

## **Treball final de grau**

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Millora d'una planta per la elaboració de formatge fresc premsat.

**Document:** Annexos

**Alumne:** Ferran Tena Artau

**Tutor:** Francisco Javier Espinach Orus

**Departament:**  
Organització, gestió i disseny del producte

**Àrea:**  
Expressió gràfica en l'enginyeria

**Convocatòria:** Febrer 2020

## ÍNDEX

1	Planta Manual .....	4
1.1	Especificacions inicials del Client .....	4
1.2	Format del formatge .....	4
1.3	Càlculs previs.....	4
1.3.1	Línia d'elaboració de formatge .....	4
1.3.2	Salat.....	5
1.3.3	Maduració .....	6
1.4	Diagrama de Producció de la Planta Actual .....	4
1.5	Càlculs de la planta actual .....	5
2	Planta Semiautomàtica .....	9
2.1	Càlculs previs.....	9
2.1.1	Línia d'elaboració de formatge .....	9
2.1.2	Salat.....	9
2.1.3	Maduració .....	10
2.2	Diagrama de Producció de la Planta semiautomàtica.....	11
2.3	Càlculs de la planta Semiautomàtica.....	12
3	Planta Automàtica .....	15
3.1	Càlculs previs.....	15
3.1.1	Línia d'elaboració de formatge .....	15
3.1.2	Salat.....	15
3.1.3	Maduració .....	16
3.2	Diagrama de Producció de la Planta Automàtica.....	18
3.3	Càlculs de la Planta Automàtica .....	19
4	1ª Fase d'Ampliació.....	22
4.1	Càlculs previs.....	22

4.1.1	Línia d'elaboració de formatge .....	22
4.1.2	Salat.....	22
4.1.3	Maduració .....	22
4.2	Diagrama de Producció de la 1ª Fase d'Ampliació .....	24
4.3	Càlculs 1ª Ampliació.....	25
5	2ª Fase d'Ampliació.....	28
5.1	Càlculs previs.....	28
5.1.1	Línia d'elaboració de formatge .....	28
5.1.2	Salat.....	28
5.1.3	Maduració .....	28
5.2	Diagrama de Producció de la 2ª Fase d'Ampliació .....	30
5.3	Càlculs 2ª Ampliació.....	31

# 1 Planta Manual

## 1.1 Especificacions inicials del Client

En el seu dia, va ser el Client que ens va donar una sèrie d'especificacions a complir per el disseny de la planta que es té actualment. Aquestes especificacions van ser les següents:

- Equips per una planta manual de formatge, la qual processa 30.000 litres de llet per formatge fresc premsat, en 3 torns de treball diaris.
- Formatge de 4 o 5 kg., amb format 'barra llarga' o 'quadrat'.
- Es processa llet de vaca 100% per la producció de formatge, amb un rendiment de 1:10 ( 10 litres de llet necessaris per produir 1 kg. de formatge).
- Plantejament complet de la línia d'elaboració de formatge, tenint en compte tots els equips necessaris en funció al volum de llet a processar. El planteig de la línia d'elaboració de formatge es considerarà començant a les cubes de quallar, amb salador, condicionament i envasat previ a la maduració.
- Cotitzar considerant només els equips necessaris per la línia de formatge, l'àrea de recepció, pasteurització i estandardització s'havia comptat amb altres proveïdors.
- Temps de processat dins les cubes, entre 3 i 4 hores.

## 1.2 Format del formatge

Es va considerar produir el format 'quadrat' abans que el format 'barra llarga', ja que el formatge desitjat es fràgil i amb aquest últim format, pot tendir-se a flexar fins trencar-se.

Per tant, es va proposar produir un formatge de format quadrat amb dimensions de (LxA) 210x210 mm, el qual té un motlle de dimensions (LxAxH) 250x250x170 mm. i una tapa de (LxAxH) 250x250x115 mm.

## 1.3 Càlculs previs

### 1.3.1 Línia d'elaboració de formatge

Primerament, segons la producció a assolir, és característic l'ús de cubes d'una capacitat de 5 m<sup>3</sup>.

Segons la capacitat de la cuba i la rendibilitat del formatge desitjat, el número de formatges produïts per cuba seran:

$$\frac{5.000L}{cuba} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1u}{4 kg} = 125 \frac{u}{cuba} * 2 cubes = 250 u \rightarrow \mathbf{250 motlles i tapes}$$

Sabent la capacitat de la cuba i la del carro, es pot afirmar que es buidarà una cuba de 5 m3 en 4 carros de 1,25 m3.

Conseqüentment, el número de formatges que es produiran per carro seran:

$$125 \frac{u}{cuba} * \frac{1 cuba}{4 carros} = 31 - 32 u/carro$$

Respecte al premsat, tots els models de premses horitzontals que es fabriquen tenen una longitud útil de premsat per cilindre (Lu) de 5.950 mm.

Per això, primer es calcula quan ocupa longitudinalment el formatge amb el motlle i la tapa tombats a la premsa:

$$Hm = Hmotlle = 170 mm.$$

$$Ht = \frac{2}{3} * Htapa = \frac{2}{3} * 115 = 77 mm.$$

$$Htotal = Hm + Ht = 247 mm.$$

Seguidament, amb la formula següent, es sap quants formatges hi caben per cilindre:

$$Unitats per cilindre = \frac{Lu}{Htotal} = \frac{5950}{247} = 24 u/cilindre$$

Després d'aquest càlcul, es dedueix que es necessitaran 2 cilindres pel premsat d'un carro. Així que pel premsat d'una cuba, es necessita una premsa de **8 cilindres**.

### 1.3.2 Salat

$$Temps de salat del formatge fresc premsat = 24 hores$$

Com el temps de salat és de 24h, el salador haurà de cobrir la mateixa capacitat de producció diària.

$$30.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 Kg} = \mathbf{3 t}$$

Tots els "saladors d'immersió per containers" dissenyats, tenen els pisos de dimensions (LxA) 1900x600 mm. Ara, es pot calcular quants contenidors i de quants pisos són necessaris per cobrir la producció de la millor manera.

$$16 \frac{u}{pis} * 8 pisos = 128 \frac{u}{container} \quad (1 \text{ container per } 1 \text{ cuba})$$

Un cop es comprova que hi cap dins la sala de la nau del Client, ens quedem amb un **salador de 7 contenidors de 8 pisos**, on sis contenidors són emplenats per les 6 cubes produïdes diàriament, mentre el setè s'afegeix per la primera cuba del dia següent si no s'ha buidat encara la del dia anterior.

### 1.3.3 Maduració

Sabent la producció diària i el temps de maduració del formatge, es troba la capacitat màxima d'emmagatzemat que haurà de tenir la càmera.

$$\text{Temps de maduració del formatge fresc premsat} = 15 \text{ dies}$$

$$30.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 \text{ kg}}{10 \text{ L}} * \frac{1 \text{ t}}{1.000 \text{ kg}} * 15 \text{ dies} = 45 \text{ t}$$

El següent pas, consisteix en comprovar quan formatges hi caben a la caixa de maduració i quantes d'aquestes es poden apilar en un pallet, sabent que per estabilitat, l'apilament màxim

per aquestes caixes és de 10.

Per acabar, segons l'alçada màxima disponible de la nau del Client, s'estimarà fins quants pallets amb caixes es poden apilar.

En el plànol de la nau, es veu que es té un alçat màxim disponible de 6,5 metres.

Així que per optimitzar espai dins la càmera, s'ha considerat apilar fins a 8 pisos de caixes a cada pallet i apilar fins a 3 pallets.

Com es pot veure a la *Figura 1*, l'alçada que s'acaba assolint és de 6,288 metres, perfecte per optimitzar espai.

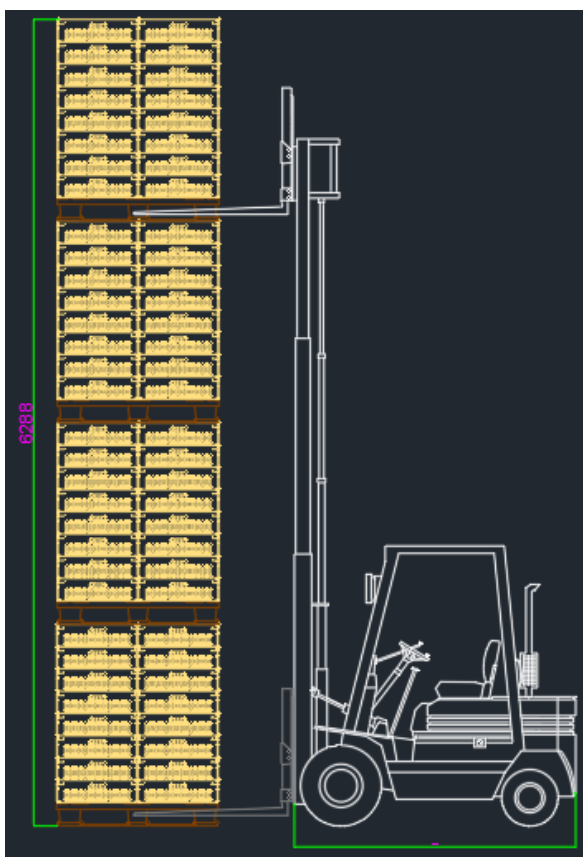
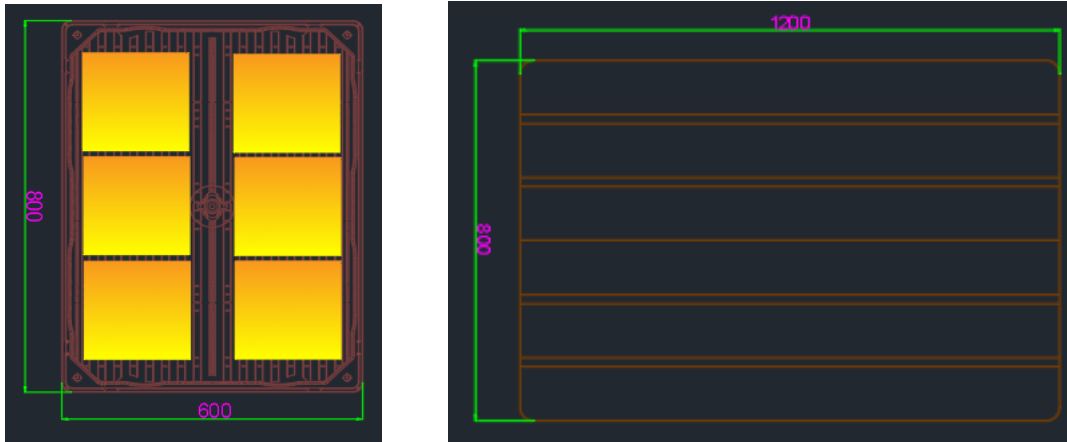


Figura 1: Caixes i pallets de maduració apilats

Com es pot veure a la *Figura 2*, hi caben 6 formatges per caixa i es poden col·locar 2 caixes per pis al pallet.



*Figura 2: Caixa i pallet de maduració*

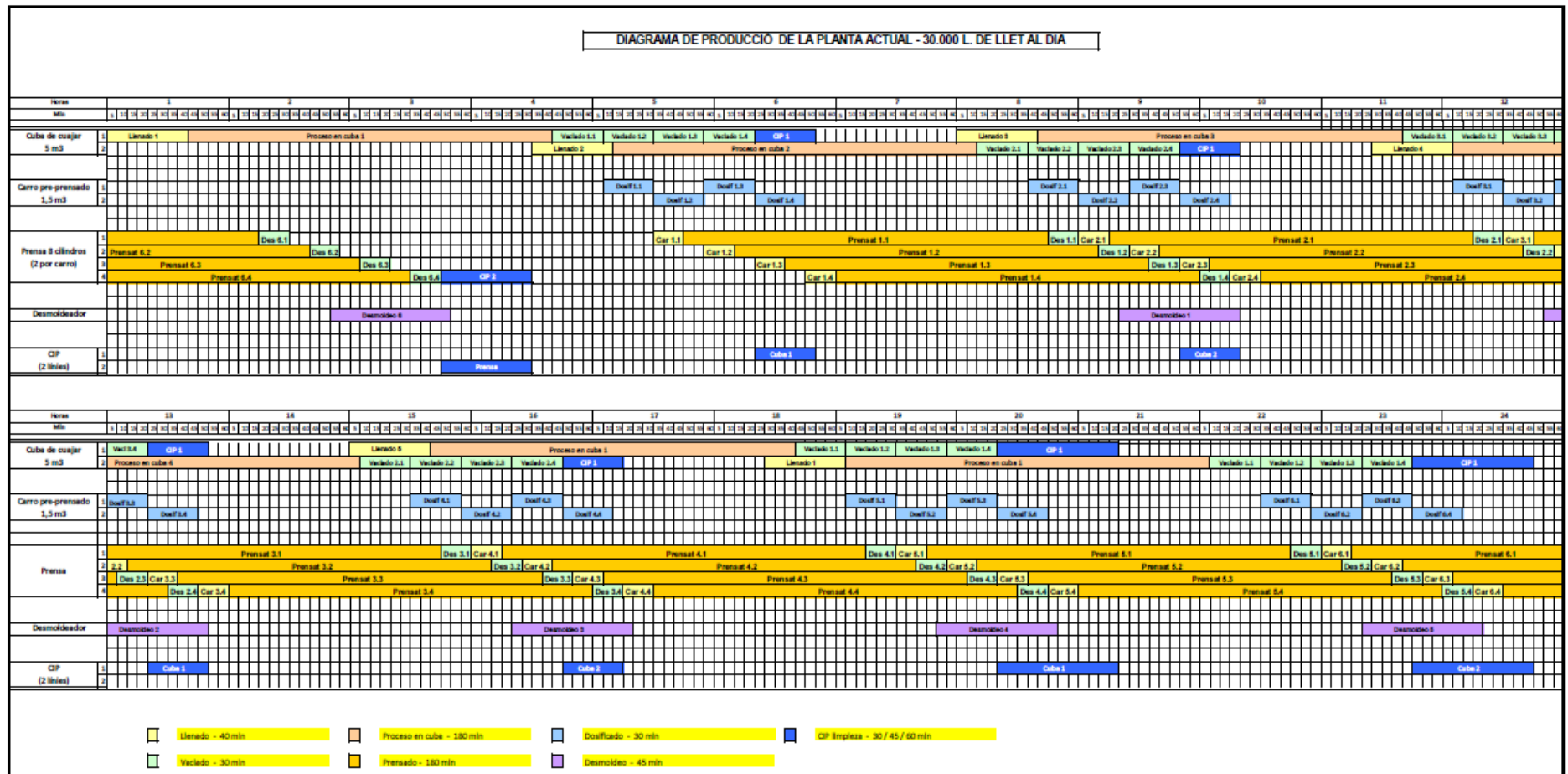
Amb tot això, ja podem calcular quantes caixes i pallets de maduració es necessiten per cobrir les 45 tones produïdes durant 15 dies.

$$45 \text{ Tn} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} * \frac{1 \text{ u}}{4 \text{ kg}} = 11.250 \text{ u}$$

$$11.250 \text{ u} * \frac{1 \text{ caixa}}{6 \text{ u}} = \mathbf{1.920 \text{ caixes}}$$

$$1.920 \text{ caixes} * \frac{1 \text{ pallet}}{16 \text{ caixes}} = \mathbf{120 \text{ pallets}}$$

### 1.4 Diagrama de Producció de la Planta Actual





## 1.5 Càlculs de la planta actual

El disseny de la planta realitzada, està formada pels següents equips:

	Unitats	Capacitat (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	2	5
<b>Carros de pre-premsat</b>	2	1,25
<b>Prensa</b>	1	5
<b>Desmoldejador</b>	1	5

Taula 1: Capacitat productiva dels equips que conformen la planta.

Segons el format del formatge i les especificacions esmentades, per cada equip es van considerar els següents temps de cicle:

		Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	Emplenat	40
	Processat	
	Cocció del quall	45
	Tall i Estabilització	40
	Homogeneïtzat i rentat	20
	Reescalfament i agitació	15
	Buidat ( 2 x 2 carros )	100
	CIP	30
	<b>Total</b>	<b>350</b>
<b>Carros de pre-premsat</b>	Dosificat i Moldeig	<b>25</b>
<b>Prensa ( 8 cilindres )</b>	Càrrega	15
	Premsat	180
	Descàrrega	15
	<b>Total</b>	<b>210</b>
<b>Desmoldejador</b>	Desmoldeig	<b>60</b>

Taula 2: Temps de cicle de cada equip.

Apart dels CIP ('Clean In Place') que es realitzen en algun dels processos i que ja han estat contemplats, hi ha CIP que només es realitzen un cop al dia. A la taula següent, hi ha els temps de CIP diaris, i consegüentment el temps disponible diari de cada equip:

	Temps CIP diari (min)	Temps diari disponible ( h )
<b>Cubes de quallar</b>	30	23,5
<b>Carros de pre-premsat</b>	0	24
<b>Prensa</b>	45	23,25
<b>Desmoldejador</b>	0	24

Taula 3: Temps de CIP i temps disponible diari de cada equip.

Així doncs, la capacitat productiva màxim diària de cada sistema serà:

	Capacitat productiva diària (m3)
Cubes de quallar	40
Carros de pre-premsat	144
Prensa	33
Desmoldejador	120

Taula 4: Capacitat productiva màxima diària de cada equip.

El diagrama de producció de l'apartat anterior, ens determina 6 cicles productius diaris de 5 m3, 30 m3 de llet al dia, equivalents a 3 tones de formatge fresc premsat.

El grau d'ocupació de cada equip que conforma la planta actual és:

	Grau d'ocupació
Cubes de quallar	74%
Carros de pre-premsat	21%
Prensa	90%
Desmoldejador	25%

Taula 5: Grau d'ocupació de cada equip.

La capacitat productiva màxima anual, segons el nombre de dies treballats a la setmana, incloent la possibilitat de treballar els dissabte i/o diumenges i considerant 11 mesos laborals anuals, seria:

	Capacitat anual		
Dies laborals / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	6.600	7.920	9.240

Taula 6: Capacitat productiva màxima segons dies laborals.

Els valors màxims de la taula anterior, s'han calculat per a diferents nivells d'activitat segons els dies setmanals laborals necessaris i el grau d'ocupació de la planta que això comporta. Així que observant la taula següent, es pot veure que els valors trets anteriorment suposen que la planta esta treballant al 100% d'ocupació.

Activitat anual ( m3 )	Dies Laborals / setmana	Grau d'ocupació (%)
5.500	5	83%
5.750	5	87%
6.000	5	91%
6.250	5	95%
6.500	5	98%

6.750	6	85%
7.000	6	88%
7.250	6	92%
7.500	6	95%
7.750	6	98%
8.000	7	87%
8.250	7	89%
8.500	7	92%
8.750	7	95%
9.000	7	97%
9.240	7	100%

Taula 7: Capacitat productiva segons dies laborals necessaris .

El nombre d'operaris implicats directament a cada un dels processos i operacions, són:

Procés	Operació	Mà d'obra directa (operari / torn)
<b>Elaboració formatge</b>	Coagulació quall	1
	Dosificat i moldeig	3
	Premsat	2
	Desmoldeig	1
	Transport i rentat	1
<b>Salador</b>		3
<b>Condicionament</b>		0
<b>Envasat</b>		1
<b>Maduració i conservació</b>	Encaixat caixes maduració	1
	Control i emmagatzematge	4
<b>TOTAL</b>		17

Taula 8: Mà d'obra directa de la Planta Actual.

El "Convenio colectivo estatal para las industrias lácteas y sus derivados" estableix les següents remuneracions anuals segons les categories del personal:

Tablas provisionales año 2019

	Diario – Euros	Mensual – Euros	Anual – Euros	Hora – Euros
Personal técnico:				
Técnico Superior.		1.570,38	23.555,70	13,31
Técnico Medio.		1.392,53	20.887,95	11,80
Otros Técnicos.		1.273,07	19.096,05	10,79
Empleados administrativos comerciales:				
Jefe de área.		1.361,64	20.424,60	11,54
	Diario – Euros	Mensual – Euros	Anual – Euros	Hora – Euros
Jefe de sección.		1.319,55	19.793,25	11,18
Oficial de primera.		1.163,16	17.447,74	9,86
Oficial de segunda.		1.074,91	16.123,65	9,11
Auxiliar.		1.033,38	15.500,70	8,76
Repartidores y/o autoventas.	34,07		15.501,85	8,76
Producción y tareas auxiliares:				
Oficial /Especialista.	34,31		15.611,05	8,82
*Subida adicional.	0,19	–	88,58	0,05
Operador.	34,07		15.501,85	8,76
Personal de limpieza:				
Personal de limpieza..				7,34

Taula 9: Font "Convenio colectivo estatal para las industrias lácteas y sus derivados"

Apart del cost salarial, hi ha altres costos directes derivats del salari:

Contingències Comunes	23,6%
AT i EP	2,4%
Atur	5,5%
Formació Professional	0,6%
Fons Garantia Salarial	0,2%

Taula 10: Costos 'Aportació de l'empresa a la Seguretat Social'.

El conveni també estableix una temps anual de treball de 1.800 hores. Tot plegat, ens surt un cost de mà d'obra directa de 12 €/hora .

El cost diari de mà d'obra de producció, tenint en compte 3 torns, és de 4.896 €.

## 2 Planta Semiautomàtica

### 2.1 Càlculs previs

#### 2.1.1 Línia d'elaboració de formatge

S'ha afegit una cuba més, encara que pel número de motlles i tapes necessaris es segueixen comptabilitzant els mateixos. Només, s'afegiran **50 motlles i tapes** més per agilitzar el procés de dosificat mentre s'estan rentat un cop desmoldejats.

En el procés de dosificat, per saber el número de tubs que ha tenir la dosificadora per fer front a la producció, s'ha trobat de la següent manera:

$$N^{\circ} \text{ tubs} = \frac{Uc}{Tb * Cd} = \frac{125}{30 * 3} = 1,388 \rightarrow \mathbf{2 \text{ tubs}}$$

On  $Uc$  són les unitats per cuba (u),  $Tb$  el temps de buidat de la cuba (min) i  $Cd$  els cicles de dosificació (cicles/min).

Respecte al premsat, s'afegeix una altra premsa igual que l'existent, amb lo que amb **16 cilindres** anem de sobres per premsar la nova producció.

#### 2.1.2 Salat

$$\text{Temps de salat del formatge fresc premsat} = 16 \text{ hores}$$

La reducció del temps de salat es deu gràcies a la introducció dels equips de manteniment, neteja i preparació de salmorra.

Com el temps de salat és de 16h, el salador haurà de cobrir la següent producció:

$$45.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 \text{ kg}}{10 \text{ L}} * \frac{1 \text{ t}}{1.000 \text{ Kg}} = 4,5 \frac{t}{dia} * \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} * 16 \text{ hores} = \mathbf{3 \text{ t}} \rightarrow 6 \text{ cubes}$$

Segons els 'saladors de flotació' dissenyats, agafem el de canals amb dimensions (LxA) 8200x1700 mm com a millor opció. Com podem veure a la següent Figura, amb una balsa d'aquest format, s'arriben a buidar dos cubes exactament. Així que s'obtindrà un **salador format per 3 canals principals**.

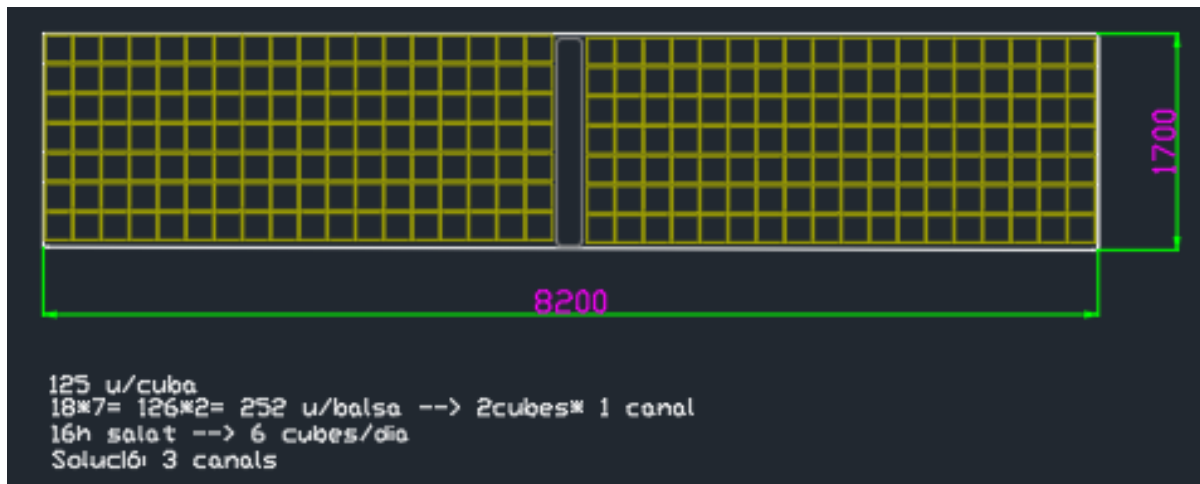


Figura 3: Disseny òptim del salador per flotació

### 2.1.3 Maduració

En aquest cas, la capacitat màxima d'emmagatzemat que haurà de tenir la càmera serà:

*Temps de maduració del formatge fresc premsat = 15 dies*

$$45.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1.000 kg} * 15 dies = 67,5 t$$

On el número de caixes i pallets de maduració necessaris seran:

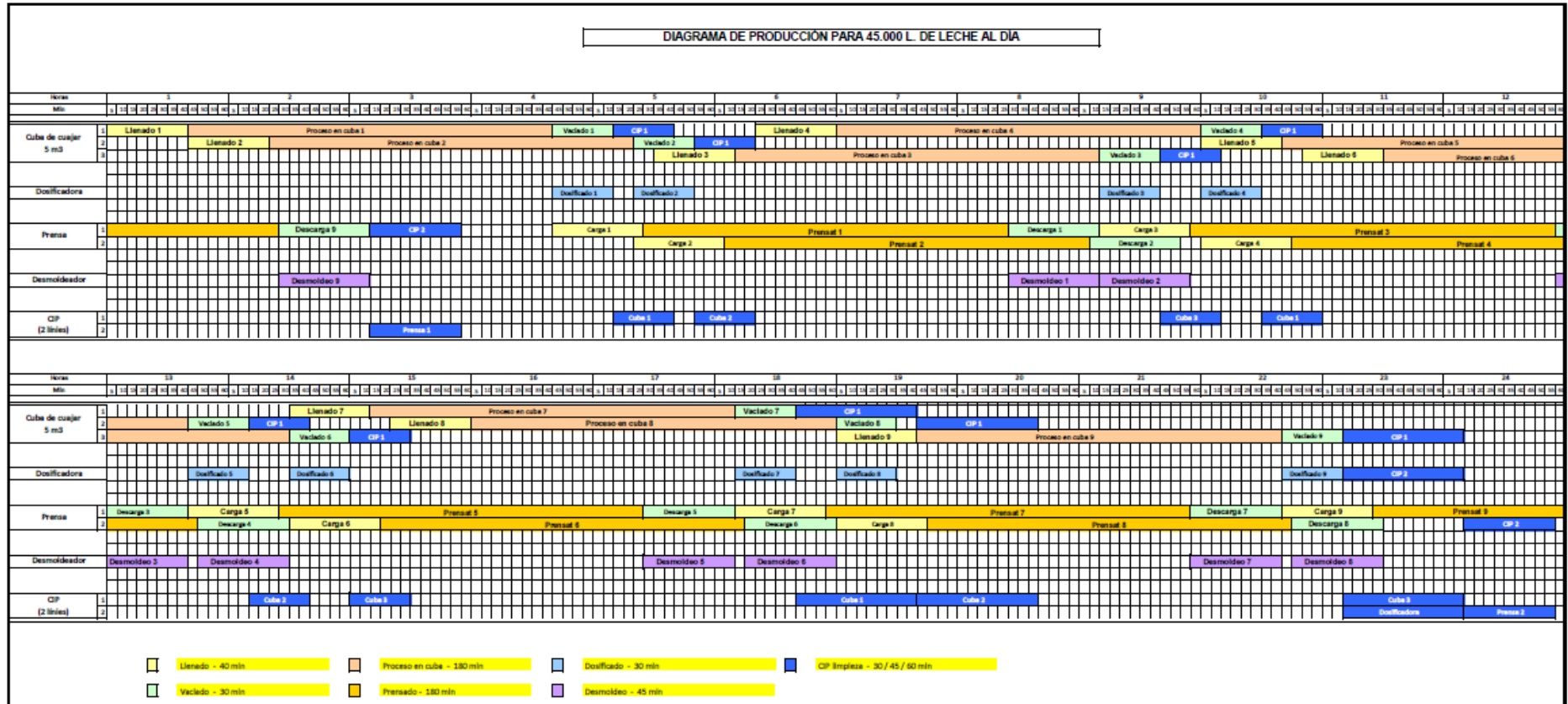
$$67,5 t * \frac{1.000 kg}{1 \frac{caixa}{6 u} t} * \frac{1u}{4 kg} = 16.875 u$$

$$16.875 u * = 2.813 caixes \sim 2.880 caixes$$

$$2.813 caixes * \frac{1 pallet}{16 caixes} = 176 pallets \sim 180 pallets$$

Com ja n'hi ha d'existents, només s'hauran d'afegir **960 caixes i 60 pallets**.

## 2.2 Diagrama de Producció de la Planta semiautomàtica



## 2.3 Càlculs de la planta Semiautomàtica

En aquesta planta es disposa dels següents equips, amb les següents capacitats unitàries:

	Unitats	Capacitat (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	3	5
<b>Dosificadora</b>	1	5
<b>Premsa</b>	2	5
<b>Desmoldejador</b>	1	5

Taula 11: Capacitat productiva dels equips que conformen la planta.

Els temps de cicle de cada sistema seran:

	Operacions	Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	Emplenat	40
	Processat	180
	Buidat	30
	CIP	30
	<b>Total</b>	<b>280</b>
<b>Dosificadora</b>	Dosificat i moldeig	<b>30</b>
<b>Premsa</b>	Càrrega	45
	Premsat	180
	Descàrrega	45
	<b>Total</b>	<b>270</b>
<b>Desmoldejador</b>	Desmoldeig	<b>30</b>

Taula 12: Temps de cicle de cada equip.

La taula següent mostra els temps de CIP diaris i el temps disponible diari de cada equip, consegüentment..

	Temps CIP diari (min)	Temps diari disponible (h)
<b>Cubes de quallar</b>	30	23,5
<b>Dosificadora</b>	60	23
<b>Premsa</b>	45	23,25
<b>Desmoldejador</b>	0	24

Taula 13: Temps de CIP i temps disponible diari de cada equip.



Mentre la capacitat productiva diària de cada sistema, independentment dels altres, seria els següents:

	<b>Capacitat productiva diària (m3)</b>
<b>Cubes de quallar</b>	76
<b>Dosificadora</b>	230
<b>Premsa</b>	52
<b>Desmoldejador</b>	160

Taula 14: Capacitat productiva màxima diària de cada equip.

Els 9 cicles productius establerts en el diagrama de producció corresponent, ens determina una capacitat diària de 45 m3 de llet (4,5 t de formatge fresc premsat).

El grau d'ocupació passaria a ser:

	<b>Grau d'ocupació</b>
Cubes de quallar	60%
Dosificadora	20%
Premsa	87%
Desmoldejador	28%

Taula 15: Grau d'ocupació de cada equip.

La capacitat productiva anual màxima (100 % d'ocupació de la planta), segons el nombre de dies treballats a la setmana, seria:

Dies Laborals / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	9.900	11.880	13.860

Taula 16: Capacitat productiva màxima segons dies laborals.

I així per diferents nivells d'activitat, els dies setmanals laborals necessaris i el grau d'ocupació que això comportaria, vindrien a ser els següents:

<b>Activitat anual ( m3 )</b>	<b>Dies Laborals / setm</b>	<b>% Ocupació</b>
6.250	5	63%
6.750	5	68%
7.250	5	73%
7.750	5	78%
8.250	5	83%
8.750	5	88%
9.250	5	93%
9.750	5	98%
10.250	6	86%
10.750	6	90%

11.250	6	95%
11.750	6	99%
12.250	7	88%
12.750	7	92%
13.250	7	96%
13.750	7	99%
13.860	7	100%

Taula 17: Capacitat productiva segons dies laborals necessaris.

Per aquest cas, al semiautomatitzar el procés el nombre d'operaris establerts seran menors, els quals vindrien a ser els següents:

Procés	Operació	Mà d'obra directa (operari/ torn)
<b>Elaboració de formatge</b>	Coagulació quall	1
	Dosificat i moldeig	2
	Premsat	2
	Desmoldeig	1
	Transport i rentat	0
<b>Salador</b>		2
<b>Condicionament</b>		1
<b>Envasat</b>		3
<b>Maduració i conservació</b>	Encaixat caixes maduració	1
	Control i emmagatzematge	2
<b>TOTAL OPERARIS:</b>		<b>15</b>

Taula 18: Mà d'obra directa de la Planta Semiautomàtica.

Conseqüentment, el cost diari de mà d'obra directa de producció, tenint en compte els 3 torns diaris, passaria a ser de 4.320 €.

## 3 Planta Automàtica

### 3.1 Càlculs previs

#### 3.1.1 Línia d'elaboració de formatge

Igual que l'altra alternativa, s'ha afegit una tercera cuba i una dosificadora, encara que aquesta última serà de més qualitat. Així que de la mateixa manera, s'afegiran **50 motlles i tapes** més i la dosificadora tindrà **2 tubs de dosificat**.

Respecte al premsat, al passar a l'ús de les premses pneumàtiques verticals, tots els dissenys d'aquestes tenen una amplada útil (Au) de 1.500 mm. Per tant, s'ha de mirar la longitud útil (Lu) dels models corresponents, per trobar la que s'adapta millor al cas.

Un cop realitzat l'estudi, es veu que el millor model és el **M7/1500** de dimensions (Lu x Au) 7.050x1.500 mm. Les dimensions d'aquesta són perfectes per a que es pugui emplenar amb tots els formatges que surten d'una cuba, minimitzant l'espai útil que no s'utilitzarà.

Tot això, es pot apreciar a la següent *Figura*:

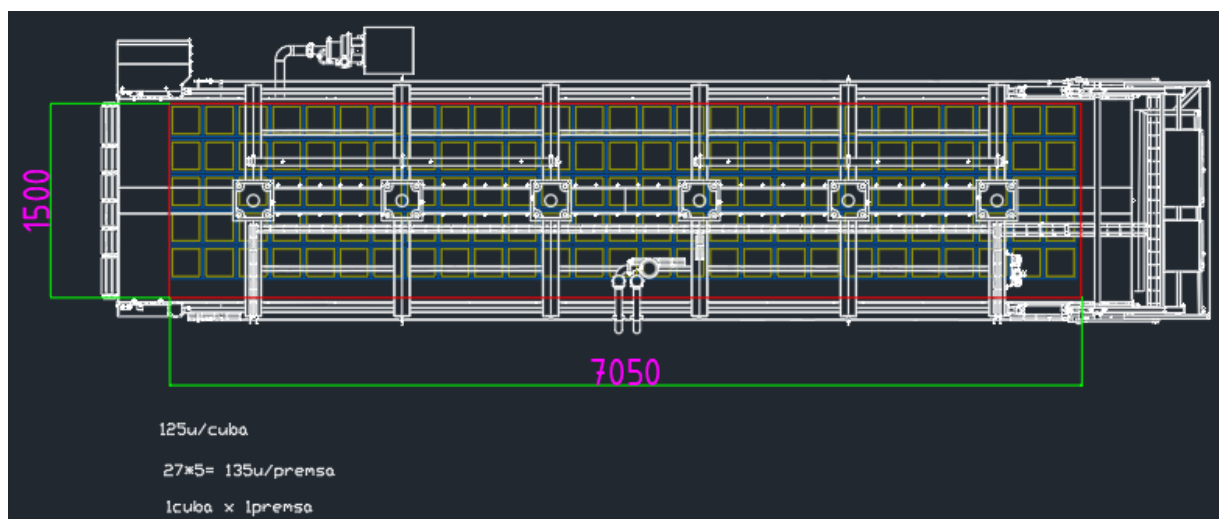


Figura 2: Premsa pneumàtica vertical M7/1500.

#### 3.1.2 Salat

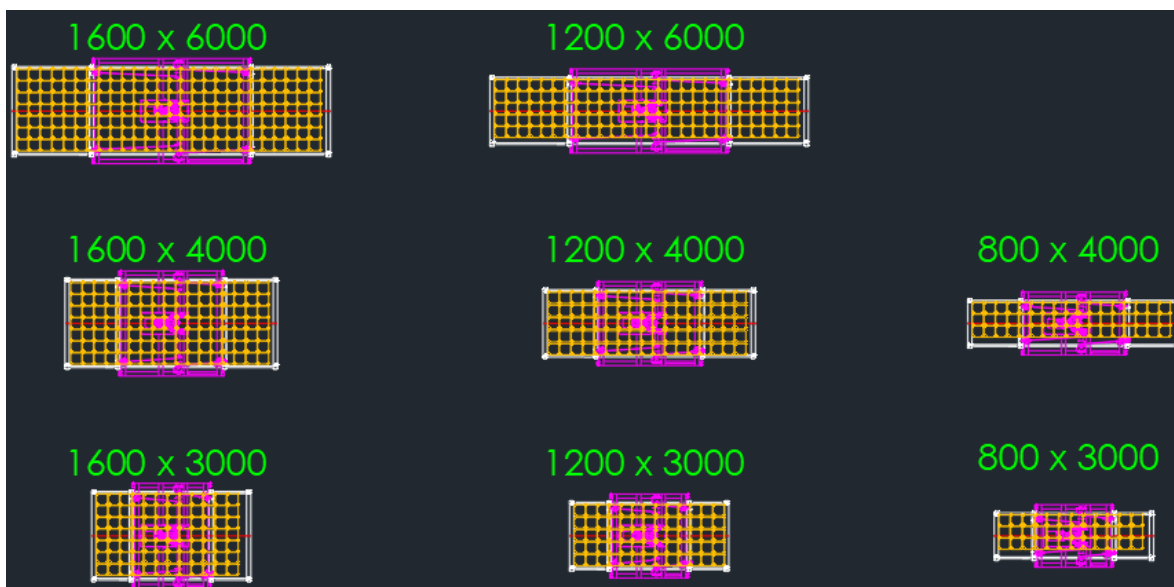
Igual que a la planta semiautomàtica, s'introdueixen els mateixos equips amb els que el temps de salat passa a ser de 16h.

Com el temps de salat és de 16h, el salador haurà de cobrir la següent producció:

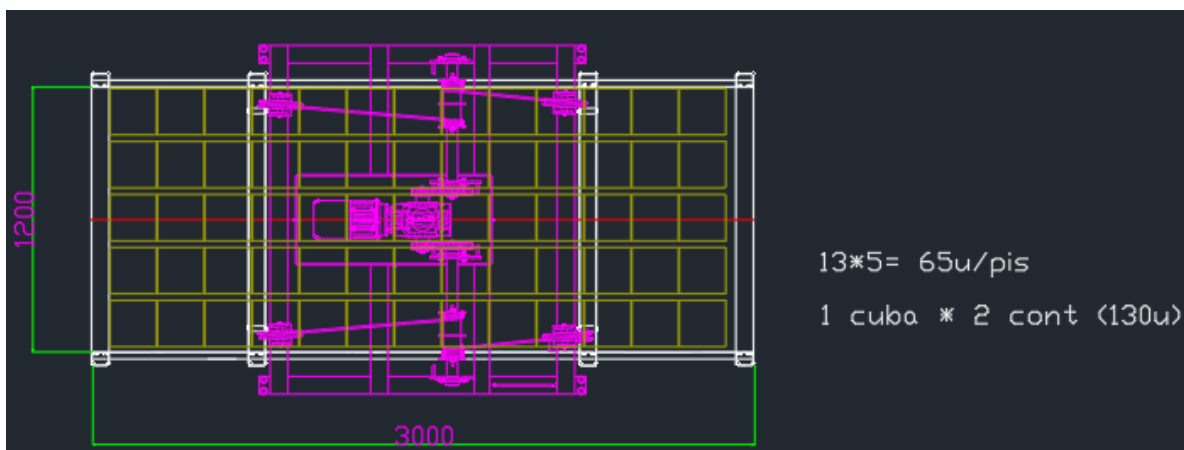
$$50.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 Kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 Kg} * 5 \frac{t}{dia} * \frac{1 dia}{24h} * 16hores \sim 3,5 t \rightarrow 7 cubes$$

Per el salador d'immersió 'tipus gàbia', els dissenys disponibles tenen unes dimensions totalment diferents (veure *Figura 4*). S'estudia quin és la millor opció, tenint en compte el número de contenidors i pisos necessaris i el fet d'optimitzar espai en aquests i a la sala de la nau del Client.

Com podem veure a la *Figura 5*, el salador escollit estarà format per **4 contenidors G3012/4**, els quals tindran 4 pisos de dimensions útils (LxA) 3.000x1.200 mm.



*Figura 3: Dissenys de saladors d'immersió 'tipus gàbia'.*



*Figura 4: Salador de gàbies G3012.*

### 3.1.3 Maduració

En aquest cas, la capacitat màxima d'emmagatzemat que haurà de tenir la càmera serà:

*Temps de maduració del formatge fresc premsat = 15 dies*

$$50.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 Kg}{10 L} * \frac{1 Tn}{1000 Kg} * 15 dies = 75 Tn$$

On el número de caixes i pallets de maduració necessaris seran:

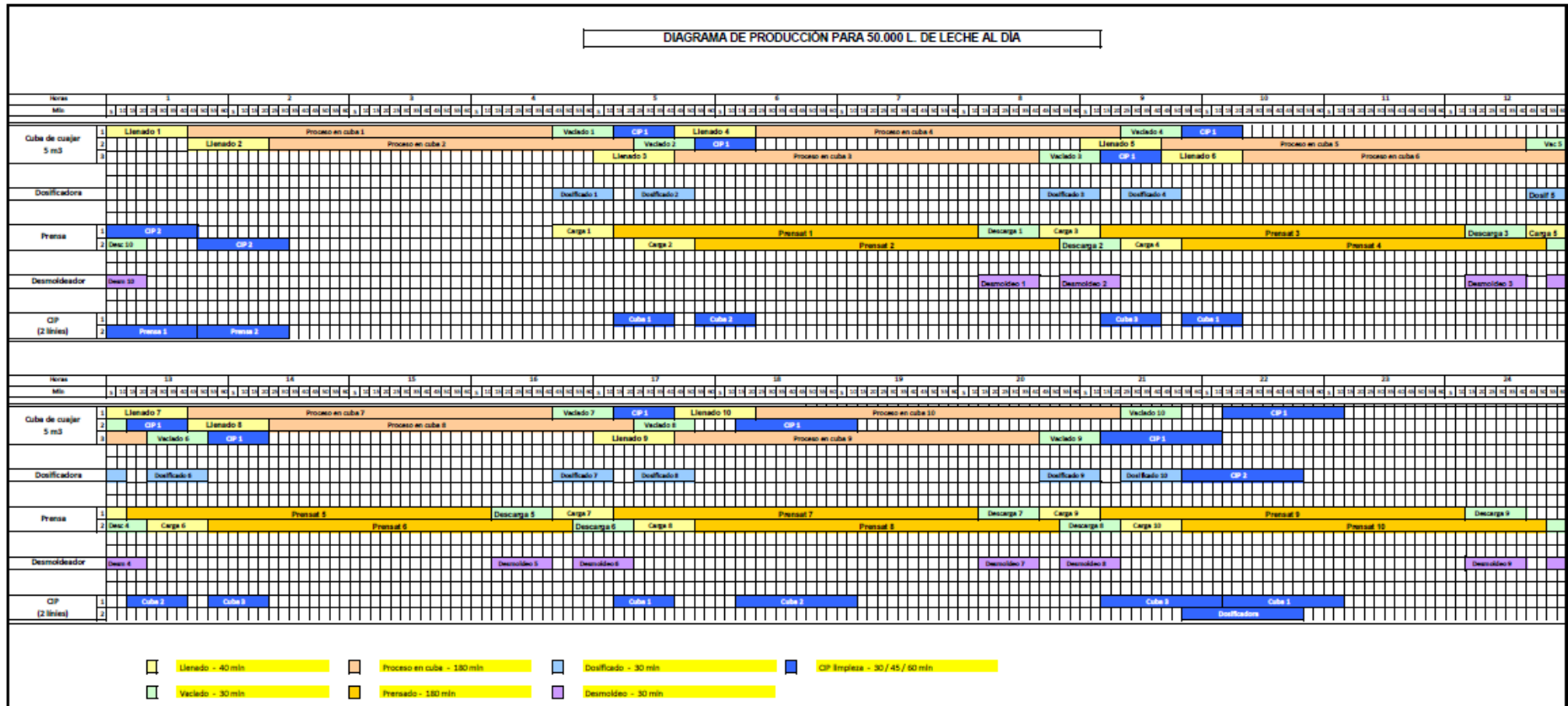
$$75 Tn * \frac{1000 kg}{1 Tn} * \frac{1u}{4 kg} = 18.750 u$$

$$18.750 u * \frac{1 caixa}{6 u} = 3.125 caixes \sim 3.200 caixes$$

$$3.125 caixes * \frac{1 pallet}{16 caixes} = 196 pallets \sim 200 pallets$$

Com ja n'hi ha d'existents, només s'hauran d'afegir **1.280 caixes i 80 pallets**.

### 3.2 Diagrama de Producció de la Planta Automàtica



### 3.3 Càlculs de la Planta Automàtica

Aquesta planta estarà formada pels següents equips, els quals disposaran de les capacitats unitàries següents:

	Unitats	Capacitat (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	3	5
<b>Dosificadora</b>	1	5
<b>Premsa</b>	2	5
<b>Desmoldejador</b>	1	5

Taula 19: Capacitat productiva dels equips que conformen la planta.

Cada sistema exposat a la taula anterior, estarà format pel seguit d'operacions, les quals tindran els temps de cicle que es mostren a continuació:

	Operacions	Temps de cicle (min)
<b>Cubes de quallar</b>	Emplenat	40
	Processat	180
	Buidat	30
	CIP	30
	<b>Total</b>	<b>280</b>
<b>Dosificadora</b>	Dosificat i moldeig	<b>30</b>
<b>Premsa</b>	Càrrega	30
	Premsat	180
	Descàrrega	30
	<b>Total</b>	<b>240</b>
<b>Desmoldejador</b>	Desmoldeig	<b>30</b>

Taula 20: Temps de cicle de cada equip.

Igual que a la planta semiautomàtica, el temps de CIP i el temps disponible diari de cada sistema, seguiran sent els mateixos.

	Temps CIP diari ( min )	Temps diari disponible ( h )
Cubes de quallar	30	23,5
Dosificadora	60	23
Premsa	45	23,25
Desmoldejador	0	24

Taula 21: Temps de CIP i temps disponible diari de cada equip.

Mentre que la capacitat productiva diària augmentarà respecte a la planta semiautomàtica, com es pot observar a la següent taula:

	Capacitat productiva diària (m3)
Cubes de quallar	76
Dosificadora	230
Prensa	58
Desmoldejador	240

Taula 22: Capacitat productiva màxima diària de cada equip.

Els 10 cicles productius establerts en el diagrama de producció anterior, ens determina una capacitat diària de 50 m3 de llet (5 tones de formatge fresc premsat).

També, es veu que el grau d'ocupació de cada sistema variarà. A continuació, s'han calculat els nous valors de treball que assoliran:

	Grau d'ocupació
<b>Cubes de quallar</b>	66%
<b>Dosificadora</b>	22%
<b>Prensa</b>	86%
<b>Desmoldejador</b>	21%

Taula 23: Grau d'ocupació de cada equip.

La capacitat màxima productiva anual (100% d'ocupació) que s'assolirà per aquesta planta, segons el nombre de dies treballats a la setmana passarà a ser:

Dies laborals / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	11.000	13.200	15.400

Taula 24: Capacitat productiva màxima segons dies laborals.

On aquests valors anterior, s'han trobat mitjançant un càlcul per a diferents nivells d'activitat, els dies setmanals laborals necessaris i el grau d'ocupació que això comportarà.

Com es pot observar a la taula següent:

Activitat anual ( m3 )	Dies laborals / setmana	% Ocupació
6.250	5	57%
6.750	5	61%
7.250	5	66%
7.750	5	70%
8.250	5	75%
8.750	5	80%
9.250	5	84%
9.750	5	89%



10.250	5	93%
10.750	5	98%
11.250	6	85%
11.750	6	89%
12.250	6	93%
12.750	6	97%
13.250	7	86%
13.750	7	89%
14.250	7	93%
14.750	7	96%
15.250	7	99%
15.400	7	100%

Taula 25: Capacitat productiva segons dies laborals necessaris.

Respecte el nombre d'operaris de mà d'obra directa per dur a terme cada un dels processos i operacions, es mostren a la següent taula:

Procés	Operació	Mà d'obra directa (operaris / torn)
<b>Elaboració de formatge</b>	Coagulació quall	1
	Dosificat i moldeig	1
	Premat	1
	Desmoldeig	1
	Transport i rentat	0
<b>Salador</b>		1
<b>Condicionament</b>		1
<b>Envasat</b>		1
<b>Maduració i conservació</b>	Encaixat caixes maduració	1
	Control i emmagatzematge	2
	<b>TOTAL:</b>	10

Taula 26: Mà d'obra directa de la Planta Automàtica.

A la taula anterior, es veu que es reduiria la mà d'obra directa fins a 10 operaris per torn. Conseqüentment, el cost de mà d'obra diari passaria a ser de 2.880 €, un valor bastant més inferior que l'altra alternativa.

## 4 1ª Fase d'Ampliació

### 4.1 Càlculs previs

#### 4.1.1 Línia d'elaboració de formatge

Respecte la planta automàtica, s'afegiria una quarta cuba de 5 m<sup>3</sup> i dos premses més del mateix format.

Per cobrir la producció diària que es voldria assolir, es necessitarien el número de motlles i tapes per el buidat de les quatre cubes (emplenat de les quatre premses), calculat a continuació:

$$\frac{5.000L}{cuba} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1u}{4 kg} = 125 \frac{u}{cuba} * 4 cubes = 500 u$$

Com se'n tenen 300 existents (250u de la planta manual i 50u de la planta automàtica), s'afegiran **250 motlles i tapes** més, on els 50 sobrants serveixen per agilitzar el procés, igual que abans.

#### 4.1.2 Salat

El salador segueix sent 'tipus gàbia', però haurà de cobrir més producció:

$$85.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 Kg} * = 8,5 \frac{t}{dia} * \frac{1 dia}{24h} * 16hores \sim 6 t \rightarrow 12 cubes$$

Sabent la producció que s'ha de cobrir, la millor opció es modificar i ampliar el salador existent amb dos pisos més a cada contenidor, abans que substituir-lo. Així que ara el salador estarà format per **4 contenidors G3012/6**, els quals tindran 6 pisos.

#### 4.1.3 Maduració

En aquest cas, la capacitat màxima d'emmagatzemat que haurà de tenir la càmera serà:

$$Temps de maduració del formatge fresc premsat = 15 dies$$

$$85.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 kg} * 15 dies = 12,75 t$$

On el número de caixes i pallets de maduració necessaris seran:

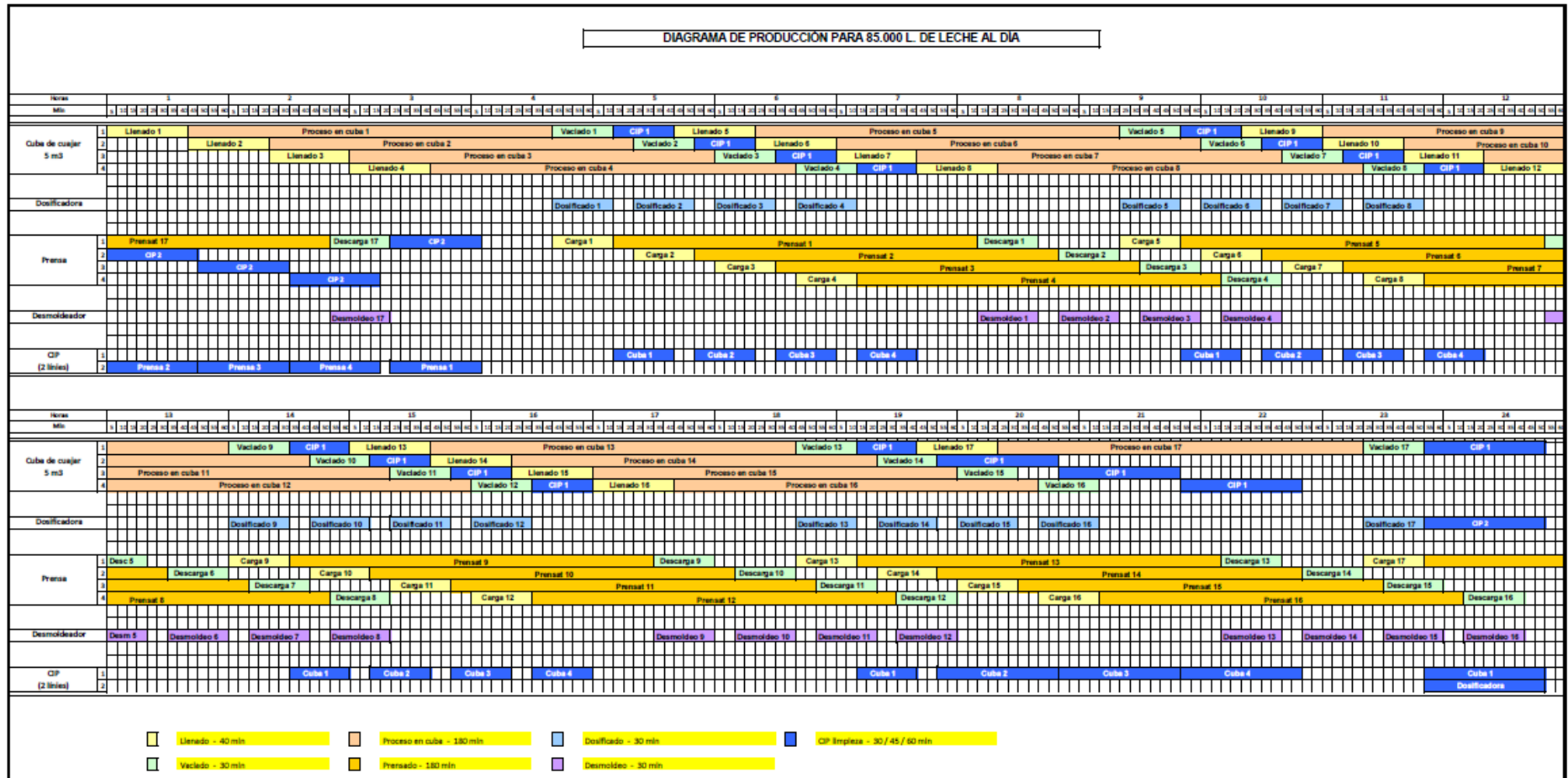
$$12,75 \text{ t} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} * \frac{1 \text{ u}}{4 \text{ kg}} = 31.875 \text{ u}$$

$$31.875 \text{ u} * \frac{1 \text{ caixa}}{6 \text{ u}} = 5.313 \text{ caixes} \sim 5.440 \text{ caixes}$$

$$5.313 \text{ caixes} * \frac{1 \text{ pallet}}{16 \text{ caixes}} = 333 \text{ pallets} \sim 340 \text{ pallets}$$

Per tant, s'haurien d'afegir **2.240 caixes i 140 pallets**.

## 4.2 Diagrama de Producció de la 1ª Fase d'Ampliació



### 4.3 Càlculs 1<sup>a</sup> Ampliació

Aquesta planta estarà formada pels següents equips, els quals disposaran de les capacitats unitàries següents:

	Unitats	Capacitat (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	4	5
<b>Dosificadora</b>	1	5
<b>Prensa</b>	4	5
<b>Desmotllador</b>	1	5

*Taula 27: Capacitat productiva dels equips que conformen la planta.*

Aquests sistemes tindran els mateixos temps de cycle, temps de CIP i temps disponible diari que a la Planta Automàtica exposats a la 'Taula 20 i 21'.

La diferència es trobarà per la capacitat productiva diària de cada sistema, la qual augmentarà fins a:

	Capacitat productiva diària (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	101
<b>Dosificadora</b>	230
<b>Prensa</b>	116
<b>Desmotllador</b>	240

*Taula 28: Capacitat productiva màxima diària de cada equip.*

Els 17 cicles productius establerts en el diagrama de producció, ens determinen una capacitat diària de 85 m3 de llet (5 tones de formatge fresc premsat).

On el grau d'ocupació de cada equip serà:

	Grau d'ocupació
<b>Cubes de quallar</b>	84%
<b>Dosificadora</b>	37%
<b>Prensa</b>	73%
<b>Desmotllador</b>	35%

*Taula 29: Grau d'ocupació de cada equip.*

La capacitat màxima productiva anual (100% d'ocupació) que s'assolirà per aquesta planta, segons el nombre de dies treballats a la setmana passarà a ser:

Dies laborables / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	18.700	22.440	26.180

*Taula 30: Capacitat productiva màxima segons dies laborals.*

On aquests valors anterior, s'han trobat mitjançant un càlcul per a diferents nivells d'activitat, els dies setmanals laborals necessaris i el grau d'ocupació que això comportarà. Com es pot observar a la taula següent:

Activitat anual ( m3 )	Dies Laborables / setm	% Ocupació
15.000	5	80%
16.000	5	86%
17.000	5	91%
18.000	5	96%
19.000	6	85%
20.000	6	89%
21.000	6	94%
22.000	6	98%
23.000	7	88%
24.000	7	92%
25.000	7	95%
26.000	7	99%
26.180	7	100%

Taula 31: Capacitat productiva segons dies laborals necessaris.

Respecte el nombre d'operaris de mà d'obra directa per aquesta nova planta, es mostren a continuació:

Procés	Operació	Mà d'obra directa (operaris / torn)
<b>Elaboració de formatge</b>	Coagulació quall	1
	Dosificat i moldeig	1
	Premsat	1
	Desmoldeig	1
	Transport i rentat	0
<b>Salador</b>		1
<b>Condicionament</b>		1
<b>Envasat</b>		1
<b>Maduració i conservació</b>	Encaixat caixes maduració	1
	Control i emmagatzematge	3
<b>TOTAL:</b>		<b>11</b>

Taula 32: Mà d'obra directa de la 1ª Fase d'Ampliació de la Planta Automàtica.

La única diferència respecte a la Planta Automàtica la trobem en el control i emmagatzemat en el procés de maduració i conservació, on s'afegeix un operari més degut a l'increment productiu.

Així que el cost de mà d'obra diari passaria a ser de 3.168 €.

## 5 2ª Fase d'Ampliació

### 5.1 Càlculs previs

#### 5.1.1 Línia d'elaboració de formatge

Respecte a la 1ª fase d'ampliació, s'afegirien dos cubes de 10 m<sup>3</sup> i es modificarien les quatre premses existents, per poder apilar els motlles i tapes en 2 pisos i així realitzar un premsat doble.

Per cobrir la producció diària en aquesta segona ampliació, igual que abans, es necessitarien el número de motlles i tapes per el buidat de totes cubes (empenat de les quatre premses apilades). Per tant, s'afegiran **250 motlles i tapes** més.

#### 5.1.2 Salat

$$120.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 kg} = 12 \frac{t}{dia} * \frac{1 dia}{24h} * 16hores = 8 t$$

→ Buidat de 4 cubes de 10 m<sup>3</sup> i 8 cubes de 5 m<sup>3</sup>.

Igual que abans, per que es pugui cobrir la producció, s'haurà de tornar a modificar i ampliar el salador existent amb dos pisos més a cada contenidor. Així que ara el salador estarà format per **4 contenidors G3012/8**, els quals tindran 8 pisos.

#### 5.1.3 Maduració

En aquest cas, la capacitat màxima d'emmagatzemat que haurà de tenir la càmera serà:

*Temps de maduració del formatge fresc premsat = 15 dies*

$$120.000 \frac{L}{dia} * \frac{1 kg}{10 L} * \frac{1 t}{1000 kg} * 15 dies = 180 t$$

On el número de caixes i pallets de maduració necessaris seran:

$$18 t * \frac{1000 kg}{1 t} * \frac{1 u}{4 kg} = 45.000 u$$

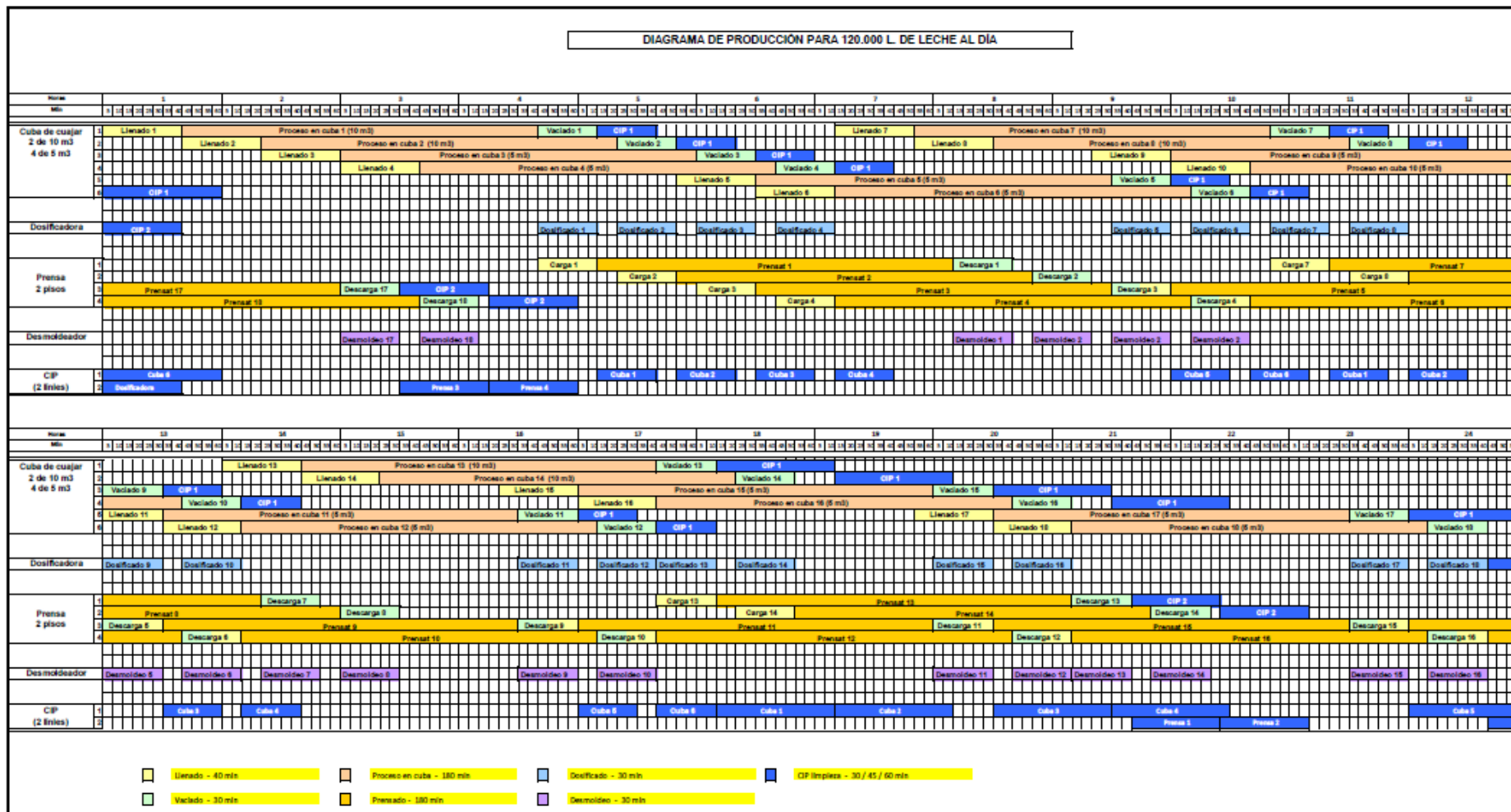
$$45.000 u * \frac{1 caixa}{6 u} = 7.500 caixes \sim 7.680 caixes$$



$$7.500 \text{ caixes} * \frac{1 \text{ pallet}}{16 \text{ caixes}} = 469 \text{ pallets} \sim 480 \text{ pallets}$$

De la mateixa manera que a la primera fase d'ampliació, s'haurien d'afegir **2.240 caixes i 140 pallets**.

### 5.1.4 Diagrama de Producció de la 2ª Fase d'Ampliació



### 5.1.5 Càlculs 2<sup>a</sup> Ampliació

Aquesta planta estarà formada pels següents equips:

	Unitats	Capacitat (m3)
<b>Cubes de quallar</b>	4	5
	2	10
<b>Dosificadora</b>	1	5
<b>Prensa</b>	4	5
<b>Desmoldejador</b>	1	5

Taula 33: Capacitat productiva dels equips que conformen la planta.

Igual que a la primera fase d'ampliació, els sistemes tindran els mateixos temps de cicle, temps de CIP i temps disponible diari que a la Planta Automàtica. Veure 'Taula 20 i 21'.

Els 18 cicles productius establerts en el diagrama de producció, on 12 són de 5m<sup>3</sup> i 6 de 10m<sup>3</sup>, ens determinen una capacitat diària de 120 m<sup>3</sup> de llet (12 tones de formatge fresc premsat) i un grau d'ocupació de:

	Grau d'ocupació (%)
<b>Cubes de quallar</b>	60
<b>Dosificadora</b>	39
<b>Prensa</b>	75
<b>Desmoldejador</b>	38

Taula 34: Grau d'ocupació de cada equip.

La capacitat màxima productiva anual (100% d'ocupació) que s'assolirà per aquesta planta, segons el nombre de dies treballats a la setmana passarà a ser:

Dies laborals / setmana	5	6	7
Capacitat anual ( m3 )	26.400	31.680	36.960

Taula 35: Capacitat productiva màxima segons dies laborals.

On aquests valors màxims s'han trobat mitjançant un càlcul per a diferents nivells d'activitat, com es pot observar a la taula següent:

Activitat anual ( m3 )	Dies laborals / setmana	% Ocupació
20.000	5	76%
21.000	5	80%
22.000	5	83%
23.000	5	87%

24.000	5	91%
25.000	5	95%
26.000	5	98%
27.000	6	85%
28.000	6	88%
29.000	6	92%
30.000	6	95%
31.000	6	98%
32.000	7	87%
33.000	7	89%
34.000	7	92%
35.000	7	95%
36.000	7	97%
36.960	7	100%

*Taula 36: Capacitat productiva segons dies laborals necessaris.*

Com a la primera ampliació, es manté el nombre d'operaris de mà d'obra directa i consegüentment el cost diari de producció.