

## Eines de Progrés

# Model de gestió de la producció TOC

## BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP

**Model de gestió de la producció TOP. - (Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés)**

**A la part superior de la portada: Catalunya innovació**

**I. Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (Catalunya) II.**

**Teocé Consultors (Firma) III. Títol: Catalunya innovació IV. Col·lecció:**

**Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés**

**1. Teoria de les limitacions (Gestió) - Manuals, guies, etc.**

**658.011.4**

El text pot ser reproduït totalment o parcialment després d'haver obtingut prèviament l'autorització del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM).  
Es reserven tots els drets del disseny gràfic i artístic.

© Generalitat de Catalunya

Departament de Treball, Indústria, Comerç i Turisme

Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM)

Passeig de Gràcia, 129. 08008 Barcelona

Tel. 93 476 72 00

E-mail: [info@cidem.gencat.net](mailto:info@cidem.gencat.net)

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

Autor del text literari: © **teocé**consultors      [www.teoce.com](http://www.teoce.com)

Disseny i realització: CIDEM

1a edició: setembre de 2003

Edició: 3.000

Dipòsit Legal B-xx.xxx-xx

**Eines de Progrés**

Model de  
gestió de la  
producció  
TOC

# Model de gestió de la producció TOC

El material que tens a les mans és una guia per a conèixer aquest model i saber com portar-lo a la pràctica. S'aborda seguint les etapes que ha de contemplar tot procés de millora i canvi:

- **Perquè canviar?** Els símptomes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.
- **Què canviar?** Les causes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.
- **A què canviar?** El Model de Gestió de la Producció de T.O.C.
- **Com canviar?** Portar a la pràctica el Model de Gestió de la Producció de T.O.C.

## Í n d e x

<b>Perquè canviar? Els símptomes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.....</b>	<b>6</b>
<b>Què canviar? Les causes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.....</b>	<b>7</b>
El conflicte de fons.	
<b>A què canviar? El Sistema de Gestió de la Producció de T.O.C.....</b>	<b>9</b>
L'analogia de la Cadena: el món del cost i el món del valor.	
L'analogia de la Cadena: el procés de millora.	
Aplicació del pas 1: IDENTIFICAR la/les Limitació/ons del sistema.	
El fenomen del coll d'ampolla viatger.	
Identificar versus Definir la Limitació.	
Aplicació del pas 2: Decidir com EXPLOTAR la/les Limitació/ons del sistema.	
Aplicació del pas 3: SUBORDINAR totes les altres coses a la decisió presa.	
El Sistema D.B.R.	
<b>Com canviar? Portar a la pràctica el Model de Gestió de la Producció de T.O.C.....</b>	<b>18</b>
Objectius abordables amb una implantació de T.O.C. a Producció.	
Etapas en la implantació.	
Quins indicadors per a mesurar els resultats?.	
<b>Exemple del Sistema D.B.R. d'aplicació de T.O.C. a Producció.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliografia per aprofundir en T.O.C. i D.B.R.....</b>	<b>26</b>

# MODEL DE GESTIÓ DE LA PRODUCCIÓ T.O.C

## Què és?

El **Model de Gestió de la Producció de T.O.C.** és l'aplicació pràctica de la **Teoria de les Limitacions (T.O.C. Theory of Constraints)** a la **planificació i control del flux productiu** de les plantes industrials.

La idea principal en la qual es basa es la de que **tota organització té una o molt poques limitacions** en la seva capacitat d'assolir la seva meta. El resultat de la **gestió dependrà de la forma en que gestionem aquestes limitacions.**

**T.O.C.** fou desenvolupat pel **Dr. Eli Goldratt**. Donat a conèixer inicialment a la seva obra "**La Meta**" i implantat a centenars d'empreses, està donant uns resultats importants en quant a eficàcia i eficiència en la gestió del flux productiu.

## Per a què serveix?

L'aplicació del Model de Gestió de la Producció de T.O.C. serveix per:

- **Planificar** el sistema productiu.
- **Controlar** que s'està executant el que s'ha planificat.
- Obtenir la **màxima capacitat** del sistema productiu.
- Obtenir el **mínim termini de lliurament** de les comandes.
- **Reduir els inventaris** de producte en curs.

## Resultats obtinguts amb TOC

Segons un estudi entre 82 empreses que havien aplicat T.O.C. entre l'any 1.991 i 1.998, les millores que es van obtenir són:

- **Reduccions del Temps de Lliurament.** (*Reducció mitjana: 70%. Tres quartes parts de les empreses milloren més del 50%*).
- **Reduccions del Temps de Cicle.** (*Reducció mitjana: 65%*).
- **Millores en l'acompliment de les Dades de Lliurament.** (*Millora mitjana: 44%*).
- **Reduccions de l'Inventari de Producte en Curs.** (*Reducció mitjana: 49%*).

Font: (Mabin, V.J.; Balderstone, S.J.: **The World of the Theory of Constraints. A Review of the International Literature.** St. Lucie Press. Washington, D.C. 1.999).

## 1. Perquè canviar?

### Els símptomes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.

#### Símptomes a producció

Observi el següent llistat de símptomes amb els quals s'enfronta la gestió de la producció.

Símptomes a Producció
Desconeixement de la capacitat real que es pot aconseguir.
Dificultats en la planificació.
Dificultats en aconseguir l'execució de la planificació.
Dificultats en el control.
Aparició d'excessives urgències.
Freqüents canvis de planificació.
Coneixement de la capacitat basat en "l'experiència" i en "les dades històriques" i no en la planificació.
Dificultat per donar terminis fiables al mercat.
Alt volum d'inventari de producte en curs.
Freqüents ruptures d'inventari.
L'inventari de producte acabat té referències que no ens demana el mercat i, per contra, no en té, en el moment necessari, d'altres que es vendrien.
El temps de fabricació <i>-Lead Time-</i> és elevat, i la major part es tracta de temps d'espera.
La capacitat de resposta als canvis i a les urgències és lenta.
Massa necessitat d'expedir les comandes en planta.
Costos difícils de controlar.
Conflictes amb el Departament Comercial, per l'excessiva diferència entre els terminis que ells desitgen i prometen i aquells que s'aconsegueixen.

Aquests símptomes són una constatació de que el flux productiu no està suficientment protegit, de que ens falten sistemes que aconseguixin alhora:

- La **màxima capacitat possible**, la qual cosa es condició necessària per garantir una màxima Rendibilitat de la Inversió (R.O.I. *Return of Investment*) i un màxim Benefici Net.
- El **mínim termini de lliurament possible**, la qual cosa és condició necessària per existir i millorar en els entorns d'incertesa creixent i de competitivitat actuals

Necessitem realitzar algun canvi en la forma en que es gestiona el flux productiu ja que **la generació de valor d'una empresa radica en la seva capacitat de generar flux i d'introduir-lo en el mercat.**

## 2. Què canviar?

### Les causes de la problemàtica actual a la Gestió de la Producció.

#### El conflicte de fons

T.O.C. assenyala que existeix un conflicte a l'hora de gestionar els recursos productius d'una planta: s'intenten protegir, al mateix temps, el cost i el termini de lliurament. I les accions que protegeixen el cost són contràries a les que protegeixen el termini de lliurament, i viceversa.

Comprovem com funciona aquest conflicte a la realitat.

S'intenta gestionar la planta en funció del control de costos i per això es busquen bones productivitats a tots els recursos:

- S'agrupa la producció en funció de lots de volum òptim.
- Es redueixen al màxim els temps de canvi.
- No es fan hores extres.
- Es demana la màxima productivitat a tots els recursos.
- Etc.

I es mantenen aquestes polítiques fins que es dona, entre d'altres, alguna d'aquestes dues situacions:

- **La síndrome de final de mes.**

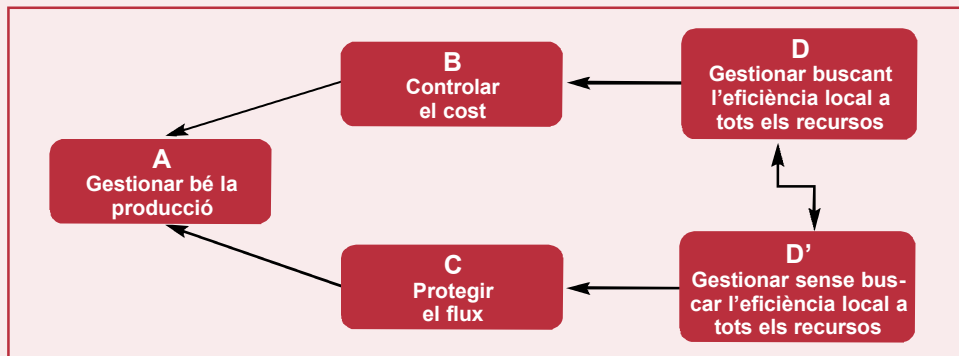
Arriba final de mes i no s'han acomplert els objectius de facturació. Ara la política canvia, necessitem prioritzar el flux i per tal d'avançar fins al lliurament el màxim de comandes que permetin millorar la facturació del mes es necessiten "sacrificar" algunes productivitats locals i es permeten hores extres, canvis addicionals de màquina, es trenca el volum del lot, etc.

- **Lliurar una comanda endarrerida.**

Per tal de mantenir les polítiques de control de costos, una comanda d'un client de màxima importància per l'empresa ha sofert endarreriments a l'espera de ser processada. Però el client reclama el lliurament i... el criteri canvia: ara, per tal de "fer-lo córrer" es necessiten algunes actuacions diferents i es permeten hores extres, s'avança a d'altres comandes encara que es sacrifiquin temps de canvis, etc.

## Núvol de conflicte

El conflicte de fons a producció s'expressa per el "núvol del conflicte".



La seva lectura és:

- Per **(A)** gestionar bé la producció tinc dos condicions necessàries:
- **(B)** Controlar el cost
- **(C)** I protegir el flux.

Ambdues s'han de donar simultàniament. El conflicte està en el fet que cada una d'elles té una condició necessària que és oposada a l'altra:

- Per controlar el cost necessito **(D)** gestionar buscant l'eficiència local a tots els recursos.
- Mentre que per protegir el flux necessito **(D')** gestionar sense buscar l'eficiència local a tots els recursos.

El conflicte ens porta a solucions de compromís en funció de situacions conjunturals: en funció de les circumstàncies es prioritza el control de costos o la protecció del lliurament.

### Efectes de la política de màximes eficiències locals

Els recursos que alimenten un recurs amb menys capacitat que la seva, estaran treballant per a un inventari que tendeix a créixer sense fi.

Els recursos alimentats per un recurs amb menys capacitat que la seva, mai podran aconseguir la seva màxima eficiència.

El temps de resposta i el termini de lliurament seran més elevats del que voldríem, ja que els productes es passen temps als inventaris esperant la disponibilitat del recurs.

La gestió es troba amb la necessitat de declarar urgències i expedir comandes que s'estan quedant endarrerides.

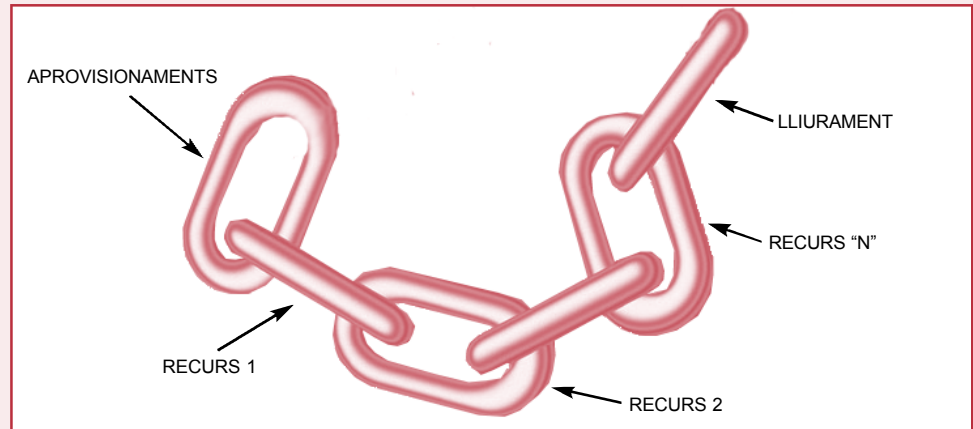


### 3. A què canviar?

#### El Sistema de Gestió de la Producció de T.O.C.

#### L'analogia de la Cadena: el món del cost i el món del valor

Les nostres empreses s'assemblen a una cadena: la primera anella s'encarrega de l'aprovisionament de matèries primeres, la següent inicia la producció i així va passant el treball d'anella en anella, passant per tots els recursos, fins que en trobem una que finalitza la producció. Hi podríem afegir d'altres que facturem, que cobrem, que venen, etc..



I podem pensar en diferents formes de mesurar la nostra cadena que ens il·lustrin el que passa en la gestió del cost i en la del flux.

## El món del cost

Pensem primer en el pes de la cadena com una mida que ens servirà per il·lustrar el que succeeix amb el cost i que representa un estil determinat d'administrar els recursos.

### Pes de la cadena = cost de l'empresa

El pes i el cost són assimilables ja que ambdós relacionen els aspectes locals -cada anella a la cadena i cada recurs a la gestió- amb el global -la cadena completa i la gestió de l'empresa- aplicant la suma de locals per obtenir el global.

Si vull conèixer el pes de la cadena puc sumar el pes de cada una de les anelles. I si vull conèixer el cost de l'empresa el puc obtenir sumant el cost de cada un dels seus recursos.

**Gestió de la millora:** si vull fer més lleugera la cadena puc reduir pes a qualsevol de les seves anelles i aconseguiré que la cadena en el seu conjunt sigui més lleugera, pesi menys. Amb els costos passa el mateix: si vull reduir els costos de l'empresa puc reduir el cost de qualsevol dels seus recursos i hauré aconseguit que l'empresa tingui menys costos.

### Criteris d'Administració "del món del cost"

Les actuacions i les decisions són valorades d'acord amb el seu impacte local, a cada una de les anelles.

Una millora a qualsevol anella -recurs- és una millora al conjunt de la cadena -empresa-.

La millora global -de l'empresa sencera- és una suma de millores locals -de qualsevol dels seus recursos-.

La forma de millorar l'efectivitat de l'empresa és induint millores locals a tots els seus recursos.

## El món del valor

Ara tornem a mirar la cadena per observar-la des de l'altre punt de vista, la del flux.

Què passa amb el termini de lliurament si una, solament una de les anelles, s'endarrereix o s'atura? Que la comanda sencera en pateix l'efecte.

Quina és la propietat que tipifica a la cadena en el seu conjunt? És la seva resistència. Ens basta que una sola de les anelles es trenqui, encara que sigui solament una, per que la resistència de la cadena es redueixi a zero.

Pensem ara en **la resistència** de la cadena com una mida de la mateixa que ens servirà per il·lustrar el que succeeix amb **el flux** i que representa un estil diferent d'administrar els recursos.

## Resistència de la cadena = flux de l'empresa

La resistència i el flux son assimilables ja que cap de les dues pot relacionar els aspectes locals amb el global aplicant la suma de locals.

Si vull conèixer la resistència de la cadena no em basta sumar la resistència de cada una de les anelles de forma aïllada. De la mateixa manera, si vull conèixer el flux de l'empresa no em basta sumar el de cada un dels recursos.

**Gestió de la millora:** si vull fer més resistent la cadena no puc millorar la resistència de qualsevol de les seves anelles. Sols hi ha una anella que determina la resistència de tota la cadena: **l'anella més feble**. Amb el flux passa el mateix: si vull millorar el flux de l'empresa no basta millorar-lo en qualsevol dels seus recursos. Necessito millorar un sol recurs, **el recurs limitador**.

## Críteris d'Administració "del món del valor"

D.B.R. (Drum-Buffer-Rope) és el nom del Sistema de Gestió de la Producció de T.O.C. i ve definit pels components i programes que s'assenyalen al Quadre 9. Les actuacions i decisions són valorades d'acord al seu impacte global, al conjunt de la cadena

Una millora a qualsevol anella -recurs- no és una millora al conjunt de la cadena -empresa-. Si fem més resistent una anella que no és la més feble, l'anella en el seu conjunt, quanta resistència ha guanyat?: Gens, no ha millorat gens la seva resistència.

La millora global -de l'empresa sencera- és un reflex de la millora d'un dels seus recursos, la del recurs limitador.

La forma de millorar l'efectivitat de l'empresa és induint millores locals en un sol punt. No ens serveix millorar per tot.

A aquesta filosofia li diem "**el món del valor**" ja que **la generació de valor d'una empresa radica en la seva capacitat de generar flux i d'introduir-lo en el mercat.**

T.O.C. reflexa aquesta realitat amb el següent principi:

***A tota cadena de valor sotmesa a la incertesa, la taxa màxima de generació de valor ve determinada per una sola anella: l'anella limitadora.***

## L'analogia de la Cadena: el procés de millora

L'analogia ens ha servit per comprovar que la gestió del flux dels entorns productius no pot centrar-se en realitzar millores per tot i esperar que es sumin.

La millora ha d'estar relacionada amb una realitat: el flux està determinat per una sola anella.

Això ens porta a definir un **procés de millora** que focalitza la gestió en les següents passes:

### El Procés de Millora de T.O.C.

#### 1. IDENTIFICAR la/les Limitació/ons del sistema.

Si no sabem quina és la Limitació del sistema: com podem conèixer la seva capacitat?  
Com podem planificar i controlar?

#### 2. Decidir com **EXPLOTAR** la/les Limitació/ons del sistema.

Si el recurs que ens limita es veu afectat per fluctuacions negatives, no és l'eficiència del recurs la que es veu afectada sinó la de tot el sistema. La ineficiència del recurs limitador es transmetrà inevitablement a través de la resta de recursos i arribarà al final del flux.

***Un minut perdut a la Limitació és un minut perdut a tot el sistema.***

Es necessita que es defineixin les polítiques d'explotació de la Limitació de forma que obtingui el màxim que pot donar.

#### 3. **SUBORDINAR** totes les altres coses a la decisió presa.

Necessitem evitar que les fluctuacions negatives i les polítiques d'utilització de la resta de recursos afectin de forma negativa als criteris d'explotació que haurem definit al punt anterior.

Necessitem que el marge de capacitat de la resta de recursos sigui suficient i que els seus criteris d'utilització no perjudiquin en cap moment l'explotació màxima de la Limitació.

#### 4. **ELEVAR** la/les Limitació/ons del sistema.

Si un cop realitzats els passos anteriors encara no disposem de la capacitat desitjada és l'hora d'incrementar-la.

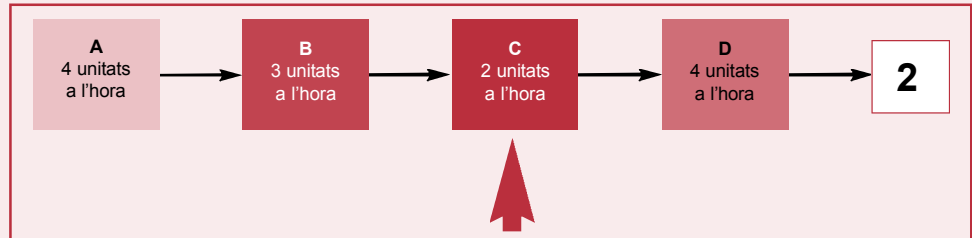
#### 5. Si en alguna de les etapes anteriors s'ha romput la Limitació, cal **TORNAR** al primer punt per evitar que la **INÈRCIA** sigui la causa d'una Limitació del sistema.

Gràcies a aquest punt la gestió es converteix en un Procés de Millora Continuada, ja que es torna a iniciar el mètode de forma cíclica.

Ens avisa que, si s'ha romput una Limitació, hem de prestar atenció a que les polítiques d'explotació i subordinació definides, no siguin la Limitació del sistema com efecte de mantenir-les en la gestió de la nova Limitació.

## Aplicació del pas 1: IDENTIFICAR la/les limitació/ons del sistema

### Identificar la limitació



La Limitació ve definida per la saturació dels recursos, i aquesta és la relació entre la seva capacitat i la càrrega de treball que se'ls demana:

- Si la capacitat és superior a la càrrega, el recurs té marge de capacitat.
- Si la capacitat és inferior a la càrrega, el recurs no té suficient capacitat.

Sempre hi haurà un recurs amb més saturació que la resta, que serà la Limitació, tant si té capacitat suficient com si no.

- Si el recurs no té suficient capacitat estem al davant d'una Limitació que anomenem **coll d'ampolla** i que ens impedeix acomplir amb la demanda.
- Si el recurs té suficient capacitat estem al davant d'una Limitació que no ens impedeix acomplir tota la demanda, però que, a la que s'incrementi la demanda actuarà com a coll d'ampolla.

### El fenomen del coll d'ampolla viatger

Sovint, quan ens demanem quina és la Limitació d'un sistema concret la resposta és "depèn, alguns dies és tal recurs, d'altres les comandes estan embussades en aquell altre, etc."

Aquesta situació, en la major part dels casos, no vol dir que hi hagi diferents limitacions o que aquesta es vagi movent pel sistema. La Limitació es allò que determina la capacitat màxima del sistema. La qual cosa és diferent a definir-la com el punt on s'embussen les comandes en un moment concret.

A qualsevol escenari, agafant un horitzó concret de planificació, la càrrega dels recursos és diferent. I sempre n'hi haurà un que sigui "el més carregat". Aquest recurs és la Limitació de la capacitat del sistema per a aquest horitzó de planificació.

Això no implica que, en moments concrets de l'execució d'aquesta planificació, hi hagi d'altres recursos al davant del qual s'acumuli el treball. Però aquesta situació afectarà sols al termini de lliurament, no a la capacitat.

## Identificar versus definir la limitació

Identificar la Limitació implica localitzar-la, buscar en el sistema tal i com el tenim en aquests moments.

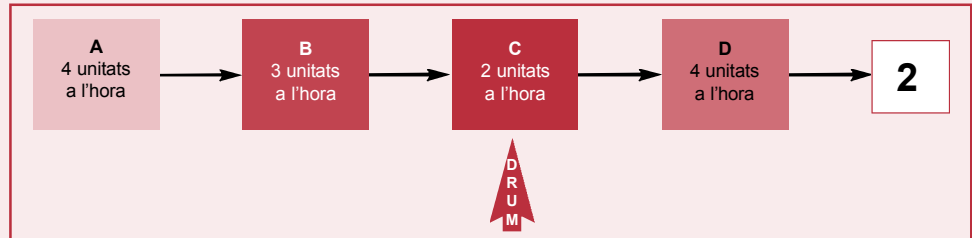
Però ens pot passar que un cop localitzada ens sembli que és una "mala Limitació", que no ens sembli raonable que això sigui el que ens limiti.

A continuació, presentem un quadre de criteris per diferenciar una Limitació indesitjable d'una desitjable.

Criteris per a la selecció de la Limitació	
Indesitjable	Desitjable
Disposa de molt marge de capacitat	És coll d'ampolla o CCR -Recurs amb Capacitat Crítica
Està implicada en la fabricació de pocs productes	Està implicada en la fabricació de la major part dels productes
Requereix molt poca inversió per poder elevar la seva capacitat	Requereix una inversió important
Elevar la seva capacitat es tècnicament senzill	Elevar la seva capacitat pot presentar dificultats tècniques
Es pot fer servir personal polivalent, que no necessita habilitats especials, la seva capacitat o formació no és important i es troba fàcilment al mercat laboral	El personal implicat requereix d'un alt grau d'especialització, es necessita un temps de capacitat o formació llarg o hi ha dificultats per trobar-lo al mercat laboral
La seva aportació a la cadena de valor és poca, no aporta cap diferencial respecte de la competència o la qualitat dels seus resultats no és important	Té una alta implicació a la cadena de valor de l'empresa, aporta un diferencial important respecte de la competència o se li demanda molta qualitat en els seus resultats
Presenta dificultats de programació	Es fàcil de programar
La tecnologia que utilitza és poc fiable i amb molta incertesa	La tecnologia que utilitza és fiable i amb poca incertesa
És molt sensible als canvis en el "mix" de producte	És poc sensible als canvis en el "mix" de producte
És un procés que ens pot interessar subcontractar i es pot fer fàcilment	És un procés que no ens interessa subcontractar o que hi ha dificultats per fer-ho
© teocéconsultors. (2.003)	

## Aplicació del pas 2: Decidir com EXPLOTAR la/les limitació/ons del sistema

### Explotar la limitació



El flux que puguem obtenir del sistema serà el mateix que el ritme de treball que pugui aconseguir la Limitació. És impossible aconseguir-ne més. Això és el mateix que dir que tot el sistema haurà d'anar al ritme de la Limitació.

El **Drum -Tambor-** serà la programació que realitzarem per al recurs limitador i ha de tenir l'objectiu d'aconseguir la seva màxima productivitat. Li diem Drum perquè és el tambor que marca el ritme de tots els recursos, ja que tots produiran al mateix ritme que pugui produir la Limitació.

Programar la Limitació consistirà en definir **què, quant i quan** ha de processar: quins productes, en quina quantitat i en quin moment.

Les dades per poder fer aquesta programació s'obtidran del final del flux: **hem de programar allò que volem que es lliuri als clients.**

La programació consistirà en:

- **Programa de Lliuraments:** què s'ha de lliurar a quin client, en quina quantitat i en quin moment.
- **Programa del Drum:** què ha de processar la Limitació, en quina quantitat i en quin moment.

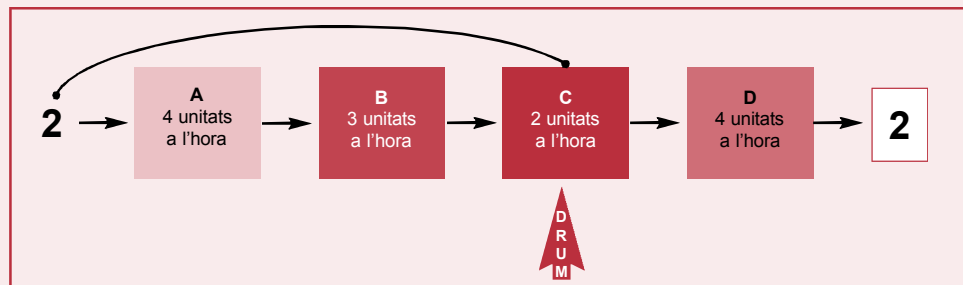
També podem millorar l'explotació de la Limitació a partir de la millora de processos focalitzada en aquest punt. El quadre següent identifica algunes de les qüestions que s'ha de plantejar una empresa per millorar l'explotació de la seva Limitació.

## Millora de processos a la Limitació

Funciona a la màxima velocitat possible?
Hi ha temps morts a la Limitació?
Està sempre alimentada de treball?
Hi ha avaries a la Limitació?
Es processen peces defectuoses a la Limitació?
Es deterioren les peces que han sortit de la Limitació en algun procés posterior?
Hi moltes minves a la Limitació o després d'ella?
El "mix" de producte és el millor per treure el màxim benefici de la Limitació?

## Aplicació del pas 3: SUBORDINAR totes les altres coses a la decisió presa

### La Corda i el Buffer



Necessitem que la resta del sistema funcioni alineat amb l'explotació de la Limitació: protegir-la del que passa a la resta de recursos.

El primer tema a resoldre és que necessitem que a la planta sols es processi allò que es necessita per poder executar el Programa de la Limitació, ni més ni menys.

La forma d'aconseguir que això passi és lligant el que es llança a l'inici del flux amb el que ha de ser processat a la Limitació.



## El Sistema D.B.R.

La **Corda -Rope-** serà el mecanisme que utilitzarem per això: "lligarem" el llançament de materials al flux de la planta amb el Programa del Drum. La Corda ens respon a la qüestió de "**què llançar**": tot allò que el Drum necessita, però res més.

La Corda ens diu què llançar, però ens queda decidir quan fer-ho, amb quin temps d'antelació al moment en que es requereix que hagi arribat al Drum:

- Si ho fem massa tard, el Drum pot veure's afectat per les fluctuacions i incerteses dels processos anteriors i convertir-se en incompliments.
- Si ho fem massa aviat, estem incrementant l'inventari de producte en curs i estem allargant el temps i la capacitat de resposta del sistema.

Aquest és el concepte de **Buffer -Coixí-** que ens respon a la pregunta de "**quan fer el llançament**": amb un temps d'antelació raonablement suficient per tal que les fluctuacions no afectin al Programa del Drum. Gràficament el Buffer és la folgança que li estem donant a la Corda. Ha d'incloure el temps de procés més un temps de seguretat suficient per garantir que el Drum mai estigui aturat a l'espera de material per causa dels processos anteriors.

El resultat de la Corda i del Buffer és el tercer i últim programa del sistema: el **Programa de Llançaments** que defineix que s'ha de posar en planta, en quina quantitat i en quin moment.

**D.B.R. (Drum-Buffer-Rope)** és el nom del Sistema de Gestió de la Producció de T.O.C. i ve definit pels components i programes que s'assenyalen al Quadre següent.

Components
<b>Drum -Tambor-:</b> és el recurs que marca el ritme del sistema, ja que tot ell produirà al mateix ritme que pugui produir la Limitació.
<b>Corda -Rope-:</b> respon a la qüestió de " <b>què llançar</b> ": tot allò que el Drum necessita, però res més.
<b>Buffer -Coixí-:</b> respon a la pregunta de " <b>quan fer el llançament</b> ": el temps de procés més un temps de protecció.
Programació
<b>Programa de Lliuraments:</b> defineix què s'ha de lliurar a quin client, en quina quantitat i en quin moment.
<b>Programa del Drum:</b> defineix què ha de processar la Limitació, en quina quantitat i en quin moment.
<b>Programa de Llançaments:</b> defineix que s'ha de posar en planta, en quina quantitat i en quin moment.

## 4. Com canviar?

### Portar a la pràctica el Model de Gestió de la Producció de T.O.C.

#### Objectius abordables amb una implantació de T.O.C. a Producció

A l'hora de realitzar una implantació és important començar per tenir clars els objectius que es busquen i que podem assolir.

Les dues àrees a les quals s'obtenen les millores bàsiques són aquelles que formen part del flux: capacitat i termini de lliurament. Però hi ha també altres aspectes que se'n veuen beneficiats.

#### Objectius de Millora abordables amb la implantació de l'Aplicació de T.O.C. a Producció (D.B.R.)

Àrees de Millora	Conèixer	Explotar	Millorar
<b>Gestió de la Capacitat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conèixer la capacitat màxima del sistema productiu</li> <li>• Conèixer el "throughput" i benefici màxims del sistema productiu</li> <li>• Orientar les decisions d'acceptació de comandes i els objectius de producció</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produir el 100% de la capacitat disponible</li> <li>• Aconseguir un menor cost unitari</li> <li>• Millorar la capacitat de resposta davant d'urgències amb menor generació de soroll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflorar capacitat oculta en el sistema productiu.</li> </ul>
<b>Gestió del Termini de Lliurament</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conèixer el termini de lliurament que pot aconseguir el sistema productiu</li> <li>• Donar dates de lliurament al mercat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acomplir les dates de lliurament</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposar de més protecció per aconseguir les dates de lliurament</li> <li>• Reduir els terminis de lliurament ofertats al mercat</li> </ul>
<b>Gestió d'Inventaris</b>	Dimensionament òptim de l'inventari de producte en curs, amb la qual cosa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Millora la capacitat de resposta del sistema</li> <li>• Es redueixen els costos -financers, de manteniment i de gestió- de l'excedent d'inventari</li> </ul>		
<b>Millora de Processos</b>	Focalització dels esforços de millora de processos cap a aquells que més beneficien al conjunt del sistema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Millora de processos a la Limitació: millor explotació de la Limitació, aflorant capacitat oculta al sistema i millorant la qualitat per evitar reprocessos</li> <li>• Millora dels processos que afecten a l'acompliment del Programa del Drum</li> <li>• Millora dels processos que afecten a l'acompliment del Programa de Lliuraments</li> <li>• Millora dels processos que permeten una reducció del termini de lliurament</li> </ul>		
<b>Comunicació interna i treball en equip</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducció de conflictes i millora del treball en equip entre comercial i producció</li> <li>• Alineació dels òptims locals de producció amb l'òptim global del sistema</li> </ul>		

© teocéconsultors. (2.003)

## Etapes en la implantació

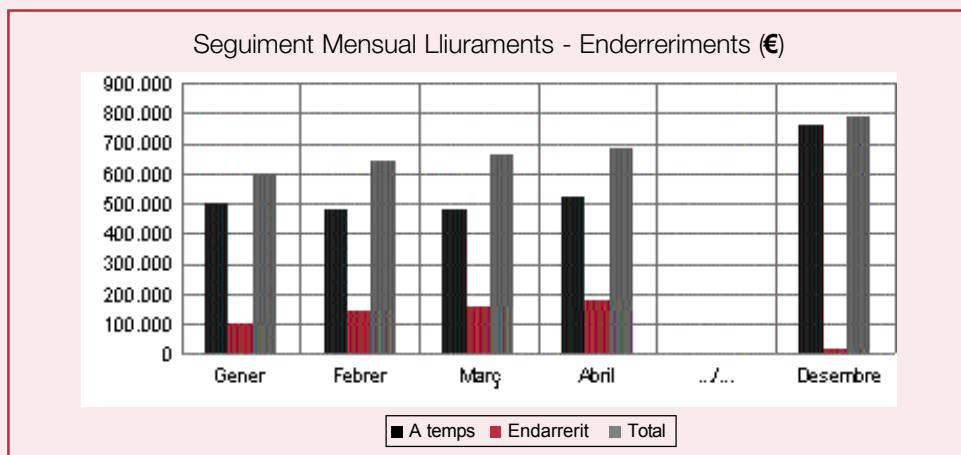
No existeix una seqüència única per realitzar una implantació, cada realitat de cada empresa ha de tenir presents les seves particularitats a l'hora de realitzar-la. Però sí que podem identificar alguns criteris i etapes concrets que s'han de realitzar en gran part dels escenaris.

Etapes d'un Pla d'Implantació de T.O.C. a Producció
1. Formació en T.O.C. i D.B.R.
2. Definició del compromís de la Direcció i identificació de les persones responsables amb assignació de funcions.
3. Implantació d'un sistema per a mesurar els resultats.
4. Modelització. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Identificació dels sistemes de gestió independents.</li> <li>4.2. Identificació - Definició de la/les Limitació/ons de cada sistema de gestió independent.</li> <li>4.3. Definició de les Cordes.</li> <li>4.4. Definició dels Buffers.</li> <li>4.5. Revisar / Definir el Pla de Servei a Clients.</li> <li>4.6. Definició de l'operativa a seguir.</li> </ul>
5. Implantació. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Creació del Programa de Lliuraments.</li> <li>5.2. Creació del Programa del Drum.</li> <li>5.3. Creació del Programa de Llançaments.</li> <li>5.4. Inici del funcionament del Sistema.</li> <li>5.5. Definició dels mecanismes de Control de Buffers.</li> <li>5.6. Seguiment i ajustaments.</li> </ul>

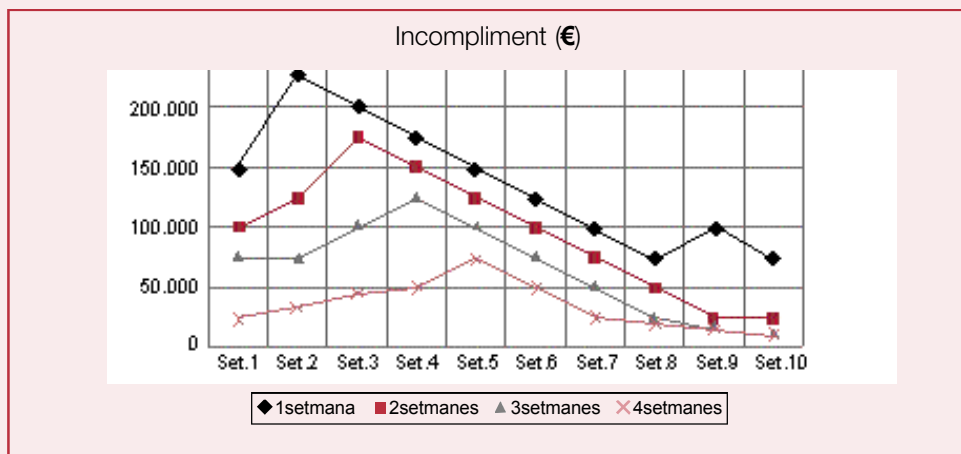
## Quins indicadors per a mesurar els resultats?

Els indicadors han de fer referència a la capacitat, al termini de lliurament i a l'estoc. Poden ser, entre d'altres:

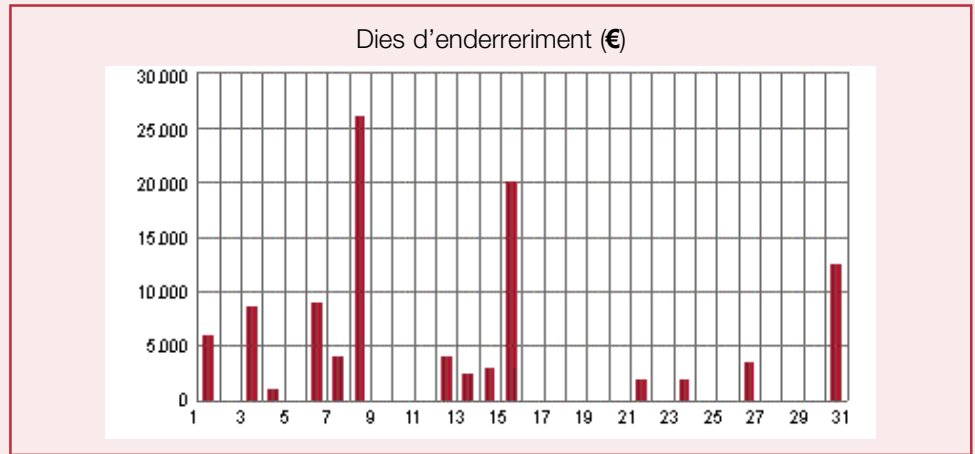
## Seguiment dels Lliuraments i Endarreriment



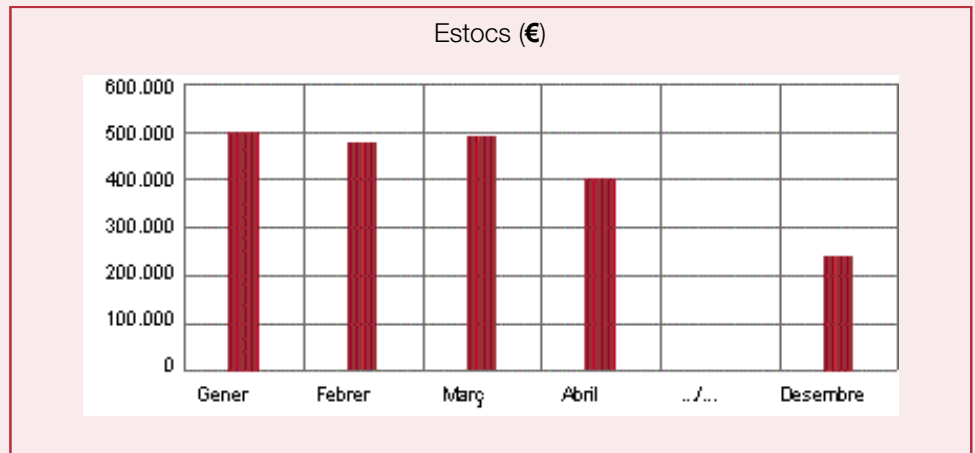
## Seguiment de d'incompliment



## Dies d'enderriment dels lliuraments



## Estoc de producte en curs



## 5. Exemple del Sistema D.B.R. d'aplicació de T.O.C. a Producció

### Exemple de modelització d'una planta

L'esquema de la Figura representa, a més d'un exemple que posa en conjunt tots els conceptes que hem anat introduint, el que anomenem com a "Modelització": els ajustaments a la solució de forma que es pugui implantar a cada realitat concreta, adaptant-se a les seves particularitats.

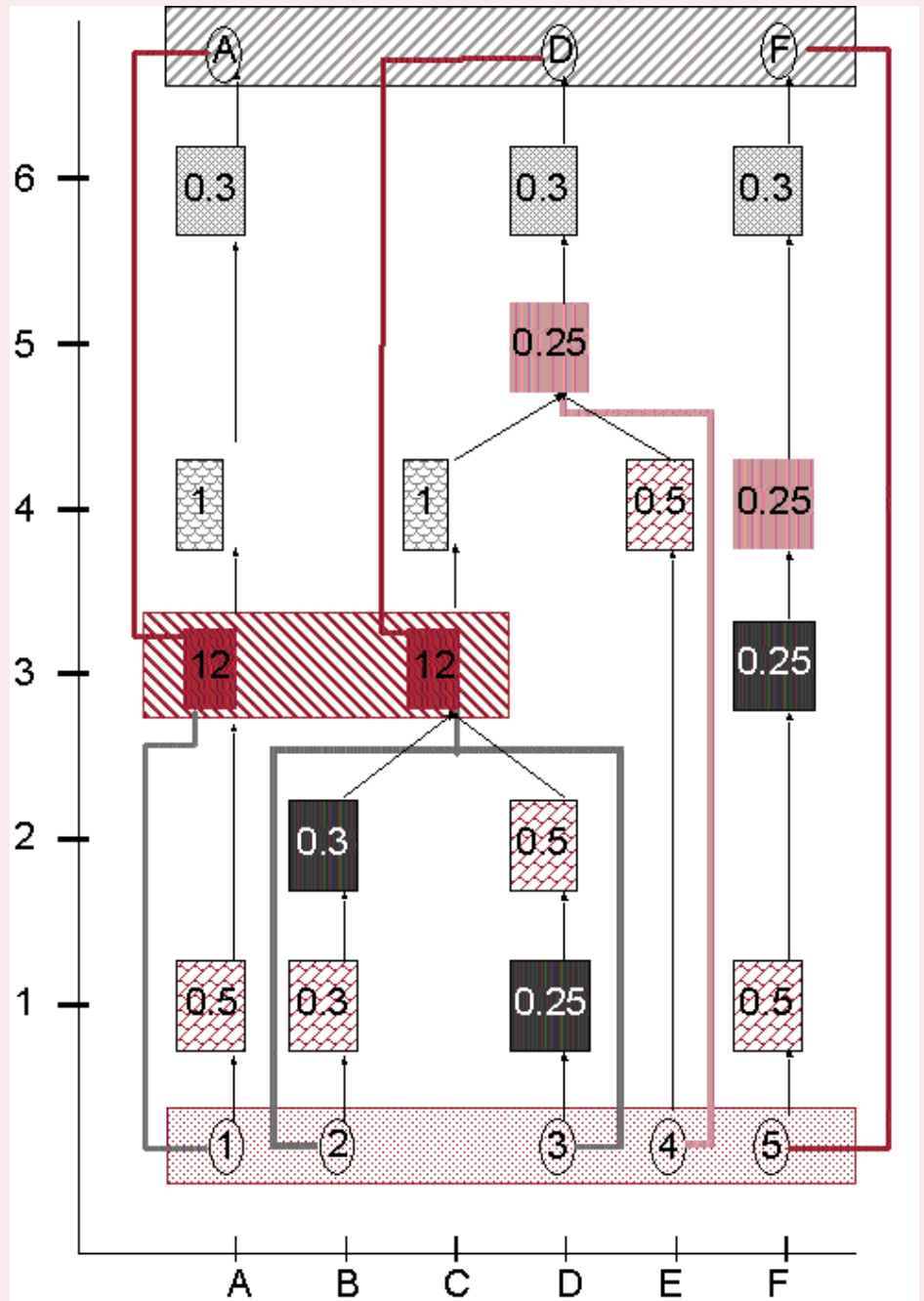
El que tenim a l'esquema no és una distribució en planta sinó un diagrama de procés simplificat, de forma que tingui el detall suficient per trobar els components de l'aplicació però sense més detall.

#### A l'esquema hi trobem:

A la part inferior, numerats de l'1 al 5, els punts d'inici del flux.

Les operacions que defineixen el flux estan representades per caselles quadrades, el color/tramat indica el recurs que les realitza i el valor numèric interior indica el temps unitari de procés, expressat en hores. Per exemple: l'operació A3 està realitzada pel recurs granat i triga 12 hores per unitat, l'operació F4 està realitzada pel recurs rosa i triga 0,25 hores per unitat, etc.

A la part superior hi tenim els lliuraments dels tres productes que serveix la planta: l'A, el D i l'F.



## Elements de la modelització del D.B.R

Ara identifiquem els diferents elements de la Modelització del D.B.R.

**Drum:** la Limitació identificada és el recurs granat. És el recurs més saturat.

**Corda:** en aquest cas tenim 7 cordes diferents:

- Les granats lliguen, des del Programa de Lliuraments:
  - El que produirà la Limitació dels productes A i D.
  - El que es llançarà a planta del producte F.
- Les grises, des del Programa del Drum, el que es llançarà a planta dels productes A i D.
- La rosa lliga el punt d'acoblament del que s'ha processat a la Limitació amb el llançament de matèria primera 4: la que es necessita per poder aportar els components que han de satisfer la demanda del producte D.

Amb la Corda el que hem lligat és el què: quines coses i en quines quantitats. La Corda per si mateixa no inclou encara cap tipus de valoració temporal de quan s'han de fer les coses.

**Programa de Lliuraments:** ve representat pel quadre gris ratllat superior i definirà què s'ha de lliurar a quin client, en quina quantitat i en quin moment. És la informació de partida per al procés de programació.

**Buffer de Lliuraments:** amb les Cordes granats hem definit què i en quines quantitats. El Buffer de Lliuraments ens donarà el temps per a aquestes activitats, és la folgança que li posem a la Corda.

Per calcular aquest temps hem de tenir en compte tres elements:

- El temps de procés de les operacions.
- El temps d'espera que cada producte tindrà per no disponibilitat immediata de recurs.
- El temps que necessitem per cobrir la incertesa que afecta al sistema.

El càlcul del Buffer no respon a una fórmula concreta, és un valor que avaluem en cada situació en funció de les característiques que tingui. Així, si els processos tenen molta incertesa li posarem més Buffer i si la tecnologia és més controlable li posarem menys.

**Programa del Drum:** ve representat pel quadre ratllat granat que recull les activitats del recurs granat. Ens defineix què ha de processar la Limitació, en quina quantitat i en quin moment. Aquesta informació l'obtindrem d'aplicar al Programa de Lliuraments el temps de procés més el Buffer de Lliuraments.

**Buffer del Drum:** serveixen els mateixos comentaris que pel Buffer de Lliuraments, sols que ara ens referim a la folgança de les Cordes grises de l'esquema i per tant estem



parlant d'altres activitats: ens diu el moment en que han de realitzar-se els llançaments de les matèries primeres que passaran per la Limitació.

**Buffer d'Acoblaments:** els criteris són els mateixos que per als Buffers de Lliuraments i del Drum, sols que ara ens referim a la Corda rosa de l'esquema i, per tant, ens dóna el moment de llançament de la matèria primera que s'ha d'acoblar amb el que ha produït la Limitació.

**Programa de Llançaments:** ve representat pel quadre puntejat granat que recull els llançaments en planta de les diferents matèries primeres.

**Capacitat:** en el cas de l'esquema aquesta ve definida per:

- En els productes A i D per la capacitat del recurs granat.
- En el producte F la capacitat no te Limitació actual dintre del sistema. En tot cas serà una capacitat futura que vindrà definida pel recurs que pugui arribar a convertir-se en Limitació.

**Termini de Lliurament:**

Als productes que passen pel Drum (A i D) haurem d'aplicar la següent fórmula:

Buffer de Lliuraments + Buffer del Drum + Temps de Procés de la comanda a la Limitació + Sumatori del Temps de Procés Unitari a cada una de la resta d'operacions.

I en el producte que no passa pel Drum:

Buffer de Lliuraments + Temps de Procés de la Comanda a l'operació més llarga + Sumatori del Temps de Procés Unitari a cada una de la resta d'operacions.

**Programació:** hem definit cada un dels programes, però cal entendre també com opera la programació en el conjunt del sistema.

En el moment en que arriba una comanda d'un client aquesta porta una data sol·licitada.

Per tal de confirmar-la cal mirar si, en funció de la dada sol·licitada i el Buffer de Lliuraments, té cabuda en el Programa del Drum. Si és així es confirma la dada sol·licitada i entra a formar part de la programació.

Si no hi té cabuda hem de decidir quin és el primer moment en que la capacitat del Drum permet que es processi i, aplicant-li el Buffer de Lliuraments, obtindrem la dada en que ens podem comprometre amb el client.

A partir d'aquí s'apliquen els criteris explicats a cada un dels programes amb aquest ordre: primer el Programa de Lliuraments, després el Programa del Drum i finalment el de Llançaments.

## 6. Bibliografia per aprofundir en T.O.C i D.B.R

### Tres llibres bàsics

La bibliografia sobre D.B.R. en particular i sobre T.O.C. en general és molt extensa i es poden aconseguir moltes referències a qualsevol llibreria de la Web.


Relacionem aquí sols els tres llibres bàsics a partir dels quals es desenvolupà i donà a conèixer.

El primer, La Meta, és molt recomanable per a tothom i imprescindible quan s'ha d'iniciar una implantació de D.B.R., a més de ser de lectura molt amena ja que està escrit com a "novel·la de gestió".

- Goldratt, E.; Fox, J.: **La Meta. Un proceso de mejora continua.** Ed. Díaz de Santos. Madrid, 1.993.
- Goldratt, E.; Fox, R.: **La Carrera.** Ed. Taular. Madrid, 1.989.
- Goldratt, E.: **El Síndrome del Pajar.** Ed. Díaz de Santos. Madrid, 1.993.

## Participants a la iniciativa

**ArvinMeritor.**

 Generalitat de Catalunya  
**CIDEM**

  
**CENTRE  
TECNOLÒGIC  
DE MANRESA**

  
**Comforsa**

**Chemetall**

**DELPHI**

**DOGA**



**estamp s.a.**  
CITAMPROVE METALURGES

 Escola Tècnica Superior  
d'Enginyers Industrials  
de Barcelona

  
**GEARBOX**

**IDIADA**

**AVON**  
**AUTOMOTIVE**  
Industrias Flexo, SL



 **INDUSTRIAS USOTORA**

  
**IGAI**  
TECHNOLOGICAL  
CENTER

Sinter Group  
Sintermetal, S.A.







**PEGUFORM**

**PIRELLI**

**RIETER** Saifa





  
**SERNAUTO**

  
**s. n. o. p.**

**SPROM**

**Valeo**



  
**Visteon**

  
**ZANINI**  
AUTO GRUP, S.A.

  
**teoce consultors**  
IMPLANTACIONS TOC

#### **Oficina central**

Pg. de Gràcia, 129  
08008 Barcelona  
Tel. 93 476 72 00  
Fax. 93 476 73 00  
info@cidem.gencat.net  
www.cidem.com

#### **Xarxa Territorial del CIDEM a Catalunya**

##### **Delegació Bages**

Muralla de Sant Domènec, 24 baixos  
Edifici Consell Comarcal del Bages  
08240 Manresa  
Tel. 93 693 03 58  
Fax 93 876 82 12  
mribera@cidem.gencat.net

##### **Delegació Berguedà**

C/Barcelona, 49 3r  
08600 Berga  
Tel. 93 821 35 53  
Fax 93 822 09 55  
mribera@cidem.gencat.net

##### **Delegació Girona**

C/Migdia, 50-52  
17003 Girona  
Tel. 972 94 01 20  
Fax 972 94 01 64  
cgil@cidem.gencat.net

##### **Delegació Lleida**

Av. Segre, 7  
25007 Lleida  
Tel. 973 72 80 00  
Fax 973 22 19 38  
jbarrufet@cidem.gencat.net

##### **Delegació Tarragona**

C/Pompeu Fabra, 1  
43004 Tarragona  
Tel. 977 25 17 17  
Fax 973 25 17 10  
mboquera@cidem.gencat.net

##### **Delegació Terres de l'Ebre**

C/ de la Rosa, 9  
43500 Tortosa  
Tel. 977 44 93 33  
Fax 977 44 95 75  
mboquera@cidem.gencat.net