatge. La vista resultant, Vista_3, es mostra a la Figura 5.4.7.

Empresa	Col2	Num_Mont	Articulo	Descripcion
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16...
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16...
1	0	M28809	3000000000	REPARACION R...

Figura 5.4.7: Vista "Vista_3".



Després d'aconseguir dissenyar les vistes *Vista_2* i *Vista_3* es combinen entre elles lligades per nº d'ordre de muntatge. La vista derivada d'aquest procés s'anomena *Vista_4* (Figura 5.4.8).

OF	Articulo	Descripcion	Cantidad	OM	Producto	Cantidad_Prod...	Producto_fab
F24024	3077110031	KIT SUPLEMENT...	80	NEEL	NEEL	NEEL	NEEL
F24530	2000259030	CAJA KX-703	40	NEEL	NEEL	NEEL	NEEL
F24553	2000232270	ANILLO VALONA...	2	NEEL	NEEL	NEEL	NEEL
F25224	2000249149	CAJA DX-403 T...	134	M32206	3072109400	18	2000249149
F25224	2000249149	CAJA DX-403 T...	134	M32420	3071102551	2	2000249149
F25224	2000249149	CAJA DX-403 T...	134	OMST-20002491...	2000249149	1	2000249149

Figura 5.4.8: Vista "Vista_4".

Aquesta vista és la que s'utilitza com a font d'informació a l'hora de mostrar les dades dins el *GridView* "Relación OFs → OMs" per l'entorn visual.

Per tal de resumir gràficament les vistes exposades ,fins el moment en aquest apartat, es mostra un esquema que representa la relació entre totes les taules i vistes comentades (Figura 5.4.17).

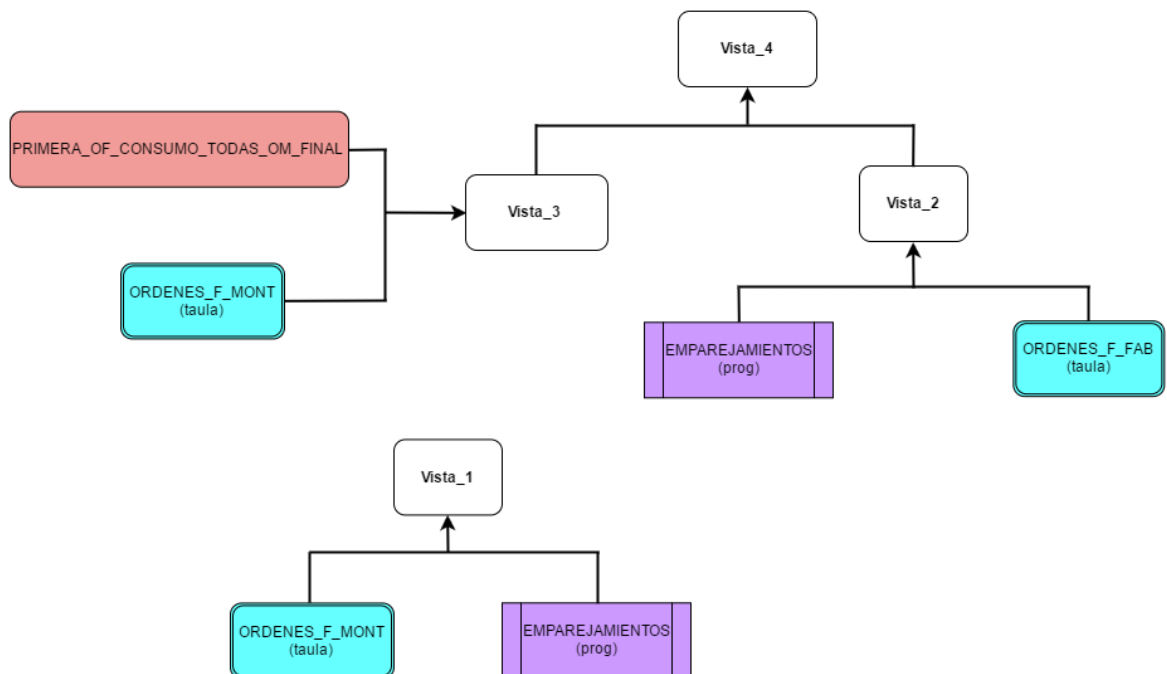


Figura 5.4.9: Esquema resum de l'obtenció dels elements per visualitzar els resultats.



3) GridView “Relaciones OMs → ST, COM, OF’s”

Aconseguir la informació que alimenta el GridView, en aquest cas, és molt simple. S'utilitza directament la taula *EMPAREJAMIENTOS*, taula resultant de l'execució del propi programa. Això es mostra a la Figura 5.4.10.

ID	OM	Producto	Cantidad_Prod...	Producto_fab	Codigo	Qty	StockSobrante	Producto_fab5...
833	M32247	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999969	4003069513
834	M32249	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999967	4003069513
835	M32526	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999965	4003069513
836	OMST-20000224...	2000022472	1	2000022472	F29069	14	16	2000022472
837	M32557	3011031110	1	2000022472	F29069	1	29	2000022472
838	M32562	3011031110	20	2000022472	F29069	20	10	2000022472
839	M32022	3068300000	25	2000171611	F31995	15	-4	2000171611
840	M32022	3068300000	25	2000171611	F32034	4	16	2000171611



ID	OM	Producto	Cant. Necesaria	Producto_fab	Relacionada Con...	Qty	Stock Sobrante
833	M32247	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999969
834	M32249	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999967
835	M32526	4004171273	2	4003069513	ST-4003069513-1	2	99999965
836	OMST-2000...	2000022472	1	2000022472	F29069	14	16
837	M32557	3011031110	1	2000022472	F29069	1	29
838	M32562	3011031110	20	2000022472	F29069	20	10
839	M32022	3068300000	25	2000171611	F31995	15	-4
840	M32022	3068300000	25	2000171611	F32034	4	16

Figura 5.4.10: Taula *EMPAREJAMIENTOS* i GridView “Relaciones OMs → ST, COM, OF’s”.

4) GridView “Ordenes_FAB”

Canviant ja de panell, el primer GridView està enllaçat amb la taula *ORDENES_F_FAB*, per tant mostra la mateixa informació (Figura 5.4.11).



Empresa	Col2	OF	Articulo	Descripcion	Col6	Col7	Fase	Col9
1	0	F30424	2000249530	RUEDA GV R3.13/1...	ALLL	ALLL	60	SACAR REBABA...
1	0	F30424	2000249530	RUEDA GV R3.13/1...	ALLL	ALLL	70	RECTIFICAR AG...
1	0	F30424	2000249530	RUEDA GV R3.13/1...	ALLL	ALLL	80	RECTIFICAR FL...
1	0	F30426	2000264340	TAPETA VISINFIN...	ALLL	ALLL	10	PREPARAR MAT...
1	0	F30426	2000264340	TAPETA VISINFIN...	ALLL	ALLL	11	VERIFICAR EN R...
1	0	F30426	2000264340	TAPETA VISINFIN...	ALLL	ALLL	20	REF.CIL.D.125...



OF	Fase	Due Date	Articulo	Descripcion	Cantidad	Cantidad Hecha	Fecha Fichaje	Desc. Oper	Previsiones	Reservas	Existencias	Reservas30d
F30424	60	21/11/2016	2000249530	RUEDA GV R3.13/1 KX-403	35	35	16-12-2016 15:55	SACAR REBABAS DIENTES	17	1	0	1
F30424	70	21/11/2016	2000249530	RUEDA GV R3.13/1 KX-403	35	25	16-12-2016 15:55	RECTIFICAR AGRO. D.24 ...	17	1	0	1
F30424	80	21/11/2016	2000249530	RUEDA GV R3.13/1 KX-403	35	0		RECTIFICAR FLANCOS DE...	17	1	0	1
F30426	10	10/12/2016	2000264340	TAPETA VISINFIN LX-130	7	0		PREPARAR MATERIAL DES...	0	0	4	
F30426	11	10/12/2016	2000264340	TAPETA VISINFIN LX-130	7	0		VERIFICAR EN RECEPCION	0	0	4	
F30426	20	10/12/2016	2000264340	TAPETA VISINFIN LX-130	7	0		REF.CIL.D.125,MAND.D. 8...	0	0	4	

Figura 5.4.11: Taula ORDENES_F_FAB i GridView "Ordenes_FAB".

5) GridView "Ordenes_MONT"

De la mateixa manera que en els dos últims casos, el GridView representa una taula en concret (Figura 5.4.12). En aquest cas la taula ORDENES_F_MONT.

Empresa	Col2	Num_Mont	Articulo	Descripcion	Col6	Col7	Fase	Col9
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...	12497	ALLL	5	PREPARAR MATERIAL
1	0	M24593	3046030805	LBC 49/80/140-...	12497	ALLL	10	MONITAR
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16-...	24208	ALLL	5	PREPARAR MATERIAL
1	0	M28711	3046252100	(A)LBC 40/10/16-...	24208	ALLL	10	MONITAR
1	0	M28809	3000000000	REPARACION R...	18687	ALLL	10	PARA PODER OPERAR
1	0	M28899	3043020200	(A)LP 40/19	18666	ALLL	5	PREPARAR MATERIAL



OF	Fase	SIN BOM	Due Date	Articulo	Descripcion	Cantidad	Cantidad Hecha	Fecha Fichaje	Desc. Oper
M24593	5	0	10/04/2017	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.	10	0		PREPARAR MATERIAL
M24593	10	0	10/04/2017	3046030805	LBC 49/80/140-14 B.L.C.	10	0		MONITAR
M28711	5	0	22/09/2016	3046252100	(A)LBC 40/10/160-14 B.S. ...	1	0		PREPARAR MATERIAL
M28711	10	0	22/09/2016	3046252100	(A)LBC 40/10/160-14 B.S. ...	1	0		MONITAR
M28809	10	0	03/08/2016	3000000000	REPARACION REDUCTOR	1	0		PARA PODER OPERAR
M28899	5	0	26/09/2016	3043020200	(A)LP 40/19	3	0		PREPARAR MATERIAL

Figura 5.4.12: Taula ORDENES_F_MONT i GridView "Ordenes_MONT".

6) GridView "Ordenes_BOM_MONT"

El següent GridView torna a representar les ordres de muntatge però, en aquest cas, amb informació associada a la BOM. Per tant s'alimenta de la taula ORDENES_F3_MONT (Figura 5.4.13).



OrdenMont	Articulo	Cantidad
M24593	2000177000	1
M24593	2000177790	1
M24593	2000178920	1
M24593	2000178940	1



Ordenes... Ordenes... Ordenes... Stock "M... Compras Ordenes... Ordenes...

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

OF	Articulo	Cantidad
M24593	2000177000	1
M24593	2000177790	1
M24593	2000178920	1
M24593	2000178940	1

Registro 0 de 4979

Figura 5.4.13: Taula ORDENES_F3_MONT i GridView "Ordenes_MONT".

7) GridView "Stock MONT"

El quart GridView del segon panell representa un resum de l'estoc. Així doncs, com és d'esperar, s'enllaça directament amb la taula STOCK_COM_MONT (Figura 5.4.14).

Empresa	Col2	NumStock	Articulo	Cantidad	Col6	Col7	DueDate	Producto
1	NULL	ST-3033150005-1	3033150005	0	1	NULL	01/01/2000 0:0...	DXCM 353/71N-...
1	NULL	ST-3033150006-1	3033150006	0	1	NULL	01/01/2000 0:0...	DXCM 353/80K-...
1	NULL	ST-3033150007-1	3033150007	0	1	NULL	01/01/2000 0:0...	(A)DXCM 353/80...
1	NULL	ST-3033150500-1	3033150500	0	1	NULL	01/01/2000 0:0...	(A)DXCM 353/71...

1 de 126197



Stock "MONT"

Ordenes... Ordenes... Ordenes... Stock "MO... Compras Ordenes... Ordenes...

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

Num Stock	Articulo	Cantidad	Producto	Due Date	Empresa
ST-3033150005-1	3033150005	0	DXCM 353/71N-4/12	01/01/2000	1
ST-3033150006-1	3033150006	0	DXCM 353/80K-4/12	01/01/2000	1
ST-3033150007-1	3033150007	0	(A)DXCM 353/80N-4/13	01/01/2000	1
ST-3033150500-1	3033150500	0	(A)DXCM 353/71N-4/12...	01/01/2000	1

Registro 0 de 126197

Figura 5.4.14: Taula STOCK_COM_MONT i GridView "Stock MONT".



8) GridView “Compras”

Després de l'estoc, la informació mostrada fa referència a les compres. Així doncs, la taula de la qual l'extreu és *COMPRAS_FAB* (Figura 5.4.15).

	Empresa	Col2	Col3	Num_Orden	Col5	Col6	Articulo	Cantidad	Col9	DueDate	Producto
▶	1	NULL	C-1-11-3931-10	NULL	20150127	173	707SAN05010	10	NULL	30/01/2017 ...	Placa base. 171...
	1	NULL	C-1-11-5995-10	NULL	20150618	4445	701MUE03017	6	NULL	28/12/2016 ...	Muela 125x60x3...
	1	NULL	C-1-11-8079-10	NULL	20160112	922	716MET02000	1	NULL	28/12/2016 ...	Pie de rei profun...
	1	NULL	C-1-11-8185-10	NULL	20160119	4702	2000150722	50	037/0163	02/01/2017 ...	TERCER ENGRA...



Compras						
Orden Compra	Articulo	Cantidad	Fecha. Prev	Producto	Num_Orden	
C-1-11-3931-10	707SAN05010	10	30/01/2017	Placa base. 171.35...		
C-1-11-5995-10	701MUE03017	6	28/12/2016	Muela 125x60x35/...		
C-1-11-8079-10	716MET02000	1	28/12/2016	Pie de rei profundid...		
C-1-11-8185-10	2000150722	50	02/01/2017	TERCER ENGRANE ...		

Figura 5.4.15: Taula *COMPRAS_FAB* i GridView “Compras”.

9) GridView “Ordenes_FF_MONT”

Finalment, els últims dos GridViews mostren informació referent a les ordres fantasma referents a recanvis. El primer d'ells, utilitza la taula *ORDENES_F3F_MONT*. Es a dir, com s'ha comentat, les ordres de muntatge fantasma de recanvis amb informació sobre la BOM. Aquest GridView es veu a la Figura 5.4.16.

	OrdenMont	Articulo	Cantidad
▶	MF18647130	2120350270	5
	MF18647170	2120320582	5



Ordenes_FF_MONT			
Orden Mont	Articulo	Cantidad	
▶ MF18647130	2120350270	5	
MF18647170	2120320582	5	

Figura 5.4.16: Taula *ORDENES_FF_MONT* i GridView “Ordenes_FF_MONT”.



10) GridView “Ordenes_FF_Mont”

I per acabar, l'últim GridView representa el mateix que l'anterior però associant a l'ordre de muntatge fantasma de recanvi, la informació proporcionada per Pujol. Per tant la taula que conté aquesta informació és *ORDENES_FF_MONT*. Aquesta última relació es mostra a la Figura 5.4.17.

NoOrder	Codigo	Descripcion	Fase	Cantidad	DueDate
MF18647130	2120350270FAN	LENG. AJUSTE 5...	10	1	15/01/2017 0:0...
MF18647170	2120320582FAN	LENG. AJUSTE 5...	10	1	15/01/2017 0:0...



No Order	Codigo	Descripcion	Fase	Cantidad
MF18647130	2120350270FAN	LENG. AJUSTE 51B/17139/8X7X31(CEMENTA...	10	1
MF18647170	2120320582FAN	LENG. AJUSTE 51B/17139/10X8X28(CEMENTA...	10	1

Figura 5.4.17: Taula *ORDENES_F3F_MONT* i GridView “Ordenes_FF_Mont”.

5.5. Automatització del programa del punt 0

El funcionament del programa explicat en el punt 5.3 es presenta de la manera en que ho podria executar un usuari manualment amb l'ús de la part visual (botons, GridViews...). Donat que els operaris de la fàbrica i el cap de producció necessiten tota la informació del que han de fer durant un dia de treball, és necessari que disposin de totes les dades referents a les ordres de fabricació amb la Due Date corregida al començament de la jornada laboral. Així doncs, si es pretén aconseguir això s'ha de fer córrer el programa abans que els treballadors arribin a la fàbrica. Com no es considera viable la opció de tenir un treballador a les 4 de la matinada prement els botons del programa, es realitza un procés automàtic que simularia el mode manual realitzat per una persona. Aquest, s'ha programat de la següent manera:

- A la finalització d'una jornada laboral, Pujol penja els arxius amb tota la informació de com està la fàbrica al final del dia. Aquests serviran per alimentar el programa del punt “0” en la pròxima importació.
- A les 3h del matí s'executa el programa del punt 0, el qual realitza aquests processos en el següent ordre:



- Procés d'importació (explicat en el punt 4.3.3).
 - Assignació d'ordres de muntatge amb ordres de fabricació, estocs, i compres (explicat en el punt 4.3.4).
 - Generació de l'arxiu BOM en el format demanat pels tècnics de Soltek encarregats d'adaptar el planificador (explicat en el punt 4.3.5).
 - Escripció dels arxius necessaris que serviran per alimentar els processos de planificació posteriors (explicat en el punt 4.3.6).
- El procés automatitzat del programa del punt "0" tarda aproximadament uns 10 minuts (depèn del volum de dades a tractar, i que és variable en cada importació). Un cop finalitzat aquest, cap a les 3:10h del matí, s'executen els processos automàtics del sistema APS que representa l'escenari de fabricació (realitzat per els tècnics de Soltek dedicats a l'adaptació del planificador).
 - A les 4h del matí, s'executen els processos automàtics del sistema APS que representa l'escenari de muntatge (realitzat pels tècnics de Soltek dedicats a l'adaptació del planificador).
 - Un cop acabats tots els processos, a les 7 del matí ja es disposa d'una programació de com ha de ser la fabricació i el muntatge durant aquest dia. Qualsevol canvi, com una compra que no hagi arribat ja haurà de ser controlat pel cap de producció mitjançant l'ús del sistema APS, el qual permet modificar la programació que havia proposat a les 7 del matí.
 - Acabada la jornada laboral, el cap de producció de l'empresa envia l'estat de la fàbrica a Ekon per a que a les 3h del matí pugui alimentar el programa del punt "0" quan realitzi la importació de dades des de el ERP.

El procés d'automatització descrit anteriorment es mostra gràficament en la Figura 5.5.1.



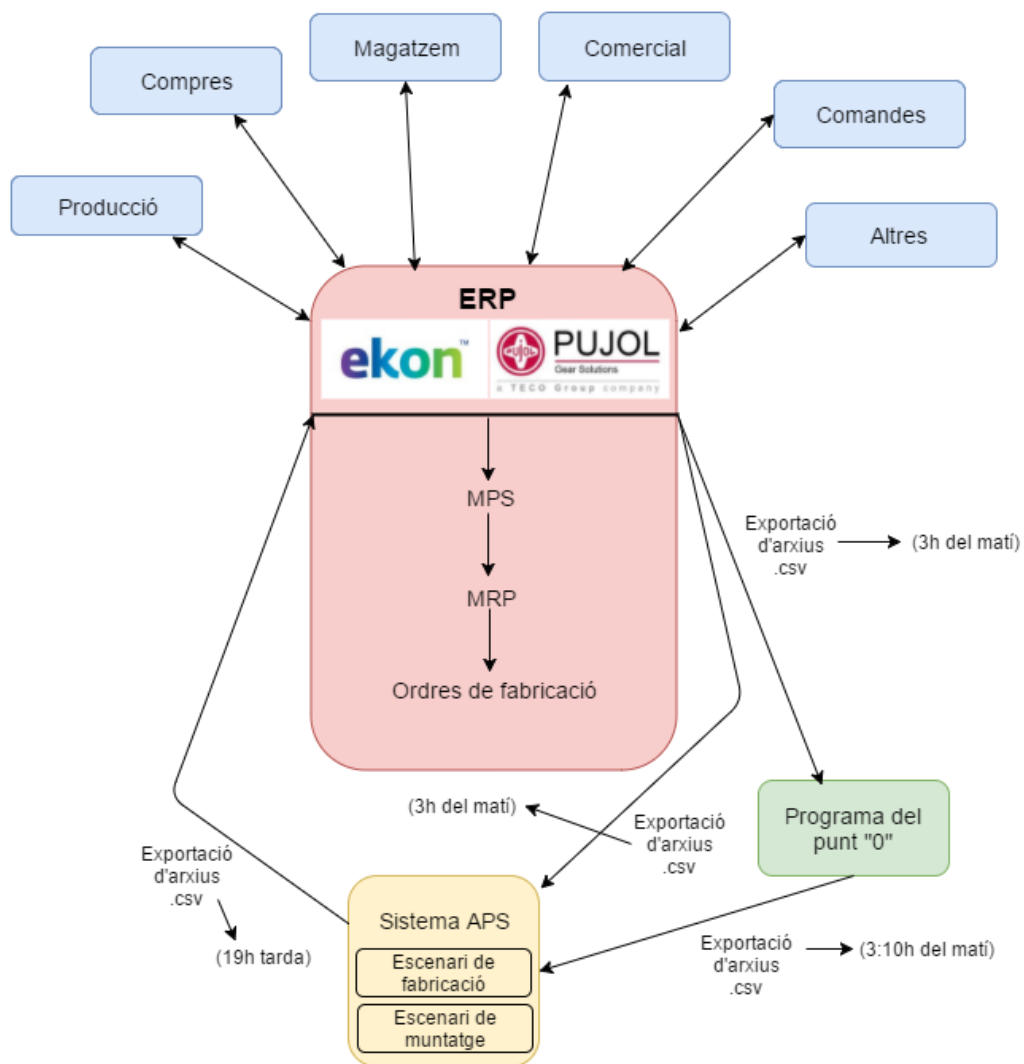


Figura 5.5.1: Esquematzació del procés d'automatització.



6. Impacte ambiental

Pel que fa a la realització d'aquest projecte cal remarcar que no té impacte ambiental. El que si és interessant comentar és que un cop implementat el sistema informàtic que s'ha explicat en el treball, hi pot haver algun canvi pel que fa a l'impacte ambiental.

Donat que el sistema implantat pretén aconseguir una reducció dels estocs i que es fabriqui només allò que realment és necessari, és molt possible que es redueixin alguns processos industrials destinats a fabricar certs productes. En cas de ser així, aquest projecte tindria repercussions positives de cara al medi ambient, donat que al reduir els processos de fabricació també ho faran les emissions nocives produïdes en aquests.



7. Planificació del treball de final de grau

En la Figura 7.1 es mostra el diagrama de Gantt corresponent a la planificació d'aquest treball.

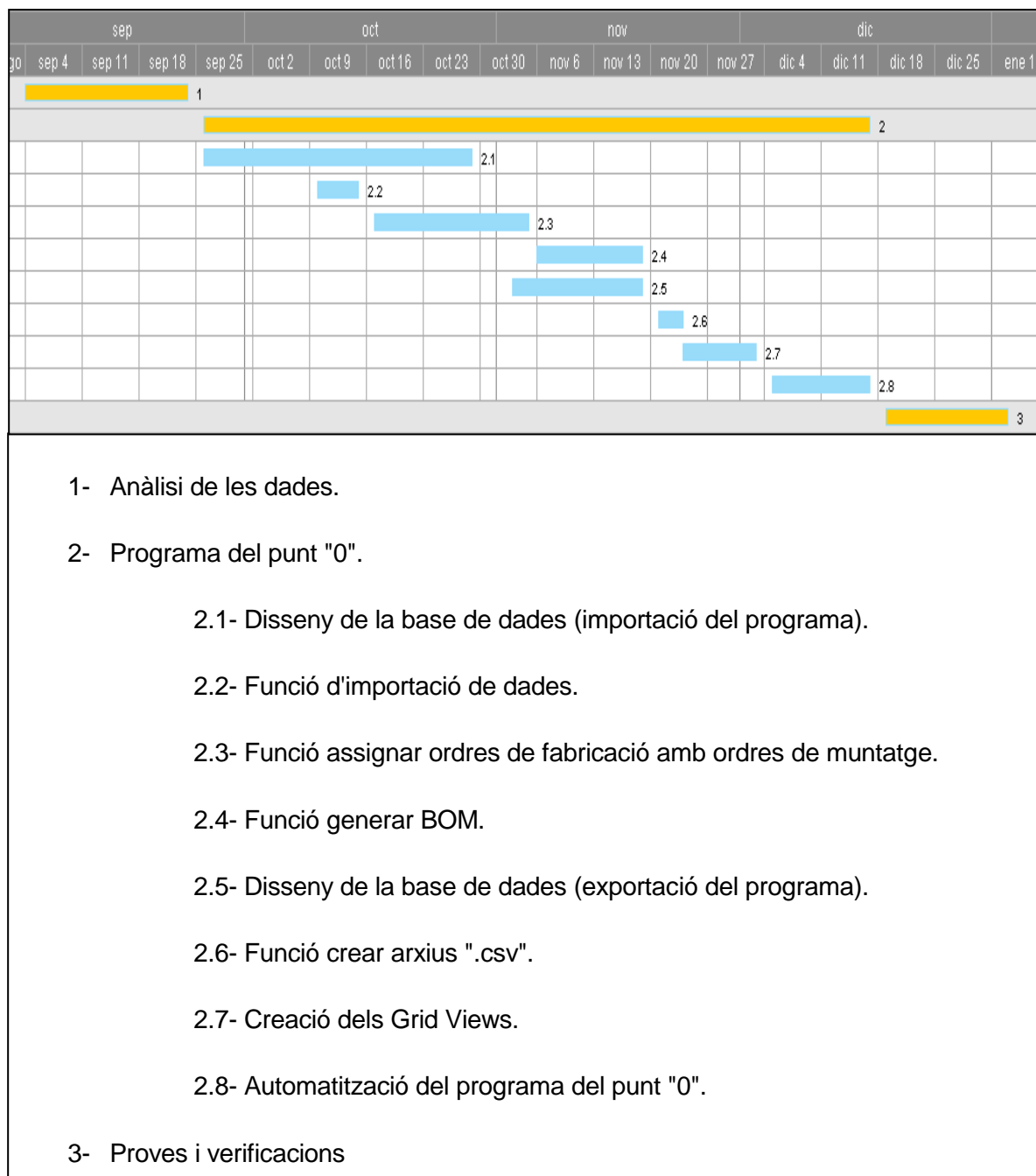


Figura 7.1: Diagrama de Gantt de la planificació del treball de final de grau.



8. Pressupost del projecte

En la Figura 8.1 es mostra la taula referent a les hores dedicades al projecte juntament amb el valor econòmic del treball realitzat pels membres d'aquest TFG. Donat que és treballa a mitja jornada i els preus establerts per Soltek Consulting S.L són per jornada, al ser dos membres que duen a terme el treball, a l'hora de realitzar el còmput final s'ha considerat com si fos un únic treballador a jornada completa.

Les tasques realitzades en aquest treball estan classificades en feines d'analista tècnic o feines de desenvolupador. Les tarifes que té Soltek Consulting S.L per a cada una d'elles són de 480€/jornada i 400€/jornada respectivament. Així doncs, en la taula del pressupost ja Figurarà el grup al que pertany cada tasca quan s'indiqui el preu per jornada que té aquesta.

Finalment, donat que aquest treball ha estat realitzat per dues persones, es separen les seves hores en cada tasca per tal que es pugui veure com s'ha repartit la feina. De totes maneres també es calcula el total aportat pels dos membres per realitzar una estimació del cost total de la feina que s'ha dut a terme en aquest projecte.

Tasca	Preu / Jornada	Guillem Casado (jornades)	Albert Llebaria (jornades)	Total jornades	Total preu
Anàlisi de dades	480	7,5	7,5	15	7.200 €
Disseny de la base de dades (Prèvia al programa)	480	20	5	25	12.000 €
Funció d'importació de dades	400	0	5	5	2.000 €
Funció assignar ordres de fabricació amb ordres de muntatge	400	2	13	15	6.000 €
Funció generar BOM	400	1,5	8,5	10	4.000 €



Disseny de la base de dades (Posterior al programa)	480	10	2	12	5.760 €
Funció crear arxius ".csv"	400	1,5	1,5	3	1.200 €
Creació dels Grid Views	400	3,5	3,5	7	2.800 €
Automatització del programa del punt "0"	400	5	5	10	4.000 €
Proves i verificacions	480	5,5	5,5	11	5.280 €
TOTAL	Variable	56,5	56,5	113	50.240 €

Figura 8.1: Taula del pressupost del projecte.



9. Conclusions

En primer lloc cal remarcar que ja s'ha implementat el sistema informàtic plantejat durant el treball i tot sembla apuntar que funciona correctament i ajudarà a Pujol Gear Solutions S.L a tenir una millor planificació de la producció, ja que aquest ha informat d'una reducció de l'endarreriment en les comandes i en la fabricació. En els pròxims mesos, es preveu una contínua millora d'aquests problemes així com també una disminució de la quantitat de l'estoc en magatzem.

Fent èmfasis en l'assoliment dels objectius principals d'aquest projecte, és important destacar que s'ha pogut dur a terme tots:

- S'han identificat i estudiat els factors que havien conduït la fàbrica de Pujol Gear Solutions S.L a la situació en la que es trobava en l'inici del projecte gràcies a un anàlisi de tots els arxius de l'empresa referents a la producció. Aquest ha permès extreure una sèrie d'errors que impedièen el bon funcionament de la fàbrica.
- S'han solucionat els errors trobats en l'anàlisi, els quals estan explicats en el punt 3.3. Donat que el problema trobat referent als endarreriments en les ordres de fabricació no es podia resoldre fàcilment, en el punt 4 s'han realitzat una sèrie de propostes per solucionar aquest problema del 77% d'ordres de fabricació endarrerides. Com que aquest tenia afectacions sobre altres problemes, com ara l'elevat percentatge de retard en les comandes, la seva solució permet ajudar a resoldre'n d'altres.

Pel que fa a les propostes per solucionar els endarreriments en la producció, han permès aconseguir el següent:

- El programa del punt "0" ha permès crear una relació entre ordres de fabricació i ordres de muntatge. Gràcies a això, totes aquelles ordres de fabricació associades a una ordre de muntatge, han tingut assignada una nova Due Date que correspon amb la data d'entrega de la comanda del client. D'aquesta manera, les mateixes ordres de fabricació endarrerides passen a no estar-ho, havent d'estar fabricades per la futura data d'entrega al client. A més a més, les que no van destinades a suplir una ordre de muntatge tindran Due Date posterior a la última que sí està assignada a una comanda. Amb això s'aconsegueix reduir els endarreriments en fabricació.
- Donat que es dóna prioritat a aquelles ordres de fabricació que proporcionin peces de les quals no es té suficient quantitat en estoc per poder cobrir una comanda, es



començaran a tenir totes les peces disponibles per a realitzar muntatges que havien quedat pendents i, per tant, el magatzem es buidarà de les peces necessàries per realitzar aquests. Així doncs, per molt que la previsió de demanda estigui malament, com es redefineix la Due Date d'aquestes, l'estoc del magatzem ha de començar a disminuir en els propers mesos.

- El sistema APS (adaptat pels altres tècnics de Soltek), permet planificar totes les ordres de fabricació que ara tenen com a Due Date la data d'entrega de la comanda a la que apunten o una data posterior a aquesta sinó n'apunten a cap. Això permet també, cada vegada que entra una comanda, calcular una data d'entrega aproximada, ja que se sabrà en quin punt es podran començar a fabricar les peces necessàries per a realitzar-la. A més a més, es prioritza la fabricació d'aquelles peces que serveixen per a suplir una ordre de muntatge (comanda). Per tant, amb aquest nou sistema, el percentatge de comandes amb retard ha de començar a disminuir.

Per acabar, s'ha considerat oportú parlar de quines són les futures millores que esdevindran de les tasques realitzades en aquest treball. A mesura que es vagin assignant més ordres de muntatge a ordres de fabricació, aquestes aniran desapareixent del sistema. Si bé es cert que poden entrar noves comandes, les quals s'hauran de respondre immediatament, s'hauran de disminuir els temps d'entrega, per poder augmentar la satisfacció del client. Donat que el MPS no funciona correctament i és el mòdul del ERP a partir del qual es generen les ordres de previsió, el pròxim pas serà realitzar un nou MPS que faci una bona previsió de la demanda de manera que millori el temps d'entrega esmentat i el valor d'estoc en magatzem sigui el mínim possible per poder cobrir ràpidament les noves comandes que vagin entrant. Així doncs, un cop s'estableixin aquestes millores, l'empresa podrà ajustar encara més l'estoc del magatzem, disminuint el temps d'entrega de les comandes i, per tant, augmentant la satisfacció del client.



Agraïments

Donat que aquest treball de final de grau s'ha realitzat a l'empresa Soltek Consulting S.L, cal agrair a tots els membres que han participat en aquest projecte l'ajuda que han proporcionat.

Especialment, es vol agrair la contribució del Sr. David Gomis, que ha acceptat que els membres d'aquest treball participessin en un projecte de la seva empresa. S'ha preocupat de que es tingués un bon aprenentatge oferint una excel·lent formació que ha permès la realització d'aquest treball i ha estat sempre disposat a ajudar quan s'ha necessitat.

Finalment, es vol agrair l'ajuda proporcionada pel Sr. Jordi Elvira, que ha tingut una gran contribució en la formació dels membres d'aquest treball i ha estat sempre disposat a ajudar i proporcionar els seus coneixements.

Remarcant que sense l'ajuda d'aquestes persones aquest treball no hagués estat possible, donat que requereix d'uns coneixements específics que necessiten de la experiència de la que aquestes disposen.





Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] LEANSOLUTIONS. ¿Que es Lean Manufacturing?
<http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>
- [2] ANER. ¿Qué es un ERP?
<http://www.aner.com/que-es-un-erp.html>
- [3] INGENIERIAINDUSTRIALONLINE. Material Requirements Planning - MRP
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/planeaci%C3%B3n-de-requerimientos-de-materiales-mrp/>
- [4] MBAOFFICIAL. What is Master Production Schedule (MPS)?
<http://www.mbaofficial.com/mba-courses/operations-management/what-is-master-production-schedule-mps/>
- [5] CIMATIC. APS – Advanced Planning and Scheduling
<http://www.cimatic.com.mx/soluciones/aps-advanced-planning-and-scheduling/#.WHT4r1PhDIU>
- [6] CGE. Sistemas Just In Time (JIT)
<http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4115sistemajust.aspx#concepto>
- [7] PREACTOR. Preactor: Advanced Planning and Scheduling Software
<http://www.preactor.com/Home.aspx#.WHTfzVPhDIU>
- [8] EKON. Software ERP Ekon
<http://www.ekon.es/erp/ekon-erp>



- [9] BLOGS.MSDN.MICROSOFT. Shipment date vs. Posting date vs. Due date
<https://blogs.msdn.microsoft.com/nav/2013/09/26/shipment-date-vs-posting-date-vs-due-date/>
- [10] ADMINOPERACIONES.BLOGSPOT. Operations management
<http://adminoperaciones.blogspot.com.es/2014/04/programacion-hada-adelante-y-hacia-atras.html>
- [11] OREKAIT. Lista de materiales en Planificación de la Producción
<http://orekait.com/blog/sap-pp-lista-de-materiales-en-planificacion-de-la-produccion/>
- [12] DEFINICION. Definición de SQL
<http://definicion.de/sql/>
- [13] MICROSOFT. SQL Server 2016
<https://www.microsoft.com/es-es/server-cloud/products/sql-server/features.aspx>
- [14] CS.TORONTO. Basic SQL Data Objects
http://www.cs.toronto.edu/~nn/csc309-20085/guide/pointbase/docs/html/htmlfiles/dev_dataobjectsFIN.html
- [15] MSDN.MICROSOFT. Información general sobre el componente Binding Source
[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/xxxf124e\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/xxxf124e(v=vs.110).aspx)
- [16] MSDN.MICROSOFT. Clase DataSet
[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.dataset\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.dataset(v=vs.110).aspx)
- [17] MSSQLTIPS. SQL Server Stored Procedure Tutorial
<https://www.mssqltips.com/sqlservertutorial/160/sql-server-stored-procedure-tutorial/>
- [18] MSDN.MICROSOFT. Visual Studio.
<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa718325.aspx>
- [19] DOCUMENTATION.DEVEXPRESS. GridView Class



<https://documentation.devexpress.com/#WindowsForms/clsDevExpressXtraGridViewsGridGridViewtopic>

[20] DEVEXPRESS. About us

<https://www.devexpress.com/Home/Mission.xml>

[21] EXCELTOTAL. ¿Qué es Excel?

<https://exceltotal.com/que-es-excel/>

[22] TECHNET.MICROSOFT. Conceptos sobre el motor de base de datos

[https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms187079\(v=sql.105\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms187079(v=sql.105).aspx)

[23] ORACLE. Oracle Database 12c

<https://www.oracle.com/es/database/>

[24] FERGARCIAC. Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

<https://fergarcia.wordpress.com/2013/01/25/entorno-de-desarrollo-integrado-ide/>

[25] VISUALSTUDIOMAGAZINE. 9 Top .NET UI Component Collections

<https://visualstudiomagazine.com/articles/2015/09/01/9-top-net-ui-component-collections.aspx>

[26] ASPROVA. Asprova: High Speed Scheduling

<http://www.asprova.com/>



Bibliografia complementària

ELIYAHU M. GOLDRATT i JEFF COX. *The Goal*. 1984. Tercera Edició Revisada (Espanyol). *La Meta*. 2005.

Es fa referència al llibre anterior donat que va ser el primer material que es va tenir per començar a entendre el funcionament a nivell productiu de les empreses reals.

