

SMART THERMO SL

Business Case 1

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial



Indice

- 1. DEFINICIÓN DE PRODUCTO**
- 2. PROCESO PRODUCTIVO**
- 3. RECURSOS MATERIALES (BOM)**
- 4. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN**
- 5. EMPRESA**
 - a. DEFINICIÓN**
 - b. ESTRUCTURA RRHH**
 - c. ORGANIGRAMA**
 - d. INSTALACIONES**
 - e. DEMANDA**

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Permite

- Ajustar la temperatura de la bebida.
- Conservar en largos periodos la temperatura interior.
- Monitorizar el estado del líquido.
- Gestionar táctilmente las características del contenido en el mismo envase.
- Controlar las características vía APP.
- Agitar el contenido del recipiente

No permite

- El uso para cualquier tipo de contenido.
- Realizar funciones de calentado o enfriado sin batería.
- Lavado en lavavajillas.
- Uso de cargadores genéricos.
- Uso en microondas.
- Uso para cocina.

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

	Smart Thermo Coffee	Smart Thermo Healthy	Smart Thermo Sport	Smart Thermo Babies
Bebidas	Café y té	Bebidas de tratamiento	Bebidas hidratantes y batidos	Bebidas para recién nacidos
Concepto	Se ajusta a la temperatura para beber un café o té idéal. Monitoriza y controla el estado del café o té.	Mantiene correctamente las bebidas para enfermos con un seguimiento horario. Se ajusta a dietas y monitoriza el estado.	Mezcla y mantiene en buen estado las bebidas para el gimnasio. Alarmas después de largos período sin hidratarse.	Evalúa y controla el estado de las bebidas. Mantiene las características para recién nacidos.

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

En función del tipo de uso que queremos dar a nuestro Smart Termo, propondremos una de las variantes que presentamos a continuación:

Variante	Contiene un regulador	Incorpora un agitador electromecánico	Presenta un software
SHAKE	No	Si	Sport Healthy
THERMOS	Si	No	Coffee
PREMIUM	Si	Si	Babies

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Capacidad:	500 ml ó 1000 ml
Dimensiones (forma cilindro):	R= 60 / 90 mm H = 210 / 300 mm
Ratio temperaturas:	MAX: 65 - 55° MIN: 3 - 5°
Material externo:	Estructura metálica aislante + cobertura polimerica
Material interno:	Estructura de acero inoxidable (láminas)
Autonomía:	5 +/- 1 h (en uso) 12 +/- 2 h (sin uso)

PROCESO PRODUCTIVO

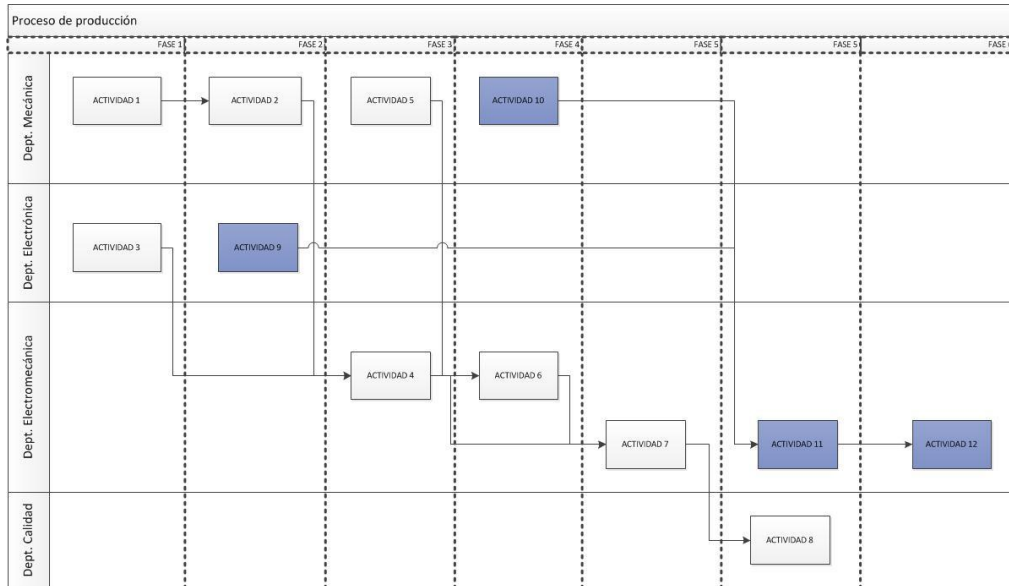
Líneas productivas:

- Moldeado y tratamiento de chapa -> Estructura metálica
- Recubrimientos de plástico y polímeros -> Recubrimiento exterior y accesorios
- Sistemas de temperatura-> Resistencia eléctrica y sistemas de control y medida de temperatura
- Sistema de agitación -> Agitador y motor eléctrico con sensor de potencia
- Sistema de control:
 - Hardware -> Ensamblaje de hardware y control preliminar de funcionamiento
 - Software -> Desarrollo, instalación y actualización de software específico para termo y smartphone
- Montaje, control de calidad y embalaje

Departamentos:

- Mecánica
- Electrónica
- Electromecánica
- Calidad
- Dirección
- Recursos humanos

PROCESO PRODUCTIVO



ACTIVIDAD DEFINICIÓN

- 1 Mecanizado estructura interior
- 2 Mecanizado y acoplamiento resistencia
- 3 Configuración microprocesador thermal
- 4 Acoplamiento hardware a estructura
- 5 Mecanizado estructura exterior + tratamiento
- 6 Acoplamiento superficie polimérica
- 7 Ensamblaje estructura interior y exterior
- 8 Control calidad estructura thermo
- 9 Configuración software plastic toppe
- 10 Mecanizado polimérico plastic toppe
- 11 Ensamblaje final plastic toppe
- 12 Control calidad plastic tupper

RECURSOS MATERIALES (BOM)

		SHAKE	THERMOS	PREMIUM
Estructura del termo	Láminas de aceros inoxidable	V	V	V
	Polimeros	V	V	V
	Aluminio	V	V	V
Elementos electro-mecanicos	Resistencia eléctrica		V	V
	Motor eléctrico	V		V
	Regulator de potencia	V		V
	Agitador	V		V
	Sensor de temperatura		V	V
	Hardware	V	V	V
Software		Sport & Healthy	Coffee & Tea	Babies

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

Los materiales deben ser lo suficientemente inertes como para que sus componentes no tengan un efecto negativo en la salud de los consumidores ni influyan en la calidad de los alimentos tal que:

- No deben representar un **peligro para la salud humana**,
- Provocar **modificaciones inaceptables de la composición** de los alimentos o bebidas
- Provocar **alteraciones de las características organolépticas** de éstas.



NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

NORMATIVA ESPECÍFICA

- [Reglamento \(CE\) 1935/2004, de 27 de octubre de 2004](#), del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos de manera que se garantiza que todos los materiales que se ponen en el territorio comunitario cumplen los mismos requisitos de calidad
- [Reglamento \(CE\) 2023/2006, de 22 de diciembre de 2006](#), de la Comisión, sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.



Generalitat de Catalunya
**Agència Catalana
de Seguretat Alimentària**

aecosan

agencia española
de consumo,
seguridad alimentaria y nutrición



NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

- UNE-EN 12546-1:2000 - Materiales y artículos en contacto con alimentos. Recipientes aislantes para uso doméstico. Parte 1: Especificaciones para material para vacío, frascos aislantes y jarras.
- ESTÁNDAR GENERALES DE LA EMPRESA
 - ISO 9001:2015 - Gestión de Calidad
 - ISO 14001:2015 - Gestión Medioambiental



EMPRESA

Smart Thermo SL busca aplicar tecnología de **transferencia térmica, electrónica y IoT** para ofrecer el máximo rendimiento a sus clientes que necesitan llevar su bebida a todas partes.

La core competence de la compañía es la tecnología digital de los **sensores térmicos** y su **interconectividad**.

El objetivo primordial del grupo es ofrecer toda una gama de termos que permita, mediante una continua filosofía, mejorar el nivel de la vida y ayudarnos a desarrollar un conjunto de experiencias únicas.

EMPRESA – ESTRUCTURA RRHH

Macro vista

Origen: España

Superficie total: 4000 m2

- Almacén: 2000 m2
- Planta: 1500 m2
- Oficinas: 500 m2

Capacidad: 500.000 uts/any

Turnos disponibles: 2 turnos

Calendario laboral: 250 días disponibles

Empleados: 94 personas

Micro vista

Cargo de dirección General: 1 persona

Cargo de dirección: 4 personas

Jefe de departamento: 10 personas

Empleados RRHH: 3 empleados

Empleados Financiero: 3 empleados

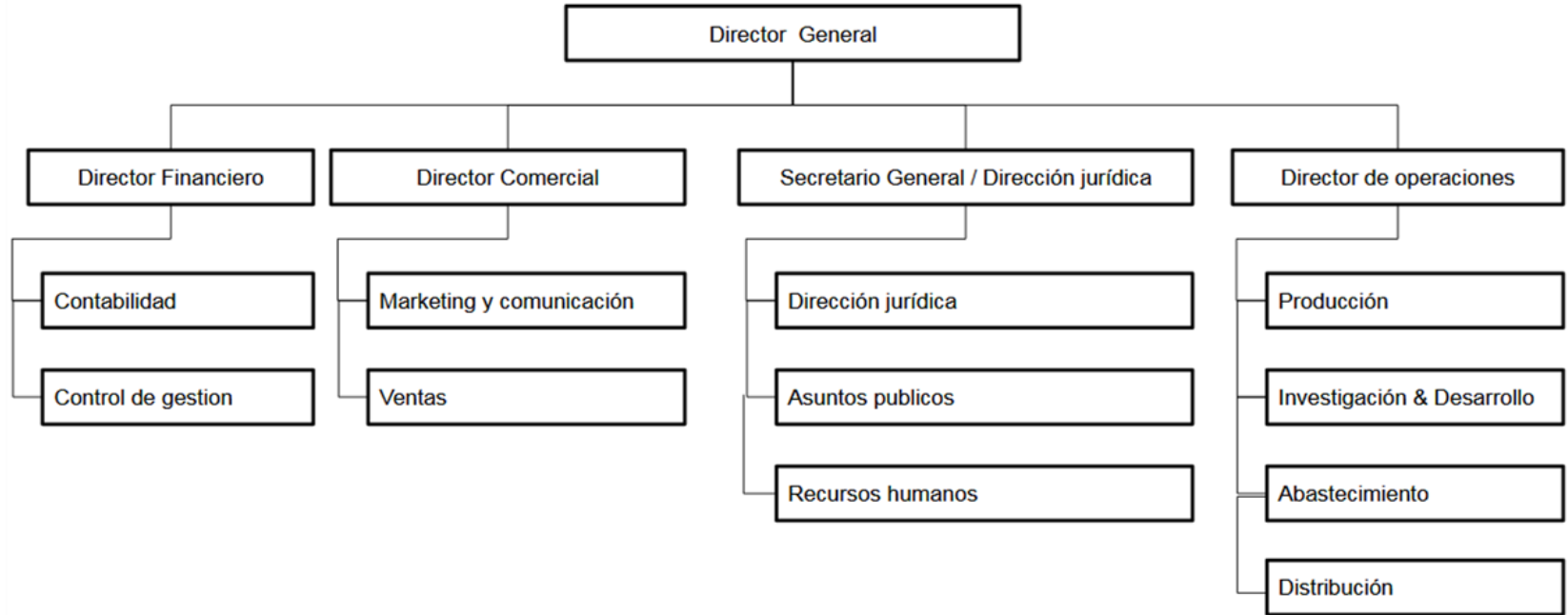
Empleados Comercial: 12 empleados

Empleados Secretaria General: 2 empleados

Empleados Producción: 59

- Logística: 8
- Mantenimiento: 4
- Producción: 26
- Calidad (I+D): 3
- Coordinadores: 8

EMPRESA - ORGANIGRAMA



EMPRESA - INSTALACIONES

Instalaciones logística:

- Muelle de carga y descarga de camiones
- Carretillas elevadoras eléctricas
- Almacén de producto acabado
- Almacén de materias primas
 - Acero inox y aluminio
 - Componentes hardware
 - Polímero

Instalaciones Calidad:

- Zona de ensayos de control temperatura
- Zona de ensayos destructivos
- Zona de ensayos de sustancias tóxicas

Instalaciones Producción:

- Línea de corte de chapa
- Línea de embutido y moldeado
- Línea de instalación de hardware
 - Bluetooth conexión APP
 - Agitador
 - Resistencia eléctrica
 - Batería
- Línea de instalación de software
- Línea de ensamblado
- Línea de agrupación y paletizado
- Cintas transportadoras

EMPRESA – DEMANDA 1/2

Coffe

<http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>
<https://www.cbi.eu/market-information/coffee/trade-statistics/>

Europa representa el 33% de consumo del café mundial

Consumo per cápita de café: 5,41 kg/año

Mercado potencial: 573 M personas

Exposición: 20 %

Duración del producto : 2 años

Mercado disponible: 114 M

Objetivo (0,05% consumidores café)= 286 650 consumidores

Healthy

<https://ec.europa.eu/health/indicators/echi/list/>

Población Europea: 500 M de personas

Población con enfermedad crónica: 0,5 %

Distribución de la riqueza: 20 %

Mercado potencial: 500 000

Exposición: 30 %

Duración del producto : 2 años

Mercado disponible: 150 000

Objetivo = 25 000 consumidores

EMPRESA – DEMANDA 2/2

Sport

https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/ebs_412_en.pdf

Población Europea: 500 M de personas
Población activa: 71 %
Porcentaje deportista (20-40 h/mes): 6 %
Distribución de la riqueza: 20 %

Mercado potencial: 4,3 M
Exposición: 40 %
Duración del producto : 2 años

Mercado disponible: 1,7 M
Objetivo = 150 000 consumidores

Babies

<https://ec.europa.eu/health/indicators/echi/list/>
<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tessi180&plugin=1>

Población Europea: 500 M de personas
Tasa de Natalidad: 1 %
Distribución de la riqueza: 20 %

Mercado potencial: 1 M
Exposición: 20 %
Duración del producto : 2 años

Mercado disponible: 200 000
Objetivo = 25 000 consumidores

SMART THERMO SL

Business Case 3

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Levit Bernat
Roca Miquel
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Indice

- 1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR** PÁG.3
- 2. ESPECIFICACIÓN DE RECURSOS** PÁG.9
- 3. DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE CARGA**
PÁG.11
- 4. EVALUACIÓN DE LAS CURVAS DE CARGA CON
LÍMITE DE RECURSOS** PÁG.15

DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE SMART THERMO EN EL MERCADO NORTEAMERICANO

OBJETIVO: Lanzar el producto dentro del mercado estadounidense por medio de la promoción en el sector (termos).

ALCANCE:

Las actividades que formarán parte del proyecto se engloban dentro de las siguientes acciones:

- Análisis de mercado a nivel financiero, económico y legal y operaciones relacionadas.
- Plan de marketing y movimientos orientados en el producto para el mercado USA.
- Producción de los lotes vinculados al proyecto.
- Operaciones logísticas de los lotes para el lanzamiento.
- Promoción del producto.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

DEPARTAMENTOS - ACTIVIDADES:

ETAPA	DESCRIPCIÓN	DEPARTAMENTO
V1	Estudio del mercado EUA	Ventas
F1	Fijación presupuesto del proyecto	Financiero
V2	Búsqueda de distribuidor / importador	Ventas
J1	Envío de muestras de Smart Termo para su homologación	Juridico
J2	Solicitud licencia de exportación FDA	Juridico
J3	Proceso de licencia exportación Smart Termo por la FDA para aprobación	Juridico
M2	Creación de merchandising para EUA (novedad)	Marketing
M1	Realización de catálogo comercial EUA	Marketing
M3	Creación de packaging export EUA	Marketing I+D
M4	Desarrollo web exclusiva para EUA	Marketing
M5	Construcción de la estrategia Marketing	Marketing
M6	Plan Marketing (calendario, coste, etc.)	Marketing
V3	Decidir tamaño de lote mínimo para lanzamiento a EUA	Ventas
V4	Confirmar orden de producción	Ventas + Dir General

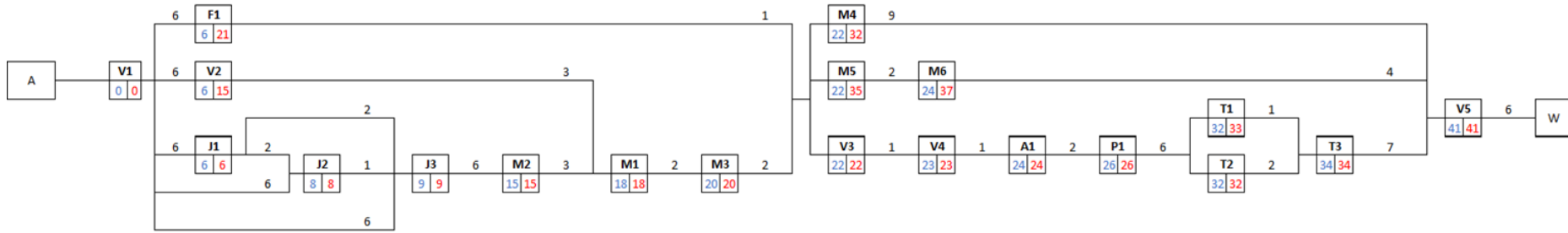
DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

DEPARTAMENTOS - ACTIVIDADES:

ETAPA	DESCRIPCIÓN	DEPARTAMENTO
A1	Aprovisionamiento de materiales para lote de lanzamiento	Abastecimiento
P1	Recepción de componentes y materia prima para fabricación	Producción
	Producción de lote de Smart Termo para lanzamiento	Producción
	Etiquetado manual de palets con destino EUA en vez de Stock Fábrica	Producción
	Recogida del lote para envío carga marítima	Abastecimiento
T1	Transporte mediante camión hacia aduanas	Transporte externo
T2	Espera de la carga para ser exportada (frecuencia)	Transporte externo
T3	Transporte de la carga mediante medios marítimos	Transporte externo
	Descarga de la carga en EUA	Transporte externo
	Control de aduanas del box importado	Aduanas EUA
	Transporte del contenedor hacia almacén de distribuidor	Transporte externo
	Redistribución de los Smart Termo en centros específicos del distribuidor	Distribuidor EUA
V5	Campaña de promoción	Ventas

DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

Diagrama de Roy:

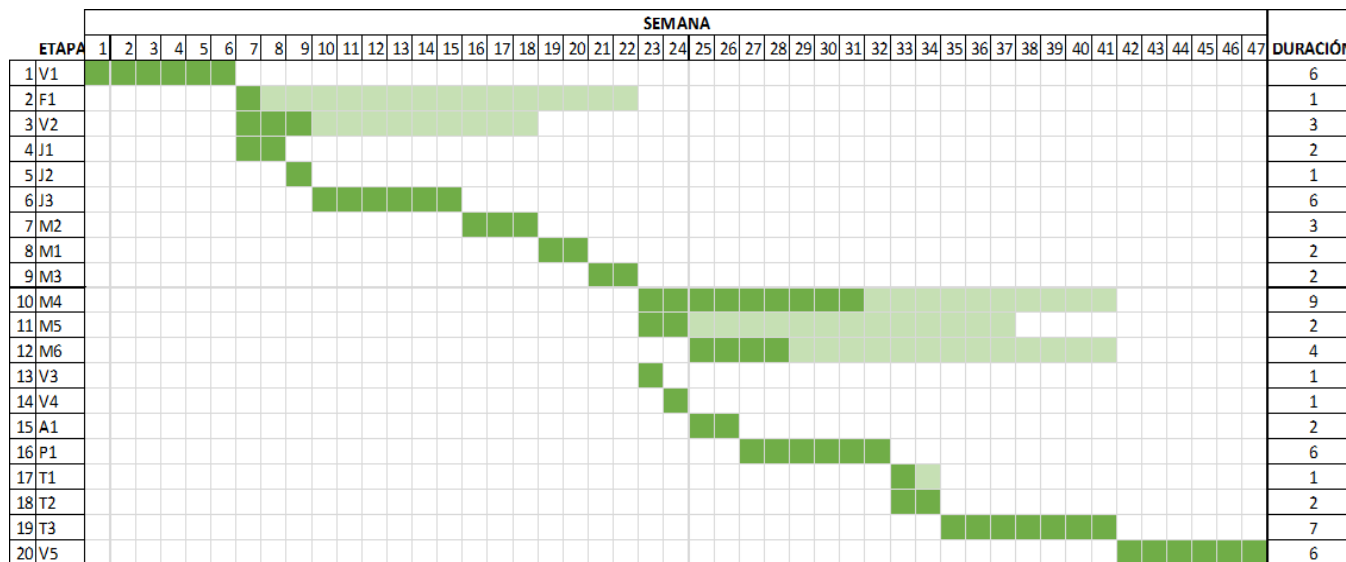



Nodos: Etapas del proyecto (Tiempo mínimo de inicio - Tiempo máximo de inicio)


Arco: Enlaces con etapas posteriores (Duración de la etapa)

DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

GANTT PROYECTO

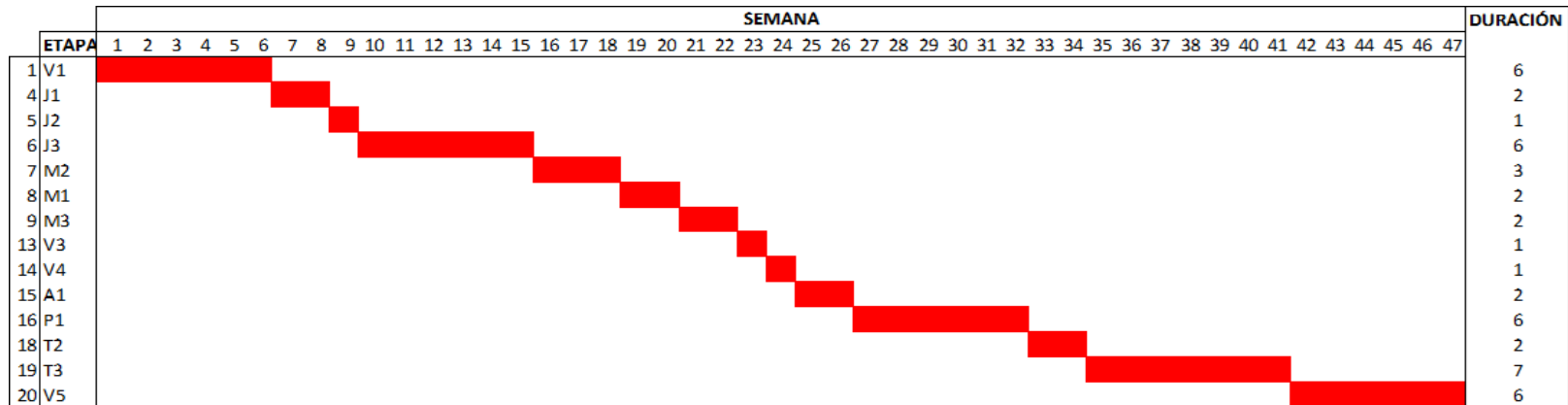


 Duración real actividad

 Holgura

DEFINICIÓN DEL PROYECTO SINGULAR

GANTT PROYECTO (Camino crítico)



Etapas camino crítico: {V1 - J1 - J2 - J3 - M2 - M1 - M3 - V3 - V4 - A1 - P1 - T2 - T3 - V5}

ESPECIFICACIÓN DE RECURSOS

Objetivo II: determinar la programación del proyecto delimitando las actividades con restricciones potenciales y acumulativas

Recursos:

Recursos humanos

- **Director general (Grupo profesional 1**
- **Responsables de departamento (Grupos profesionales 2)**
- **Shift leaders de producción (Grupo profesional 3)**

<https://www.boe.es/boe/dias/2017/06/19/pdfs/BOE-A-2017-7009.pdf>

Recursos económicos

- **Salarios establecidos en el convenio metalúrgico**
- **Necesidades específicas del proyecto singular (datos, recursos subcontratados, etc.)**

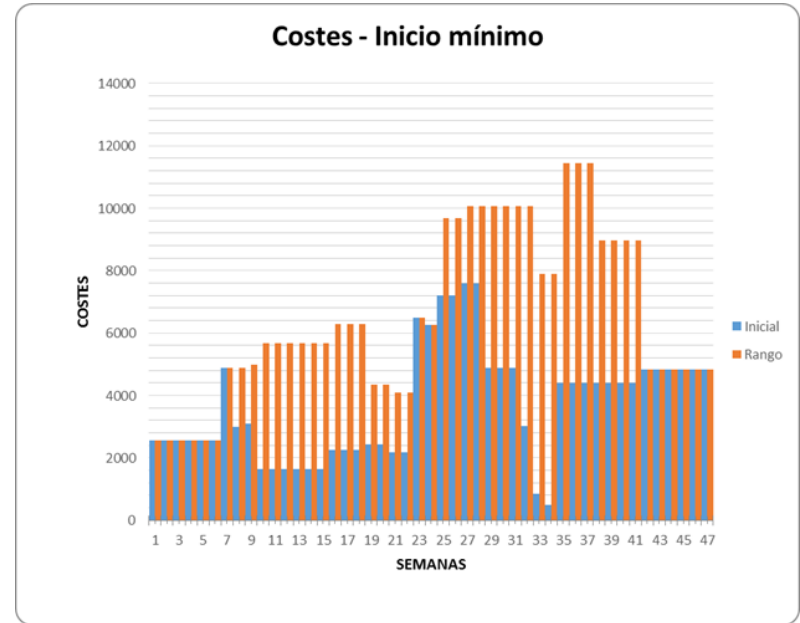
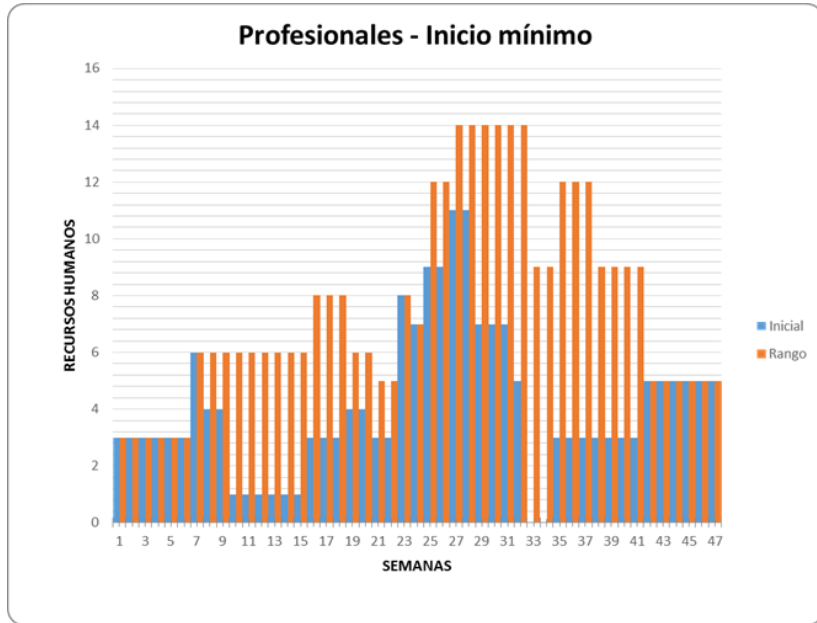
ESPECIFICACIÓN DE RECURSOS

Recursos:

ETAPA	DEPARTAMENTO	ACTIVIDAD	RRHH (profesionales/semana)	COSTES (€/semana)
V1	Ventas	Estudio del mercado EUA	3	2556,8
F1	Financiero	Fijación presupuesto del proyecto	2	1892,8
V2	Ventas	Busqueda de distribuidor / Importador	3	2139,2
J1	Jurídico	Envío de muestras de Smart Termo para su homologación	1	846,4
J2	Jurídico	Solicitud licencia de exportación FDA	1	946,4
J3	Jurídico	Proceso de licencia exportación Smart Termo por la FDA para aprobación	1	1646,4
M2	Marketing	Creación de merchandising para EUA (novedad)	3	2249,2
M1	Marketing	Realización de catálogo comercial EUA	4	2441,6
M3	Marketing I+D	Creación de packaging export EUA	3	2185,2
M4	Marketing	Desarrollo web exclusiva para EUA	2	1856,8
M5	Marketing	Construcción de la estrategia Marketing	3	2485,2
M6	Marketing	Plan Marketing (calendario, coste, etc.)	4	2713,6
V3	Ventas	Decidir tamaño de lote mínimo para lanzamiento a EUA	3	2139,2
V4	Ventas + Dir General	Confirmar orden de producción	2	1910,4
A1	Abastecimiento	Aprovisionamiento de materiales para lote de lanzamiento	3	2639,2
P1	Producción	Recepción de componentes y materia prima para fabricación	5	3016
	Producción	Producción de lote de Smart Termo para lanzamiento		
	Producción	Etiquetado manual de palets con destino EUA en vez de Stock Fábrica		
	Abastecimiento	Recogida del lote para envío carga marítima		
T1	Transporte externo	Transporte mediante camión hacia aduanas	0	350
T2	Transporte externo	Espera de la carga para ser exportada (frecuencia)		
T3	Transporte externo	Transporte de la carga mediante medios marítimos	3	4392
	Transporte externo	Descarga de la carga en EUA		
	Aduanas EUA	Control de aduanas del box importado		
	Transporte externo	Transporte del contenedor hacia almacén de distribuidor		
	Distribuidor EUA	Redistribución de los Smart Termo en centros específicos del distribuidor		
V5	Ventas	Campaña de promoción	5	4820

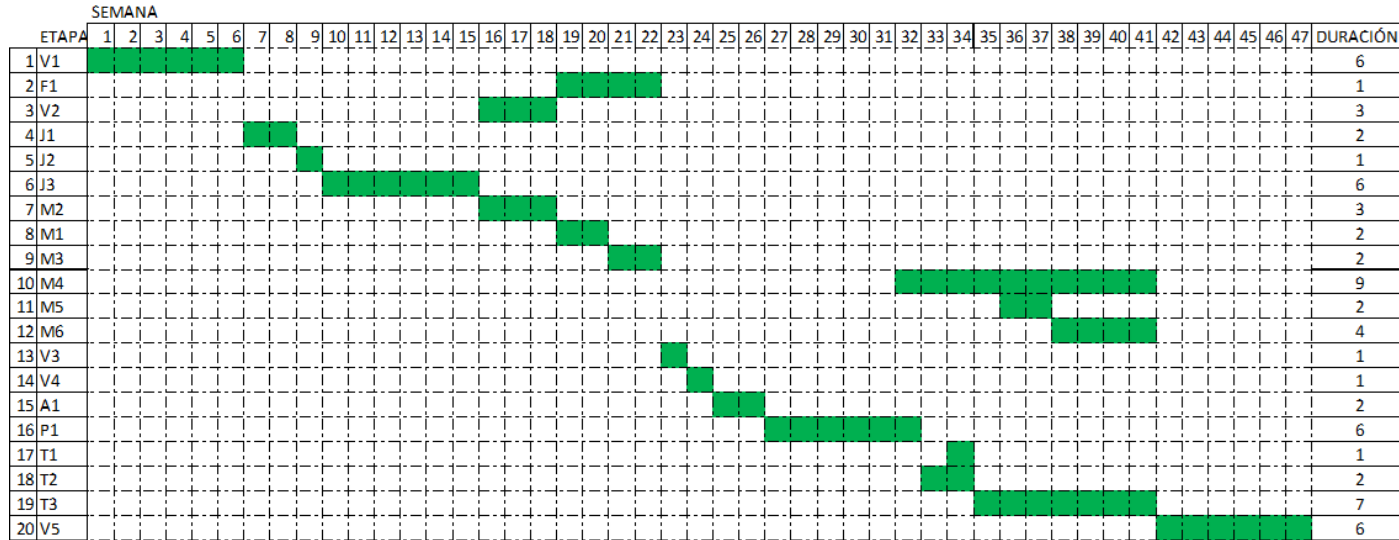
DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

Curvas de carga (inicio mínimo)



DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

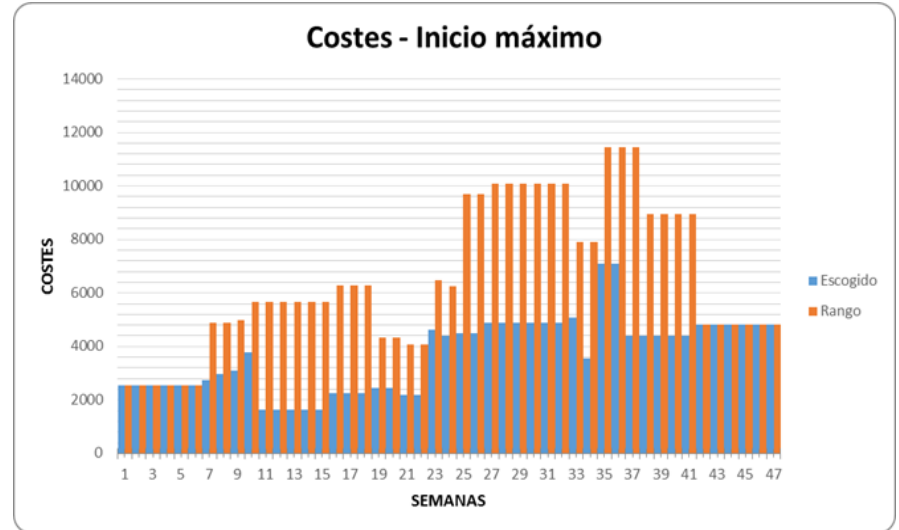
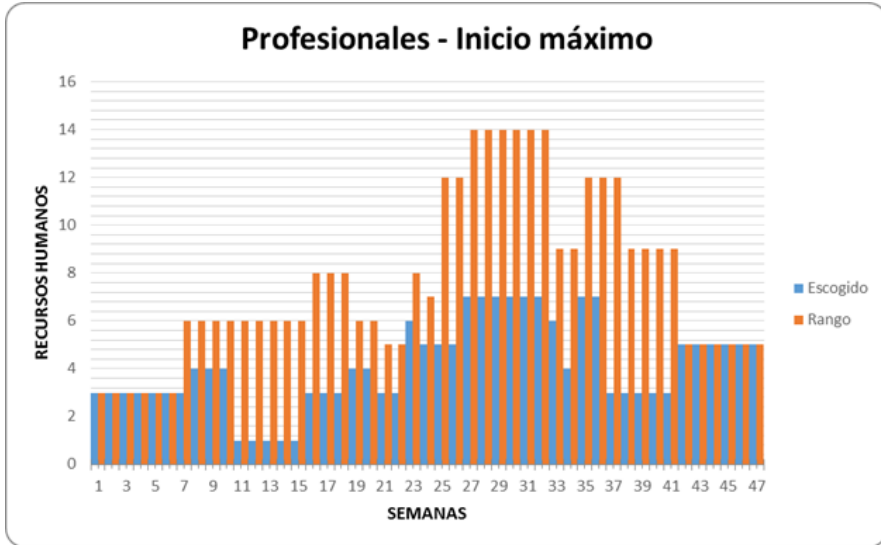
GANTT PROYECTO (inicio máximo)



█ Duración real actividad

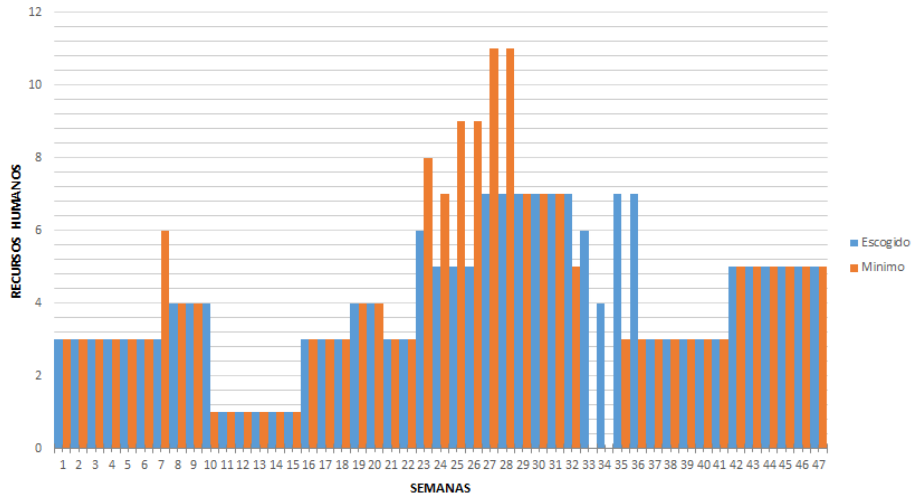
DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

Curvas de carga (inicio máximo)

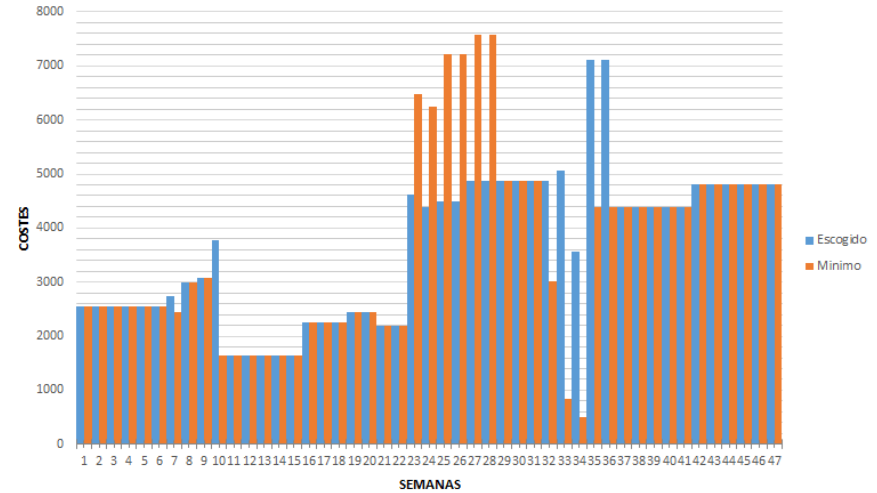


DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

Profesionales - Planificado



Costes - Planificado



DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

COMPARACIÓN RECURSOS HUMANOS

	RRHH máximos (profesionales/semana)	Semanas
Inicio mínimo	11	27 y 28
Inicio máximo	9	entre la 37 y 41
Planificado	7	entre la 27 y 32 entre la 35 y 36

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CARGA

COMPARACIÓN RECURSOS ECONÓMICOS

	Costes máximos (€/semana)	Semanas
Inicio mínimo	7500	27 y 28
Inicio máximo	8900	entre la 37 y 41
Planificado	7100	entre la 27 y 32 entre la 35 y 36

SMART THERMO SL

Business Case 4&5

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Índice

Business Case 4

1. **Demanda**
pg. 3
2. **Calendario**
pg. 5
3. **Coste fabricación**
pg. 7
4. **Coste stock**
pg. 11
5. **Capacidad**
pg. 17

Business Case 5

1. **Datos**
pg. 21

BUSINESS CASE 4

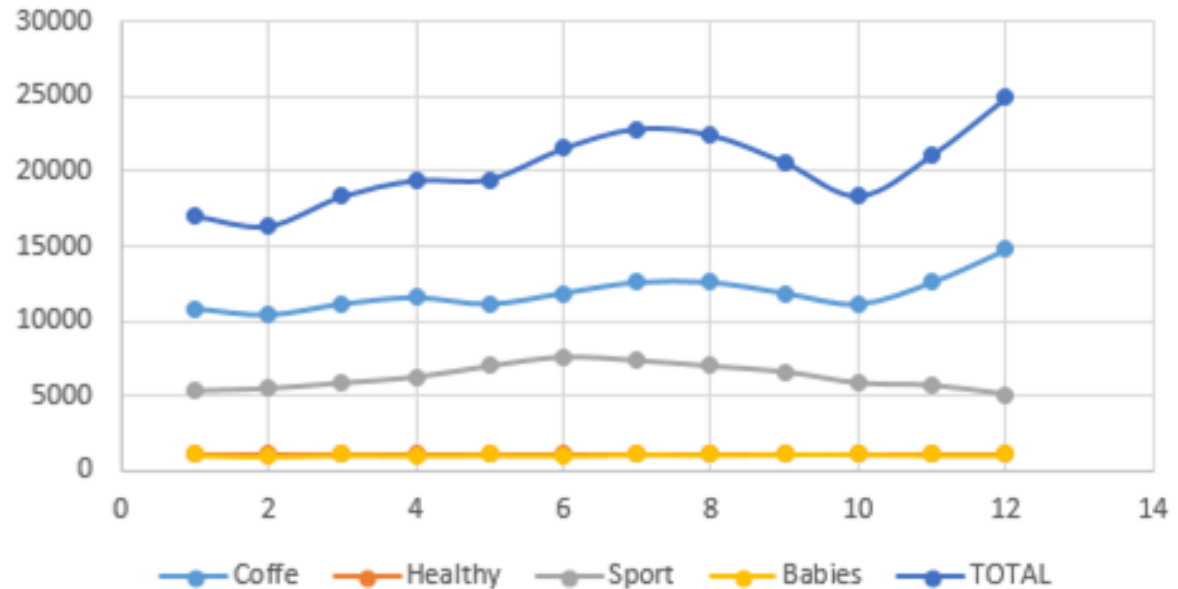
Demanda (1/2)

Reparto de la demanda



■ Coffe ■ Healthy ■ Sport ■ Babies

Demanda por mes y producto



Demanda (2/2)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	TOTAL
Coffe	10825	10380	11121	11566	11121	11863	12604	12604	11863	11121	12604	14828	142500
Healthy	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	12504
Sport	5290	5446	5835	6224	7002	7624	7391	7002	6613	5835	5679	5057	74998
Babies	1056	932	1047	1005	1045	1009	1083	1056	1091	1092	1039	1044	12499
TOTAL	17036	16326	18315	19404	19480	21550	22875	22459	20621	18360	21119	24956	242501

Calendario

Localización: Barcelona, Catalunya

Gener							Febrer							Març							Abril							
DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	
1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4				1	2	3	4				1				1
8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11	12
15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	15	16	17	18	19
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22	23	24	25	26
29	30	31					26	27	28					26	27	28	29	30	31									30

Maig							Juny							Juliol							Agost							
DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	
1	2	3	4	5	6					1	2	3					1							1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8	9
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15	9	10	11	12	13	14	15	16
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22	16	17	18	19	20	21	22	23
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30		23	24	25	26	27	28	29	23	24	25	26	27	28	29	30

Setembre							Octubre							Novembre							Desembre						
DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG	DL	DT	DC	DJ	DV	DS	DG
					1	2	1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4					1	2	
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	29	30	31					26	27	28	29	30			24	25	26	27	28	29	30

2 semanas de cierre total por vacaciones

Nuestro modelo de empresa se basa en firmar los mejores convenios con y para los trabajadores, ya que creemos que son el mejor recurso que tienen las empresas.

Por lo que cerraremos durante dos semanas durante el mes de Agosto y realizaremos labores de mantenimiento (pagando horas extras).

Calendario

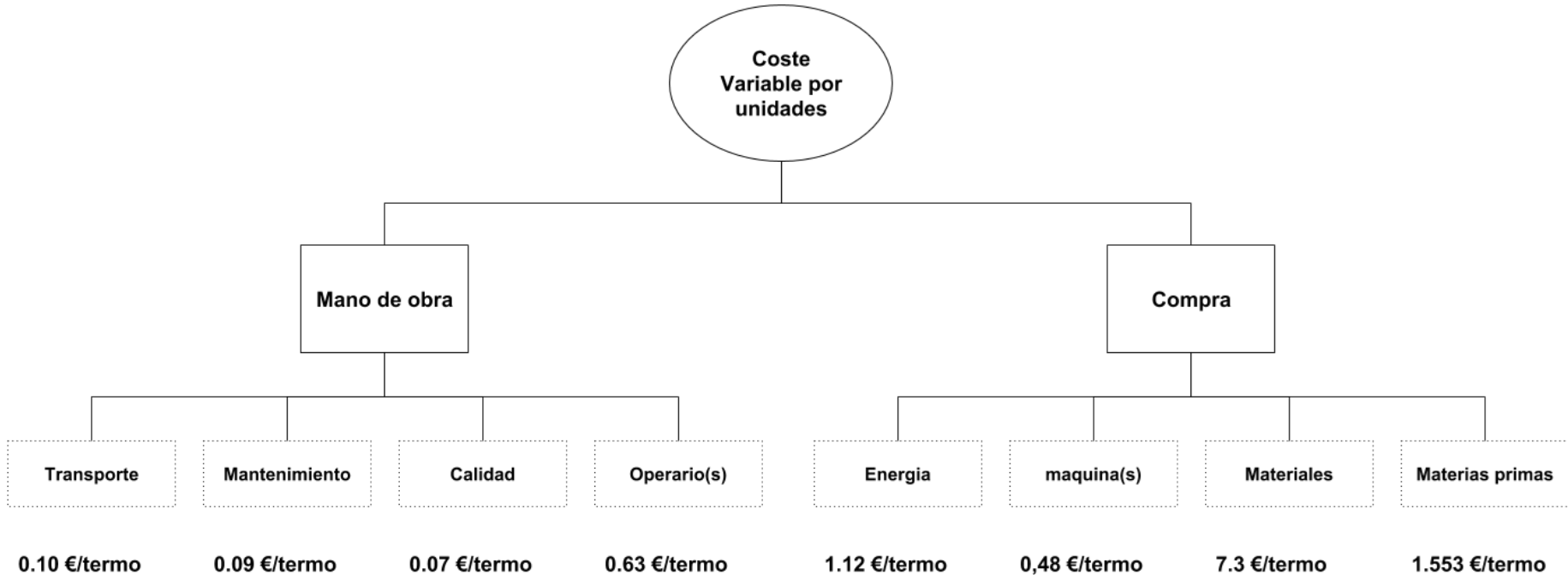
- Basado en el **Calendario Laboral 2018** (sábados, domingos y festivos):

MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dec
Días Lab.	21	20	21	20	22	21	22	12	19	22	21	17

- Al margen de los días festivos establecidos a nivel autonómico/nacional, los trabajadores tendrán derecho a 22 días de vacaciones (10 días obligatorios durante dos semanas en Agosto).

	Turno de mañana	Turno de tarde
Inicio	6:00	14:00
Finalización	14:00	22:00
Producción por turno	550 unidades	550 unidades

Costes de fabricación - Estructura



Costes de fabricacion – detalles 1/3

Materias primas : por el ratio de peso

- peso de un thermo: 1kg
- repartición del peso por materias: 40% inox, 30% polimero, 30% acero
- Precio de las materias primas: 2,15€/kg inox, 1,77€/kg polimero, 0,54€/kg acero

TOTAL: 1,553 €/termo

Materiales:

- resistencia térmica: 0,3 €/termo
- microprocesador: 4€/termo
- batería : 2€/termo (media del precio de una batería portátil de un teléfono)
- estructura: 1€/termo

TOTAL: 7,3 €/termo

Máquinas:

- Número de máquinas: 12 (1 y media por etapa)
- Precio medio de las máquinas: 40 000 €/maq
- Esperanza de vida de una máquina en termo: “Cap anual de prod” * “número de años“ /”num. maq” = 500 000 * 10 / 5 = 1 M.termo

TOTAL: 0,48€/termo (12.maq * 40 000 €/maq / 1 M.termo)

Costes de fabricacion - detalles 2/3

Energia:

- consumo en energía por empleado: 16 096 kWh/empleado
consumo de la industria de los equi por emp en francia / Num emp de la industria
- consumo en energía por empleado: 6.24 kWh/termo
consumo por empleado * Número de em / Prod al año
- precio del kWh : 0.18€/kWh

TOTAL: 1.12 €/termo

Operarios:

- Número de operario: 26.op (personales a la producción)
- Salario por hora: 6 €/h
- Trabajo por termo medio: 0.004h/op/termo (horas laborales al anos / Producción al anos)

TOTAL: 0.63€/termo

Mantenimiento:

- Número de operario: 4.op (personales mantenimiento)
- Salario por hora: 6 €/h
- Trabajo por termo medio: 0.004h/op/termo (horas laborales al anos / Producción al anos)

TOTAL: 0.10€/termo

Costes de fabricacion - detalles 3/3

Calidad:

- Número de operario: 3.op (personales a la producción)
- Salario por hora: 6 €/h
- Trabajo por termo medio: 0.004h/op/termo (horas laborales al anos / Producción al anos)

TOTAL: 0.09€/termo

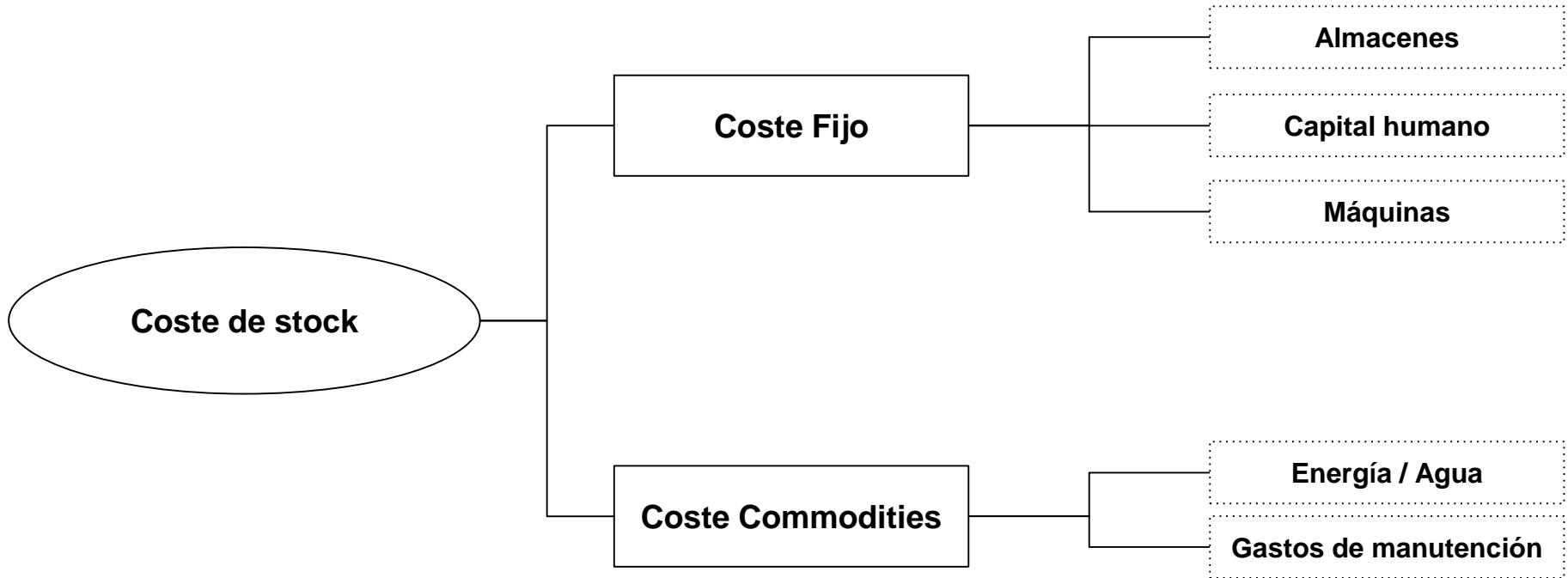
Transporte:

- Número de operario: 8.op (personales a la producción)
- Salario por hora: 6 €/h
- Trabajo por termo medio: 0.004h/op/termo (horas laborales al año / Producción al año)

TOTAL: 0.19€/termo

COSTE DE FABRICACIÓN: 11,343 €/termo

Costes de stock



Costes de stock - Fijo

Almacenes (5 años de amortización):

- tamaño de 20m x 40m x 10m
- Capacidad bruta de 8000 m³
- Capacidad neta de 6000 m³ y 1500 m³ son reservado para termos

TOTAL: 44.000 € → 2.434 € / mes

Máquinas (2 años de afa):

- 1 Cinta transportadora: 3.000 € → 125€ / mes
- 4 transpalet: 4.000 € → 333€ / mes

- 1 carretillas elevadoras: 6.000 € → 200€ / mes

TOTAL: 658 € / mes

Costes de stock – Fijo & Commodities

Otros costes (2 años de afa):

- estanterias: 4.500 € → 375 € / mes
- sistema EDV: 3.000 € → 125 € / mes

TOTAL: 625 € / mes

Coste de commodities:

- energia: 1.000 € / mes
- agua: 200 € / mes
- gastos de manutención: 1.500 € / mes

TOTAL: 2.700 € / mes

Costes de stock - Características del producto



CARACTERÍSTICAS:

Dimensiones (forma
cilindro):

R= 60 / 90 mm
H = 210 / 300 mm

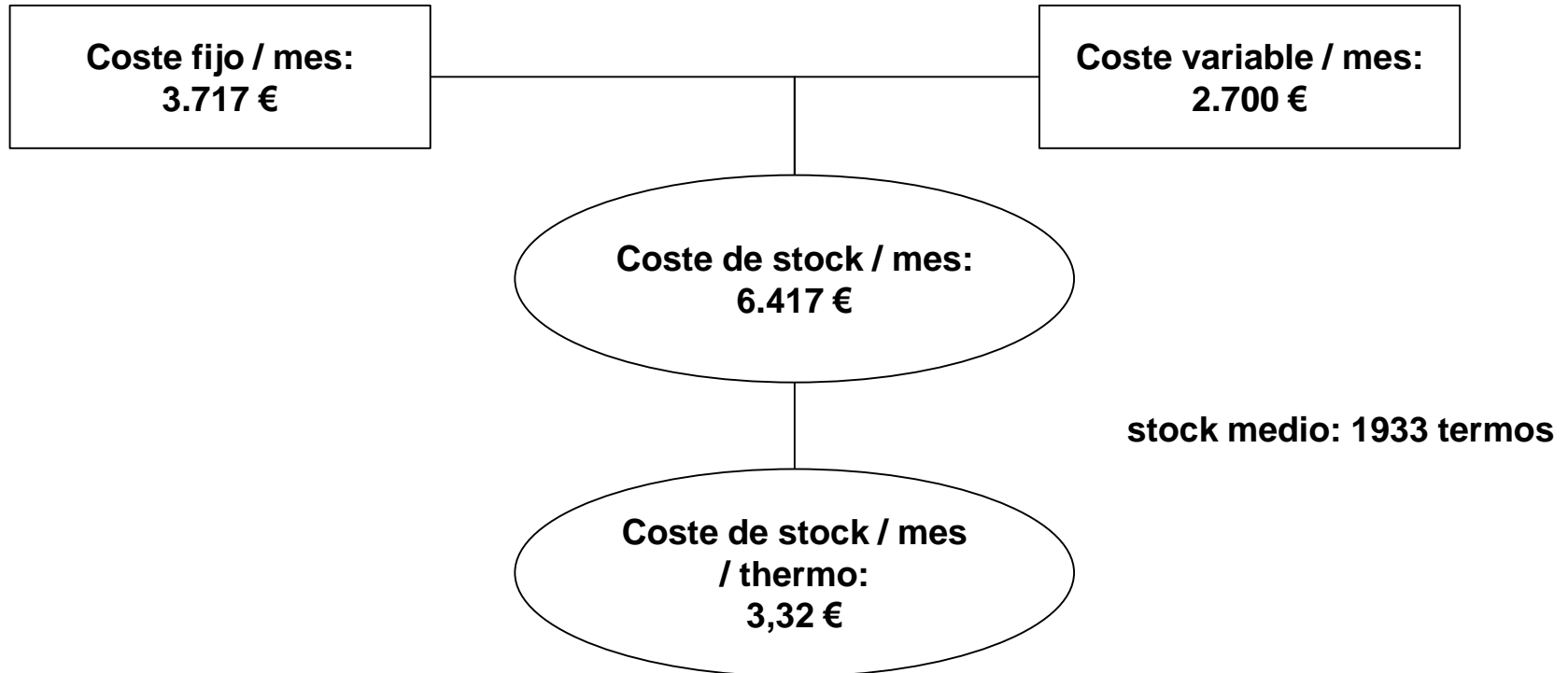
Volumen (max):

$\text{PI} * 90\text{mm} * 90\text{mm} * 300\text{mm} = 0,0077 \text{ m}^3$

Capacidad max. de stock:

$1.500 \text{ m}^3 / 0,0077 \text{ m}^3 = 194.508$

Costes de stock – vista general



Capacidad de las instalaciones

Actividad	Maquinaria	Tiempo de proceso(s)
Moldeado de la Chapa	Embutidora de cilindro hidráulico	5
Acoplamiento res. térmica y/o motor+agitador	Robot colocador + soldadura	20
Acoplamiento microprocesador	Robot colocador de microprocesador + soldadura	20
Pulido exterior del vaso + pintura	Centro de pintura + secado	10
Acoplamiento superficie polimérica	Centro de roscado	5
Instalación software (bluetooth)	Centro de informática	5
Control calidad	Inspección visual y de defectos en acero inox	10

Capacidad proyectada de las instalaciones

Actividad	Maquinaria	Tiempo de proceso (s)
Encajado de los termos	Encajadora wrap around (8ut)	20
Paletizado	Robot paletizador (15 cajas) = 120 termos	10 x 15 = 150 s
Enfardado	Robot enfardador	20

- Tiempo de procesado: 75 s / termo
- Tiempo de procesado: 620 s / caja
- Tiempo de procesado: 9450 s / palet
- Tiempo total: 2 turnos x 8 horas/turno = 16 horas/día
- Capacidad proyectada: 768 termo / dia
- Capacidad proyectada: 93 cajas / dia

Tamaño caja: 40 x 80 x 30 cm
Tamaño palet: 120 x 80 cm
Cajas por piso: 3 x 1 x 5



Capacidad real de las instalaciones

No se puede trabajar al 100 % de la capacidad proyectada

Se necesitan horas de trabajo de los empleados para mantenimiento preventivo y cambios de producto, limpiezas...

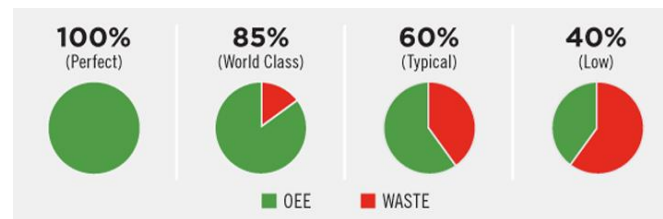
Se supone que el OEE de nuestra empresa está alrededor del 72 % como la mayoría de empresas de manufactura típicas con un cierto desarrollo tecnológico y con filosofía Lean

Calidad: 95 %

Eficiencia: 85 %

Disponibilidad: 90 %

Capacidad real = OEE · Capacidad proy
Cap. Real = 0,72 · 768 = 550 termo/día



BUSINESS CASE 5

DATOS

Calendario - Demanda

t (mes)	λt (días)	dt (unidades)	
1	Enero	21	17036
2	Febrero	20	16326
3	Marzo	21	18315
4	Abril	20	19404
5	Mayo	22	19480
6	Junio	21	21550
7	Julio	22	22875
8	Agosto	12	22459
9	Septiembre	19	20621
10	Octubre	22	18360
11	Noviembre	21	21119
12	Diciembre	17	24956

Costes

Coste		Valor
Cu1	Producción modalidad 1	11,343 €/und.
Cu2	Producción modalidad 2	11,343 €/und.
Cu3	Producción modalidad 3	22,686 €/und.
CI+	Exceso stock	3,32 €/und._mes
CI-	Defecto stock	6,64 €/und._mes

Capacidad

Turno	Capacidad
r1 (max)	550 u/día
r2 (max)	550 u/día
r3 (max)	ilimitado

Stock

$\alpha =$	0,1
$l_0 =$	1000 und.

Tasas de producción ajustadas

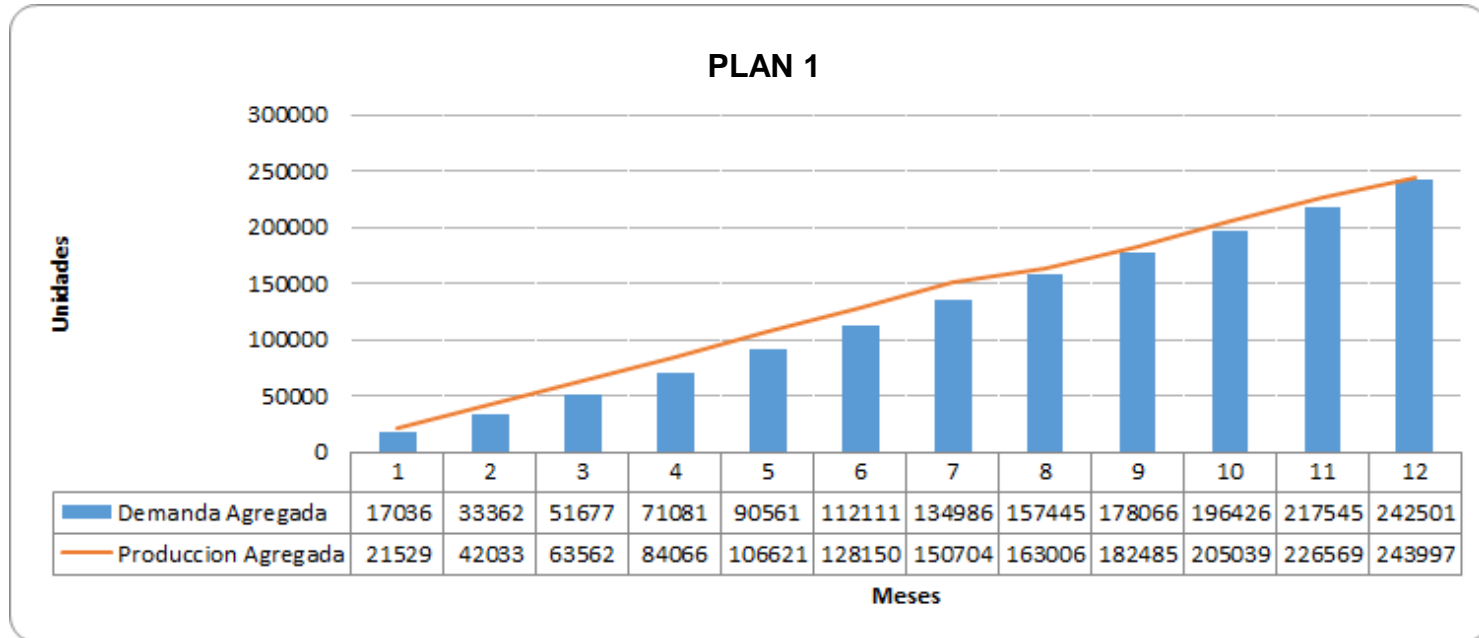
Tasas de producción mensuales

Mes	Lambda	Delta	d	I*	d^	D^	D^/Delta	d^/Lambda
				1000				
1	21	21	17036	1704	17740	17740	845	845
2	20	41	16326	1633	16255	33995	829	813
3	21	62	18315	1832	18514	52509	847	882
4	20	82	19404	1940	19512	72021	878	976
5	22	104	19480	1948	19488	91509	880	886
6	21	125	21550	2155	21757	113266	906	1036
7	22	147	22875	2288	23008	136274	927	1046
8	12	159	22459	2246	22417	158691	998	1868
9	19	178	20621	2062	20437	179128	1006	1076
10	22	200	18360	1836	18134	197262	986	824
11	21	221	21119	2112	21395	218657	989	1019
12	17	238	24956	2496	25340	243997	1025	1491

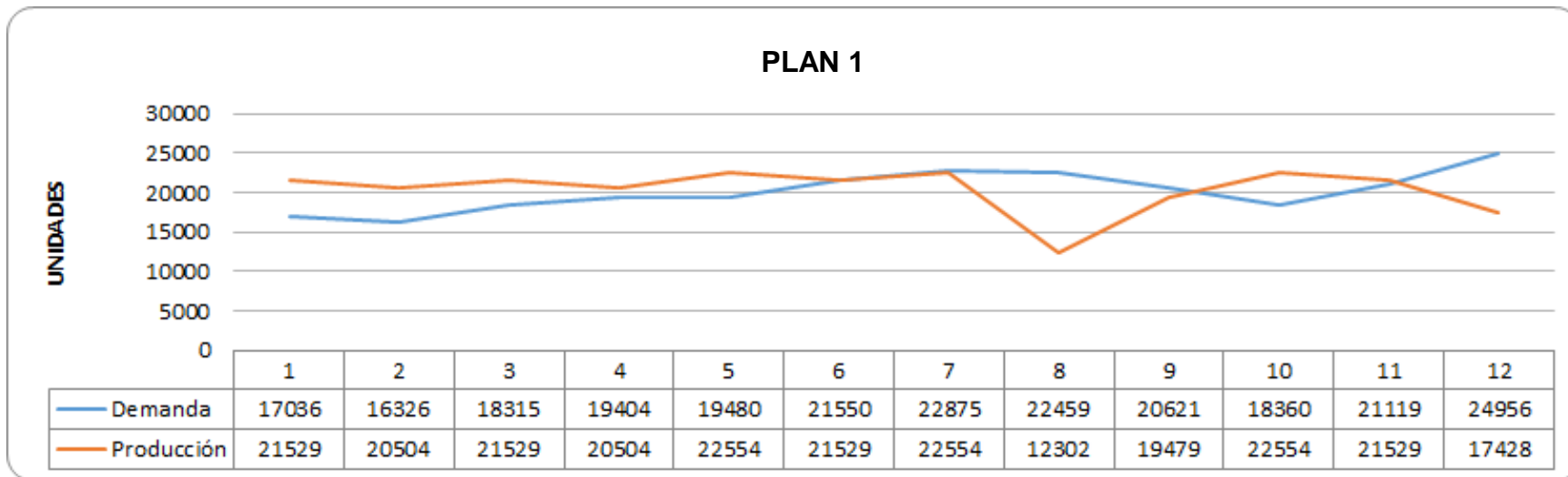
Tasa de producción constante

Contemplar la opción de demanda diferida - Tasa producción acumulada fin periodo

- $T = 1025$ u/día



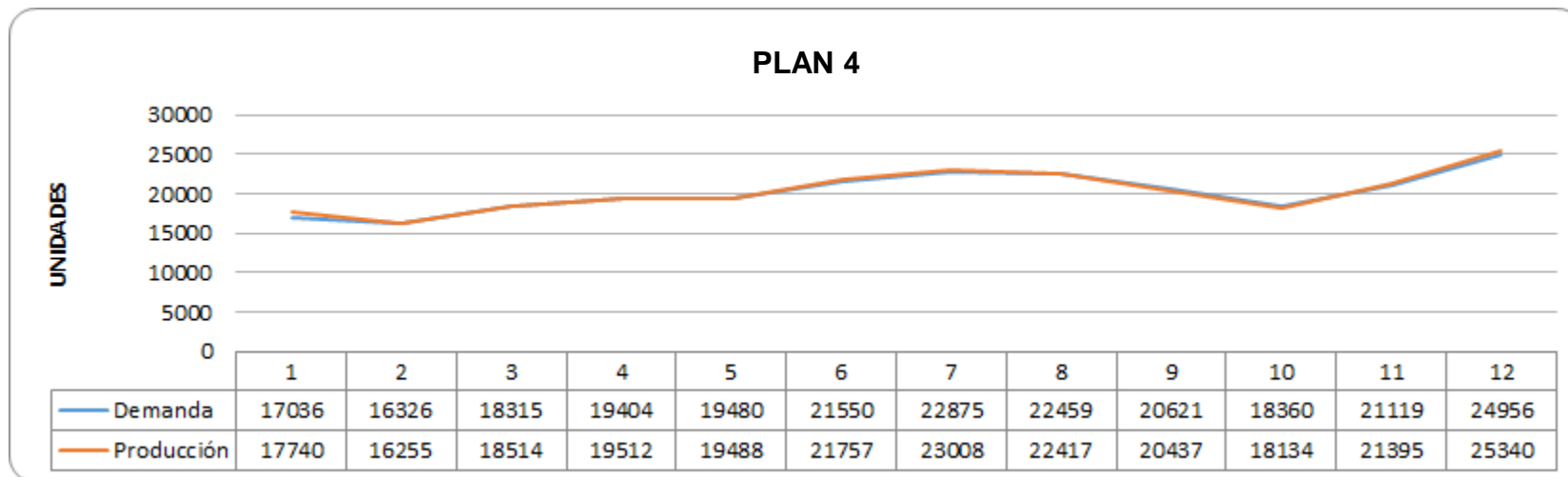
Tasa de producción constante



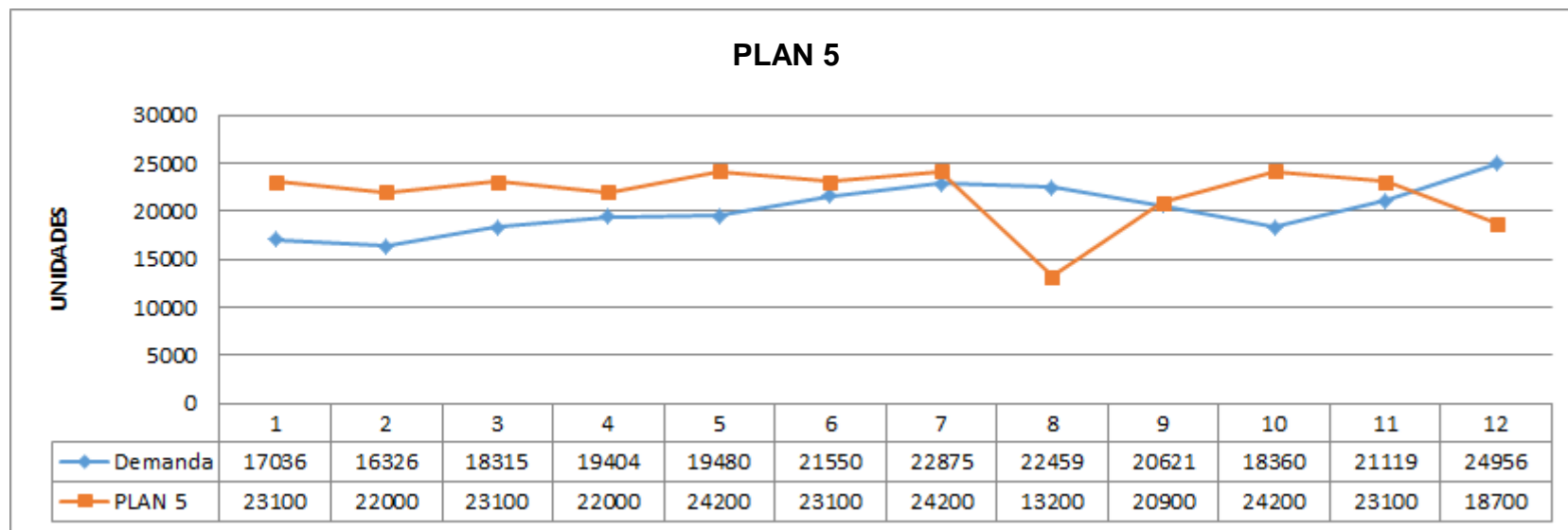
Dado que la tasa diaria máxima acumulada y la tasa acumulada total en el periodo es la misma, no vamos a diferir demanda y vamos a producir lo mismo que si diferimos demanda

Tasas Variables JIT

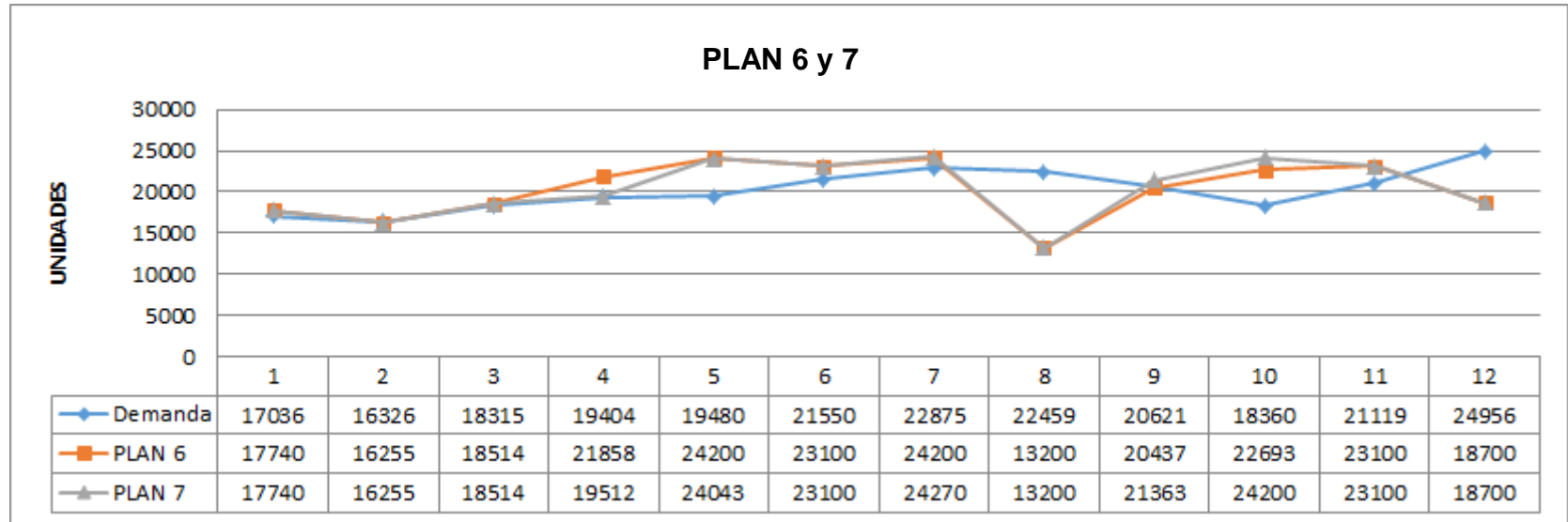
No tenemos capacidad de fabricación con lo que ponemos un 3r turno ficticio en el que podemos comprar termos a un proveedor.



Tasas Variables Saturado

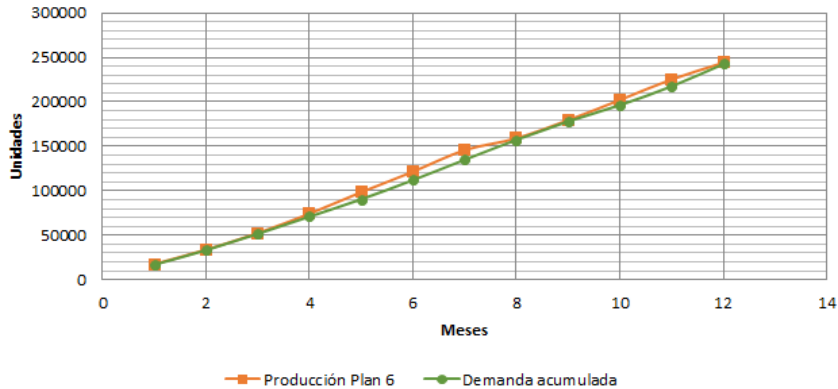


Optimización de la demanda

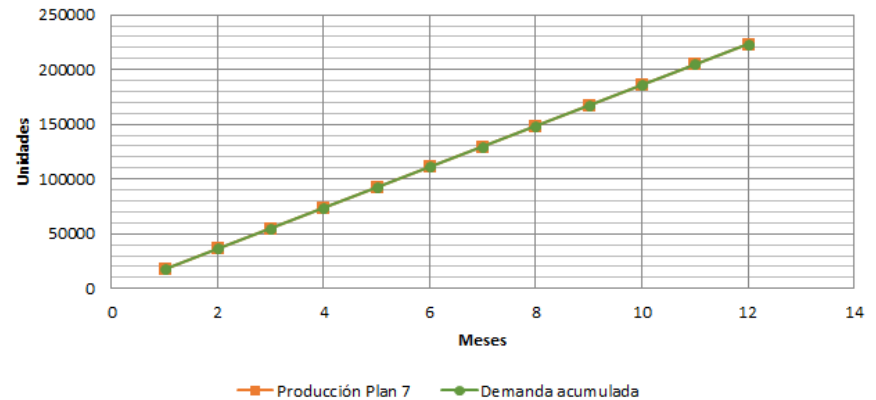


Optimización de la demanda

Producción acumulada Plan 6



Producción acumulada Plan 7



Resumen Planes de Producción

PLAN		Prod. T1	Prod. T2	Com. Ext	Inv. +	Inv -	TOTAL	€ / termo
1	Tasa = ct	1.484.798,70	1.282.859,27	-	341.005,90	-	3.108.663,88	12,74
4	JIT	1.484.798,70	1.102.993,32	359.731,90	-	-	2.947.523,92	12,08
5	Saturado	1.484.798,70	1.484.798,70	-	732.893,32	-	3.702.490,72	14,14
6	Bowman1	1.484.798,70	1.265.890,14	-	102.923,32	-	2.853.612,16	11,70
7	Bowman2	1.484.798,70	1.265.890,14		78.939,64	68.000,24	2.897.628,72	11,88

Escogemos Plan Maestro con menor coste total (Bowman 1)

SMART THERMO SL

Business Case 6&7

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Índice

Business Case 6

1. Grafo - BOM productos
2. Lista de componentes y materiales
3. Actividades y tiempos de procesos
4. Nivel 0 - Productos
5. Nivel 1 - Componentes
6. Nivel 2 - Materiales

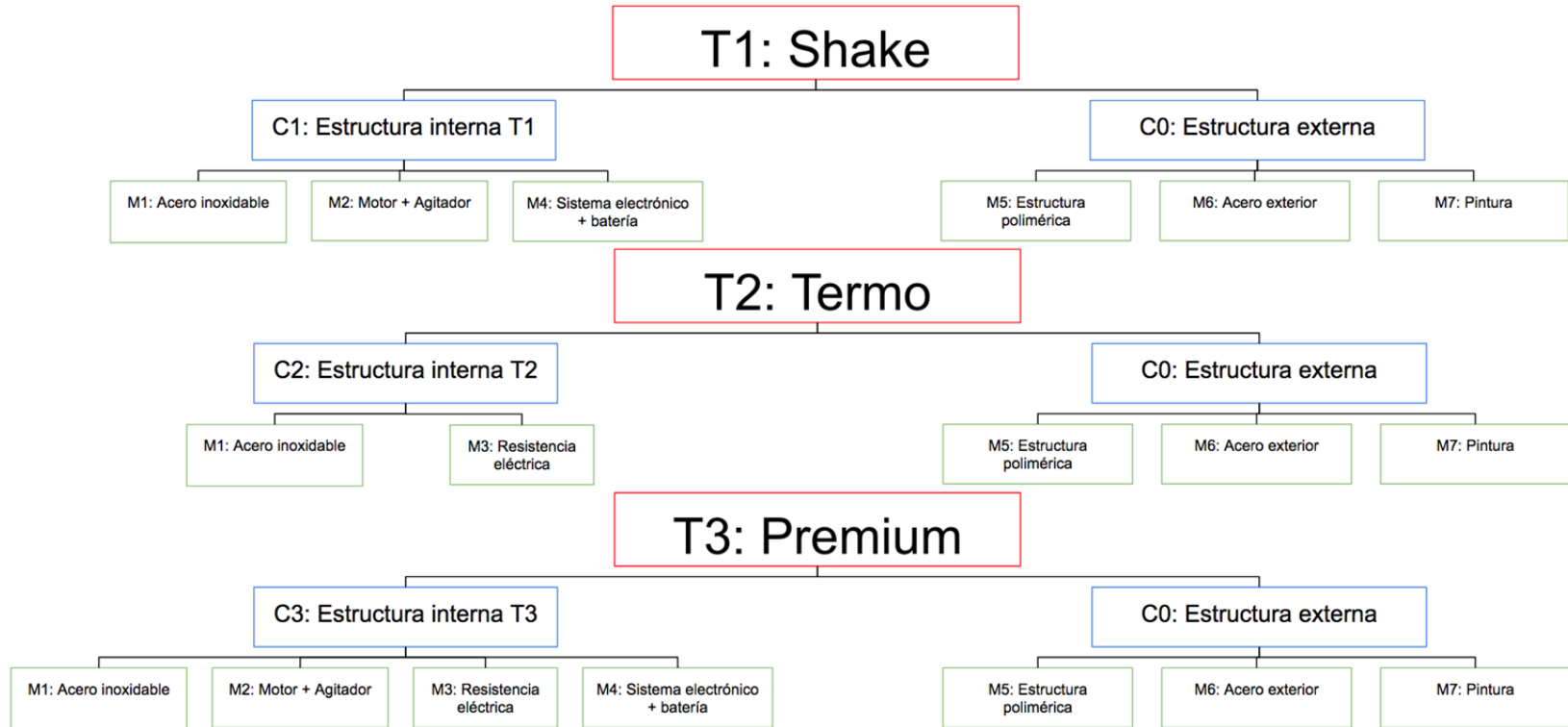
Business Case 7

1. Calendario laboral y plan de producción
2. Matrices de requerimientos
3. Lista de necesidades
4. Plan maestro - Bowman
5. Órdenes Nivel 0
6. Órdenes Nivel 1
7. Órdenes Nivel 3

BUSINESS CASE 6

1. **GRAFO - BOM productos**
2. **Lista productos, componentes y materiales**
3. **Actividades y tiempos de procesos**
4. **Nivel 0 - Productos (Fabricación)**
5. **Nivel 1 - Componentes (Semielaboración)**
6. **Nivel 2 - Materiales (Compra)**

GRAFO -BOM productos



Lista de productos, componentes y materiales

Figura 1 - Lista producto, componetes y materiales por nivel

NIVEL - TIPO	DENOMINACIÓN	PROCEDENCIA
NIVEL 0: PRODUCTO	T1 : Shake	PRODUCCIÓN T
	T2 : Thermocafé	PRODUCCIÓN T
	T3 : Premium	PRODUCCIÓN T
NIVEL 1: COMPONENTE	C1 : Estructura interna T1	PRODUCCIÓN SM+SE+SC
	C2 : Estructura interna T2	PRODUCCIÓN SM+SE+SC
	C3 : Estructura interna T3	PRODUCCIÓN SM+SE+SC
	C0 : Estructura externa	PRODUCCIÓN SM
NIVEL 2: MATERIAL	M1 : Acero inox	APROVISIONAMIENTO PROV.1
	M2 : Motor + agitador	APROVISIONAMIENTO PROV.2
	M3 : Resistencia eléctrica	APROVISIONAMIENTO PROV.3
	M4 : Sistema eléctrico	APROVISIONAMIENTO PROV.4
	M5 : Resina polimerica	APROVISIONAMIENTO PROV.5
	M6 : Acero exterior	APROVISIONAMIENTO PROV.6
	M7 : Pintura	APROVISIONAMIENTO PROV.7

Actividades y tiempos de procesos

Etapa comprendidas	Actividad	Maquinaria	Tiempo de proceso (s)	SM	SE	SC
C0+C1+C2+C3	Moldeado de la Chapa	Embutidora de cilindro hidráulico	5	5		
C1 + C2 + C3	Acoplamiento res. térmica	Robot colocador de resistencia + soldadura	20	5	15	
C1 + C2 + C3	Acoplamiento microprocesador	Robot colocador microprocesador + soldadura	20	6	14	
C0	Pulido exterior del vaso + pintura	Centro de pintura + secado	10	10		
C0	Acoplamiento superficie polimérica	Centro de roscado	5	5		
T _n	Control calidad	Inspección visual y de defectos en acero inox	10			10
C2 + C3	Instalación software (bluetooth)	Centro de informática	5		5	

T_n : Donde n es la tipología de producto n = {1, 2, 3}

NIVEL 0 - Productos (Fabricación)

Figura 2 - Regla lotificación, lead time y stock inicial

MATERIAL	LEAD TIME (semanas)	LOTE	REGLA
T1: Shake	1	Entre: 1840 y 2100	FIFO
T2: Thermocafé	1	Entre: 2540 y 2760	FIFO
T3: Premium	1	Entre: 238 y 250	FIFO

Stock inicial: no hay productos acabados en stock

Lote: producción variable de unidades x1 semana (consumo FIFO según demanda semanal)

NIVEL 1 – Componentes (Semielaboración)

Figura 3 - Regla lotificación, lead time y stock inicial

COMPONENTE	LEAD TIME (semanas)	LOTE	REGLA	STOCK INICIAL
C1: Estructura interna T1	1	Entre: 1830 y 2070	FIFO	5000[u]
C2: Estructura interna T2	1	Entre: 2530 y 2870	FIFO	2500 [u]
C3: Estructura interna T3	1	Entre: 238 y 250	FIFO	3000 [u]
C0: Estructura externa	1	Entre: 4600 y 5133	FIFO	16000 [u]

Stock inicial: necesidades producción x3 semanas

Lote: producción media de unidades x1 semana (consumo FIFO nivel 0)

NIVEL 2 - Materiales (Compra)

Figura 4 - Regla lotificación, lead time y stock inicial

MATERIAL	LOTIFICACIÓN	LEAD TIME (semanas)	PRECIO (€/lote)	Stock inicial
M1 : Acero inox	36000 [cm2] FIJO	1	12	17500 [cm2]
M2: Motor + agitador	1000 [u] FIJO	3	2250	10800 [u]
M3: Resistencia eléctrica	1000 [u] FIJO	1	1000	10800 [u]
M4: Sistema electrónico	1000 [u] FIJO	2	12000	10800 [u]
M5: Polímero	16000 [kg] FIJO	2	1400	4900 [kg]
M6: Acero exterior	56250 [cm2] FIJO	1	14	13000 [cm2]
M7: Pintura	1000 [l] FIJO	1	8750	4000 [l]

Stock inicial: necesidades producción x3 semanas

BUSINESS CASE 7

1. **Calendario laboral y plan de producción**
2. **Matrices de requerimientos**
3. **Lista necesidades**
4. **Plan maestro - Bowman**
5. **Órdenes Nivel 0**
6. **Órdenes Nivel 1**
7. **Órdenes Nivel 2**

Calendario laboral y Plan de producción

Figura 5 - Calendario laboral por semana (3 meses)

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Días	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Figura 6 - Plan de producción en horizonte trimestral [X]

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coffe	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
Healthy	237	237	237	237	244	248	248	248	244	237	237	237	237
Sport	1591	1591	1591	1591	1726	1815	1815	1815	1761	1680	1680	1680	1680
Babies	238	238	238	238	239	240	240	240	242	246	246	246	246

Matrices de requerimientos

Figura 7 - Requerimientos directos [N]

	T1	T2	T3	C0	C1	C2	C3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	SM	SE	SC
T1																	
T2																	
T3																	
C0	1	1	1														
C1	1																
C2		1															
C3			1														
M1				1,08	1,08	1,08											
M2					1		1										
M3						1	1										
M4					1		1										
M5				0,3													
M6				0,8													
M7				0,2													
SM				20	16	16	16										
SE					29	34	34										
SC	10	10	10														

Figura 8 - Requerimientos indirectos [N*]

	T1	T2	T3	C0	C1	C2	C3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	SM	SE	SC
T1	1																
T2		1															
T3			1														
C0	1	1	1	1													
C1	1				1												
C2		1				1											
C3			1				1										
M1	1,08	1,08	1,08		1,08	1,08	1,08	1									
M2	1	0	1		1		1		1								
M3	0	1	1			1	1			1							
M4	1	0	1		1		1				1						
M5	0,3	0,3	0,3	0,3								1					
M6	0,81	0,81	0,81	0,8									1				
M7	0,15	0,15	0,15	0,2											1		
SM	36	36	36	20	16	16	16										
SE	29	34	34		29	34	34										
SC	10	10	10														

Obtención matriz de Requerimientos indirectos: $[N^*] = ([I] - [N])^{-1}$

Lista de necesidades

Figura 9 - Necesidades brutas del plan [G]

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coffe	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
Healthy	237	237	237	237	244	248	248	248	244	237	237	237	237
Sport	1591	1591	1591	1591	1726	1815	1815	1815	1761	1680	1680	1680	1680
Babies	238	238	238	238	239	240	240	240	242	246	246	246	246
T1	1828	1828	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
T2	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
T3	238	238	238	238	239	240	240	240	242	246	246	246	246
C0	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
C1	1828	1828	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
C2	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
C3	238	238	238	238	239	240	240	240	242	246	246	246	246
M1	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
M2	2066	2066	2066	2066	2209	2303	2303	2303	2247	2163	2163	2163	2163
M3	2766	2766	2766	2766	2945	3065	3065	3065	3083	3111	3111	3111	3111
M4	2066	2066	2066	2066	2209	2303	2303	2303	2247	2163	2163	2163	2163
M5	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
M6	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
M7	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028

G'	TOTAL
T1: Shake	25144
T2: Thermocafé	35594
T3: Premium	3137
C1: Estructura interna T1	25144
C2: Estructura interna T2	35594
C3: Estructura interna T3	3137
C0: Estructura externa	63875
M1 : Acero inox	63875
M2: Motor + agitador	28281
M3: Resistencia eléctrica	38731
M4: Sistema electrónico	28281
M5: Polímero	63875
M6: Acero exterior	63875
M7: Pintura	63875

Obtención matriz de Requerimientos indirectos: $[G] = [N^*] \times [X]$

Plan maestro - Bowman

Figura 10 - Producción Turno 1

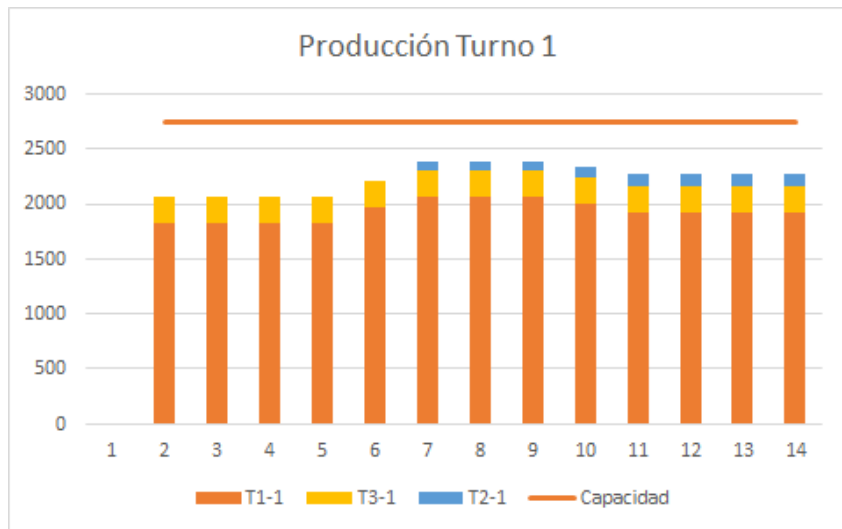
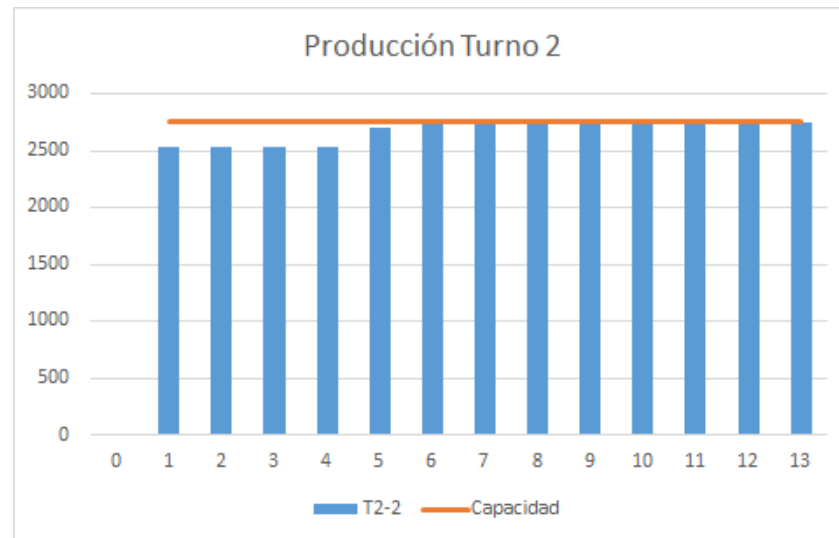


Figura 11 - Producción Turno 2



Criterio Bowman: Durante el turno 2 se producirá la modalidad de Coffee hasta su máximo, y en el caso que el turno 2 no pudiera cubrir toda la producción, dicha producción será realizada en el turno 1 junto con los demás variables (haciendo todos los cambios de línea en el turno 1).

ÓRDENES NIVEL 0

Figura 12 - Ejemplo Cálculo MRP I - T2: Thermo coffee

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TURNO 1		0	0	0	0	0	75	75	75	91	115	115	115	115
TURNO 2		2528	2528	2528	2528	2706	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750

LEAD TIME (semanas)	LOTE	REGLA
1	Entre: 2540 y 2760	FIFO

Existencias almacén = No existe producto en stock inicialmente

Ordenes Plan Emisión - Recepción: Sistema de producción FIFO semanal - las ordenes de producción se generan según la demanda semanal estimada.

ÓRDENES NIVEL 0

Figura 13 - Resúmenes órdenes de fabricación semanales

Producto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T1	1828	1828	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
T2	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
T3	238	238	238	238	239	240	240	240	242	246	246	246	246

Sistema FIFO producción

- Los lotes semanales son variables
- Las órdenes de producción se emiten según las necesidades por semana

ÓRDENES NIVEL 1

Figura 13 - Ejemplo Cálculo MRP I - C1: Estructura interna T1

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas	0	1828	1828	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
Existencias almacén	5000													
Neceisdades netas	0	0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
Órdenes Plan Recepción	0	0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
Órdenes Plan Emisión	0	0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917

LEAD TIME (semanas)	LOTE	REGLA
1	Entre: 1830 y 2070	FIFO

Existencias almacén = Existencias previstas; no hay pedidos previos emitidos

Ordenes Plan Emisión - Recepción: Sistema de producción FIFO - las ordenes de producción se generan semanalmente según la necesidad estimada del Nivel 0.

ÓRDENES NIVEL 1

Figura 15 - Resumen órdenes de fabricación semanal

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C0	0	0	0	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
C1	0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	1917
C2	2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	2865
C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246

Sistema FIFO producción

- Los lotes semanales son variables
- Las ordenes de producción se emiten según las necesidades por semana

ÓRDENES NIVEL 2

Figura 16 - Ejemplo Cálculo MRP I - M1: Ácero inox

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas	0	4594	4594	4594	4594	4915	5128	5128	5128	5088	5028	5028	5028	5028
Existencias almacén	17500													
Neceisdades netas	17500	14770	12040	7335	2631	33580	28301	23022	17743	12510	7345	2181	33016	27586
Órdenes Plan Recepción	0	0	0	0	0	36000	0	0	0	0	0	0	36000	0
Órdenes Plan Emisión	0	0	0	0	36000	0	0	0	0	0	0	36000	0	0

LOTIFICACIÓN	LEAD TIME (semanas)
36000 [cm2] FIJO	1

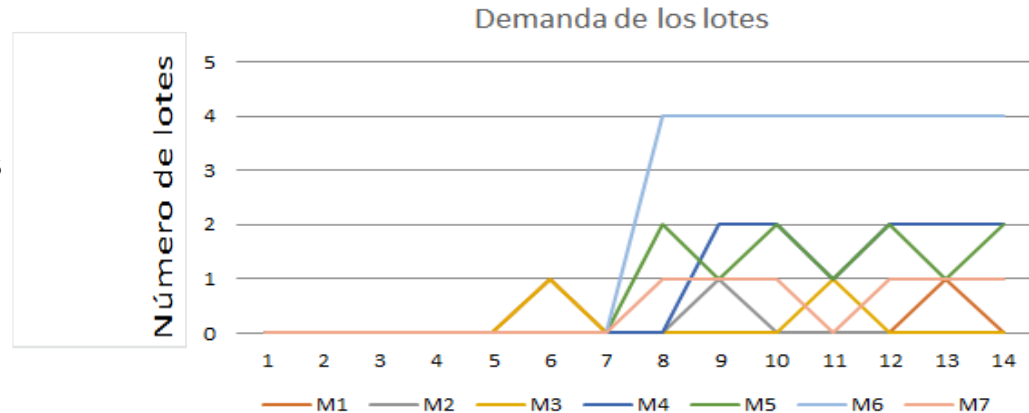
Existencias almacén = Existencias previstas; no hay pedidos previos emitidos

ÓRDENES NIVEL 2

Figura 17 - Necesidades Brutas

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M1		2730	2730	4704	4704	5050	5279	5279	5279	5234	5165	5165	5165	5430
M2		0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	2163
M3		2528	2528	2528	2528	2706	2825	2825	2825	2841	2865	2865	2865	3111
M4		0	0	1828	1828	1970	2063	2063	2063	2005	1917	1917	1917	2163
M5		0	0	0	1378	1475	1538	1538	1538	1526	1508	1508	1508	1508
M6		0	0	0	3721	3981	4154	4154	4154	4121	4073	4073	4073	4073
M7		0	0	0	689	737	769	769	769	763	754	754	754	754

Figura 18 - Plan recepción de los lotes



ÓRDENES NIVEL 2

Figura 19 - Necesidades netas

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M1	17500	14770	12040	7335	2631	33580	28301	23022	17743	12510	7345	2181	33016	27586
M2	10800	10800	10800	8972	7144	5174	3111	1048	55235	53230	51313	49396	47479	45316
M3	10800	8272	5744	3216	688	13982	11157	8332	5507	2666	15801	12936	10071	6960
M4	10800	10800	10800	8972	7144	5174	3111	1048	985	980	63	146	229	66
M5	4900	4900	4900	4900	3522	2047	509	971	432	906	397	889	381	872
M6	13000	13000	13000	13000	9279	5298	1144	990	837	715	643	570	497	425
M7	2400	2400	2400	2400	1711	974	204	435	666	903	149	394	640	886

Demanda de los lotes corregida

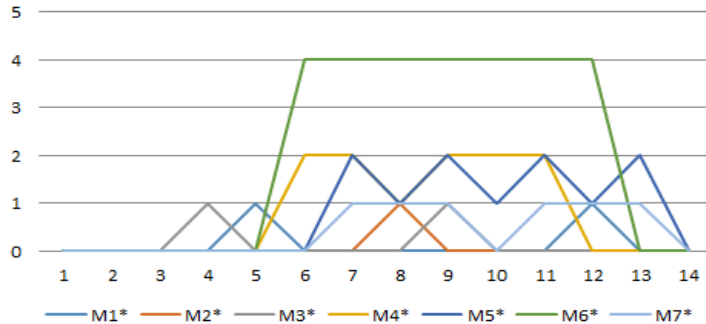


Figura 20 - Plan emisión de ordenes

ÓRDENES NIVEL 2

Figura 21 - Plan de ordenes de emisión general

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M1	0	0	0	0	36000	0	0	0	0	0	0	36000	0	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	56250	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	16000	0	0	0	0	16000	0	0	0	0	0
M4	0	0	0	0	0	2000	2000	1000	2000	2000	2000	0	0	0
M5	0	0	0	0	0	0	2000	1000	2000	1000	2000	1000	2000	0
M6	0	0	0	0	0	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	0	0
M7	0	0	0	0	0	0	1000	1000	1000	0	1000	1000	1000	0

Figura 22 - Plan de ordenes de recepción general

Semana	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
M1	0	0	0	0	0	36000	0	0	0	0	0	0	36000	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	56250	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	0	0	16000	0	0	0	0	16000	0	0	0
M4	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	2000	1000	2000	2000	2000
M5	0	0	0	0	0	0	0	2000	1000	2000	1000	2000	1000	2000
M6	0	0	0	0	0	0	0	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
M7	0	0	0	0	0	0	0	1000	1000	1000	0	1000	1000	1000

SMART THERMO SL

Business Case 8

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Índice

Business Case 8

- 1. Enunciado**
- 2. Demanda por modelo de fabricación**
- 3. Consumo de materiales críticos**
- 4. Características de stocks por material**
- 5. M1 - ACERO INOXIDABLE**
- 6. M2 - MOTOR + AGITADOR**
- 7. M3 - RESISTENCIA**
- 8. M4 - ELECTRÓNICA**
- 9. M7 - PINTURA**

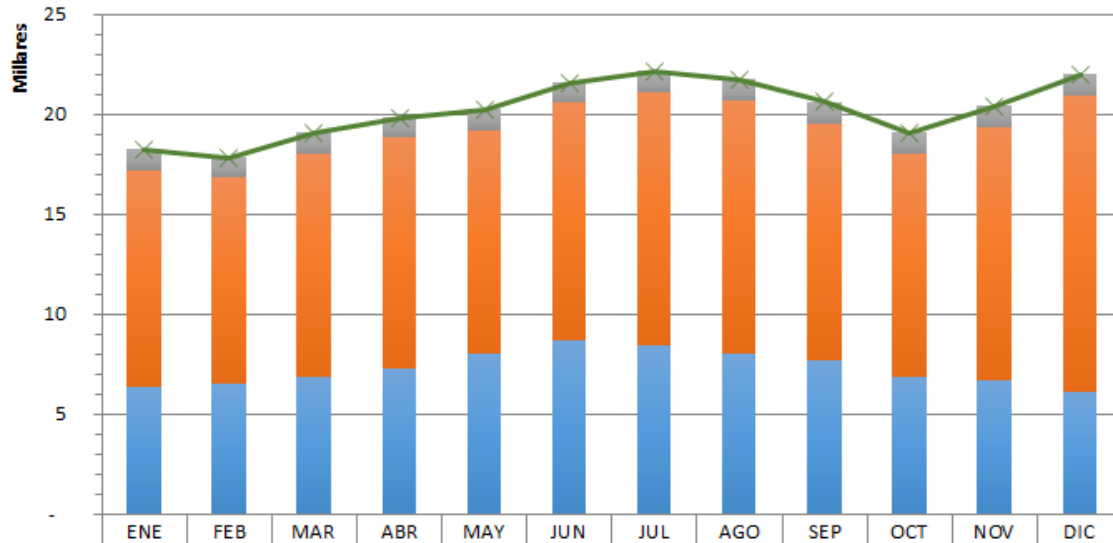
1. Enunciado

Establezca un sistema de gestión de stocks para sus componentes teniendo en cuenta los costes de lanzamiento, adquisición, posesión y rotura.

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Coffe	10825	10380	11121	11566	11121	11863	12604	12604	11863	11121	12604	14828	142500
Healthy	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	12504
Sport	5290	5446	5835	6224	7002	7624	7391	7002	6613	5835	5679	5057	74998
Babies	1056	932	1047	1005	1045	1009	1083	1056	1091	1092	1039	1044	12499
TOTAL	18213	17800	19045	19837	20210	21538	22120	21704	20609	19090	20364	21971	242501

2. Demanda por modelo de fabricación

DEMANDA DIVERSIFICADA



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T3: Babies	1.056	932	1.047	1.005	1.045	1.009	1.083	1.056	1.091	1.092	1.039	1.044
T2: Coffee	10.825	10.380	11.121	11.566	11.121	11.863	12.604	12.604	11.863	11.121	12.604	14.828
T1: Healthy and Sport	6.332	6.488	6.877	7.266	8.044	8.666	8.433	8.044	7.655	6.877	6.721	6.099
TOTAL	18.213	17.800	19.045	19.837	20.210	21.538	22.120	21.704	20.609	19.090	20.364	21.971

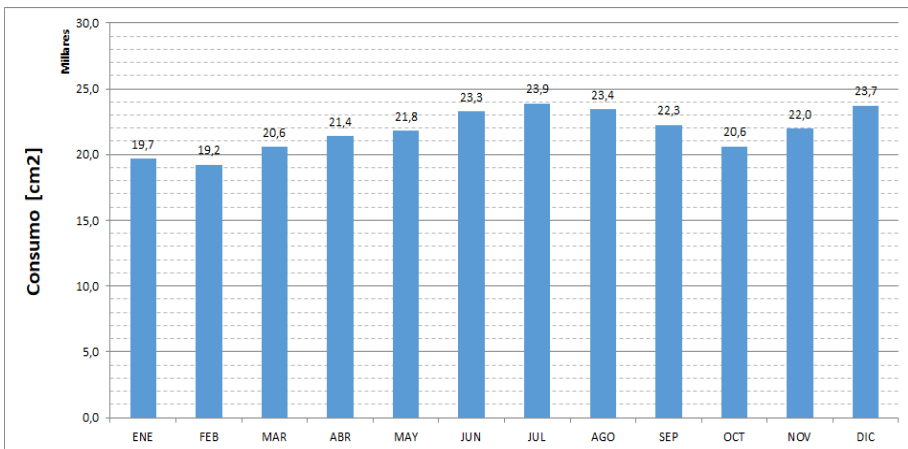
Demanda anual (unidades)

T1	Healthy & Sport	87.502
T2	Coffee	142.500
T3	Babies	12.499

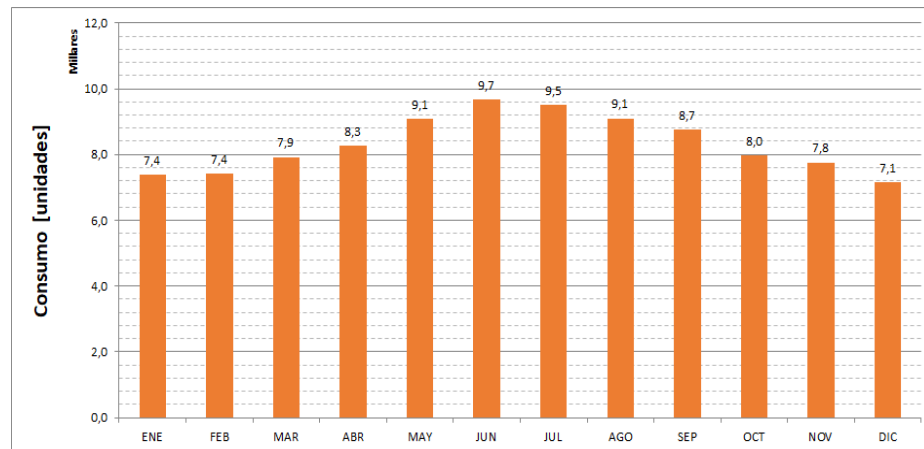
Stocks relevantes:
Materiales relacionados
con T2 (Coffee) y T1
(Healthy & Sport)

3. Consumo materiales críticos

M1: ACERO INOXIDABLE



M2: Motor + Agitador

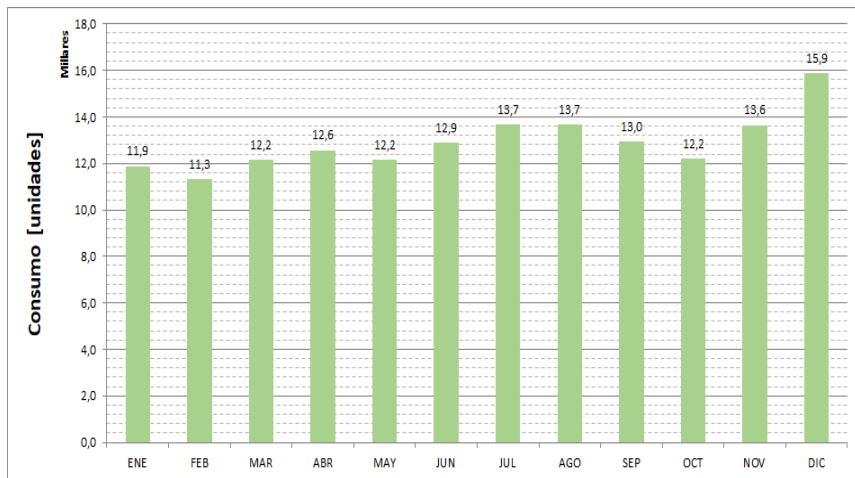


Lote fijo estimado	N. lotes	N. lotes / mes
36000 [cm2]	8	0,7

Lote fijo estimado	N. lotes	N. lotes / mes
1000 [u]	101	8,4

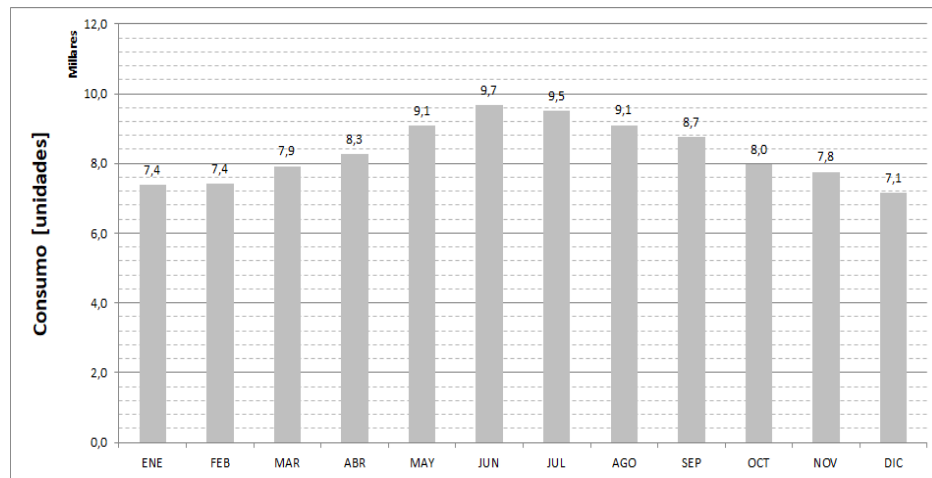
3. Consumo materiales críticos

M3: RESISTENCIA



Lote fijo estimado	N. lotes	N. lotes mes
1000 [cm ²]	151	12,9

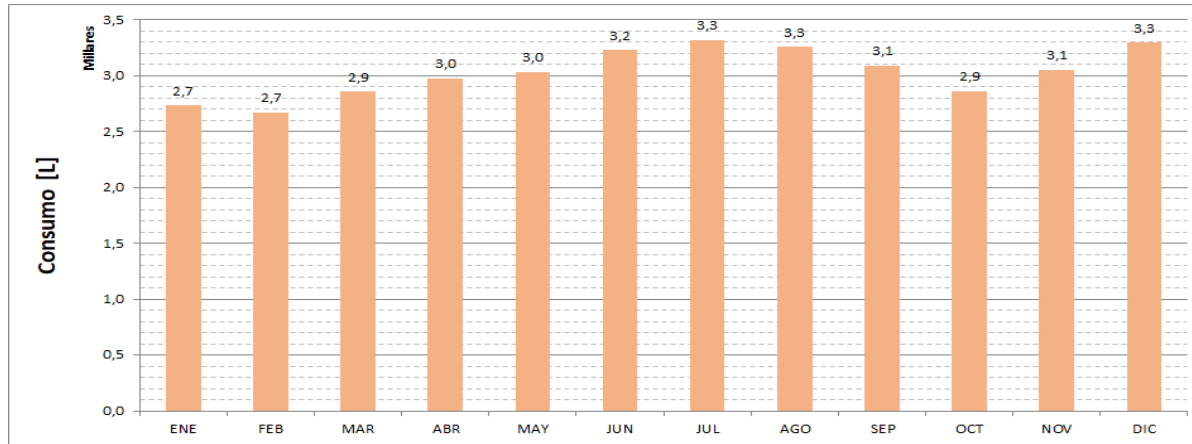
M4: S. ELECTRÓNICO



Lote fijo estimado	N. lotes	N. lotes mes
1000 [u]	101	8,4

3. Consumo materiales críticos

M7: PINTURA



Lote fijo estimado	N. lotes	N. lotes mes
1000 [I]	37	3,1

4. Características de stocks por material

Según la naturaleza de obtención del material y su consumo en producción se conoce la siguiente información:

	DESCRIPCIÓN	TIPO	CONSUMO ANUAL	STOCK INICIAL
M1	ACER . INOXIDABLE	FIJO SIN ROTURA CON TIEMPO DE PREPARACIÓN (8h preparación)	261901 [cm2]	17500 [cm2]
M2	MOTOR+AGITADOR	FIJO CON ROTURA	100001 [u]	0
M3	RESISTENCIA	FIJO SIN ROTURA	154999 [u]	10800 [u]
M4	ELECTRÓNICA	FIJO CON ROTURA	100001 [u]	10800 [u]
M7	PINTURA	MINIMO CON COSTE VARIABLE	36375 [l]	2400 [l]

5 . M1 – ACERO INOXIDABLE

Demanda	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Real	19670	19224	20569	21424	21827	23261	23890	23440	22258	20617	21993	23729
Corregida	2170	19224	20569	21424	21827	23261	23890	23440	22258	20617	21993	23729

Tasa producción	285120	[cm2/año]
-----------------	--------	-----------

Costes

Ca	Lanzamiento	72	[€/lanzamiento]
Cu	Adquisición	3,4	[€/lote]
Ch	Posesión	0,18	[€/cm2 *mes]

Tiempo preparación

Tiempo preparación (ut)	8	[h/orden]
Tiempo preparación (mes)	0,015	[mes/orden]

Concepto:

- Limpieza prensas estampación
- Revisión parámetros prensa
- Cambio de matriz

5 . M1 – ACERO INOXIDABLE

Lote óptimo

Lote óptimo tentativo	$\hat{Q} = \sqrt{\frac{2c_A D}{c_h(1-D/P)}}$	49400 [u/orden]
Lote óptimo mínimo	$Q_{\min} = \frac{t_s D}{1-D/P}$	48300 [u/orden]

max(Q[^]; Q_{min})



Lote óptimo	Q*	49400 [u/orden]
Frecuencia reposición	v*	5,3 [ordenes]
Tiempo de ciclo	T*	2,26 meses

		Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		19670	19224	20569	21424	21827	23261	23890	23440	22258	20617	21993	23729
Q	Lote		49400			49400		49400		49400		49400		
I	Inventario	17500	47230	28006	7437	35413	13586	39725	15835	41795	19537	48319	26326	2597
C	Costes	3320	176667	5313	1411	174425	2578	175243	3004	175636	3707	176874	4995	493

5 . M1 – ACERO INOXIDABLE

Criterio de decisión

Coste:	Demanda Discreta	Demanda Continua
Coste (Q _{min} =48300)	1.050.635 [€/año]	889.490 [€/año]
Coste (Q [^] =49400)	903.667 [€/año]	889.508 [€/año]

6. M2 - MOTOR + AGITADOR

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda	7388	7420	7924	8271	9089	9675	9516	9100	8746	7969	7760	7143

Costes

Ca	Lanzamiento	400	[€/lanzamiento]
Cu	Adquisición	2,25	[€/ut]
Ch	Posesión	0,45	[€/u *mes]
Cb	Diferir demanda	1,125	[€/u*mes]

Tasa producción	264000	[u/año]
Demanda total	100001	[u/año]

Coste diferir demanda: **50% adquisición**

6. M2 – MOTOR + AGITADOR

		Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		7388	7420	7924	8271	9089	9675	9516	9100	8746	7969	7760	7143
Q	Lote		16000		16000		16000		16000		16000		16000	
I	Inventario		8612	1192	9268	997	7908	-1767	4717	-4383	2871	-5098	3142	-4001

			Cantidad Optima	Cantidad Plan
Q	Lote	$\sqrt{\frac{2c_A D(c_h + c_b)}{c_h c_b}}$	15776	16000
C	Coste (Demanda discreta)	$\dot{C}^* = \dot{C}(Q^*, x^*) = c_b D + \sqrt{\frac{2c_A c_h c_b D}{c_h + c_b}}$	230.073,20	261.975,53
v	Frecuencia [n. emisiones]	$v^* = \sqrt{\frac{c_h c_b D}{2c_A(c_h + c_b)}}$	6,39	6
x*	Demanda diferida %	$x^* = \frac{c_h}{c_h + c_b}$	0,29	0,15
T	Tiempo cíclico	$T^* = \sqrt{\frac{2c_A(c_h + c_b)}{c_h c_b D}}$	0,16	0,17

7. M3 - RESISTENCIA

Demanda	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Real	1188 1	11312	12168	12571	12166	12872	13687	13660	12954	12213	13643	15872
Corregida	2081	11312	12168	12571	12166	12872	13687	13660	12954	12213	13643	15872
Anual	145199											
En lotes	146											

$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_A D}{c_h}}$$

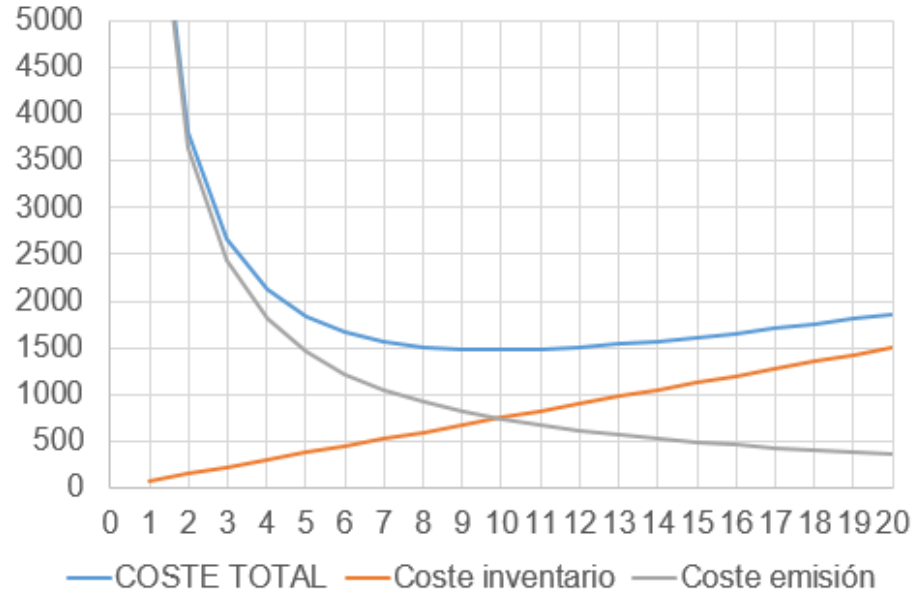
Tamaño de lote	1000	unidades/lote
Coste del lote	1000	€/lote
Inventario inicial	10800	unidades
Stock de seguridad	1000	unidades

Coste de lanzamiento	50	€/lanzamiento
Tasa de stock anual	15%	-
Coste de inventario (Ca)	150	€/lote-año)
Máximos lotes por lanzamiento	20	lotes/lanz.

7. M3 - RESISTENCIA

Demanda	146	lotes / año	Núm de lotes por emisión óptimo tentativo (Q*)	9,9
Coste emisión (Ca)	50	€/lanz.	Núm de cajas por emisión máximo	20
Coste de inventario (Ch)	150	€/ (lote·año)	Núm de cajas óptimo	9-10

Lotes por lanzamiento	Costes de inventario	Costes de lanzamiento	COSTE TOTAL
9	675,00 €	811,11 €	1.486,11 €
10	750,00 €	730,00 €	1.480,00 €



Días entre lanzamientos	25
Tamaño del lanzamiento	10

8. M4 - ELECTRÓNICA

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda	7388	7420	7924	8271	9089	9675	9516	9100	8746	7969	7760	7143

Costes

Ca	Lanzamiento	400	[€/lanzamiento]
Cu	Adquisición	12	[€/ut]
Ch	Posesión	2,4	[€/u *mes]
Cb	Diferir demanda	2,16	[€/u*mes]

Demanda total	100001	[u/año]
----------------------	--------	---------

Coste diferir demanda: **18% adquisición**

8. M4 - ELECTRÓNICA

		Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		7388	7420	7924	8271	9089	9675	9516	9100	8746	7969	7760	7143
Q	Lote		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	
I	Inventario	10800	11412	11992	12068	11792	10708	9033	7517	6417	5761	5702	5942	-1201

			Cantidad Optima	Cantidad Plan
Q	Lote	$\sqrt{\frac{2c_A D(c_h + c_b)}{c_i c_b}}$	7922	8000
C	Coste (Demanda discreta)	$\dot{C}^* = \dot{C}(Q^*, x^*) = c_i D + \sqrt{\frac{2c_A c_b c_i D}{c_h + c_b}}$ $v^* = \sqrt{\frac{c_i c_b D}{2c_A(c_h + c_b)}}$	1.079.4 19,- €	1.298.815,76 €
v	Frecuencia [n. emisiones]	$x^* = \frac{c_b}{c_h + c_b}$	11,26	11
x*	Demanda diferida %	$T^* = \sqrt{\frac{2c_A(c_h + c_b)}{c_i c_b D}}$	0,53	0,4

9. M7 - PINTURA

		Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		2732	2670	2857	2976	3032	3231	3318	3256	3091	2864	3055	3296
Q	Lote			10000			10000			10000				10000
I	Inventario	4000	1268	8598	5741	2766	9734	6504	3186	9930	6839	3975	920	7625

Descuento	Desde	Hasta	Precio €/L	Descuento	ch	Q(k)	Q*	Coste
Tramo 1	0	10000	0,875	0,0%	0,1750	7896,67	8000	33.210,29 €
Tramo 2	10000	25000	0,87	-0,6%	0,1740	7919,329	10000	33.062,01 €
Tramo 3	25000	60000	0,86	-1,7%	0,1720	7965,239	25000	33.650,88 €
Tramo 4	60000	Más	0,84	-4,0%	0,1680	8059,505	60000	35.686,06 €

9. M7 - PINTURA

DEMANDA TOTAL	36375 unidades
Coste lanzamiento €/lanz	150 €
Tamaño fijo lote	10000 L
tasa stock 1 año	20 %

Periodo	Frecuencia
3,6	0,3

Estrategia de stocks obtenida

	DESCRIPCIÓN	TIPO	Lote fijo	N. lanzamientos	Coste
M1	ACERO INOXIDABLE	FIJO SIN ROTURA CON TIEMPO DE PREPARACIÓN (8h preparación)	49400 [cm2]	5	903.667 [€/año]
M2	MOTOR+AGITADOR	FIJO CON ROTURA	16000 [u]	6	261.975 [€/año]
M3	RESISTENCIA	FIJO SIN ROTURA	20000 [u]	10	1.480 [€/año]
M4	ELECTRÓNICA	FIJO CON ROTURA	8000 [u]	11	1.298.815 [€/año]
M7	PINTURA	MINIMO CON COSTE VARIABLE	10000 [l]	4	33.062 [€/año]

SMART THERMO SL

Business Case 9

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Índice

Business Case 9

- 1. Enunciado**
- 2. Stock con limitación de la carga de fuego**

1. Enunciado

Imponga limitaciones físicas o económicas que afecten a más de uno de sus componentes y de estabilidad su sistema de gestión de stocks considerando dichas restricciones.

CARGA DE FUEGO	Pintura (M7) y Polímero (M5)
Real Decreto 2267/2004	Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
Carga de fuego para expedición de aparatos, totalmente sintéticos	1000 MJ/m ²

2. Stock con limitación de la Carga de Fuego

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

q_i = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i , de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

2. Stock con limitación de la Carga de Fuego

Producto	Poder calorífico (q_{po})		Grado de peligrosidad (c)	Densidad
Unidades	MJ/kg	Mcal/kg	-	kg/m3
Polímero (Polietileno)	42	10	BAJA->1	960
Pintura (Resina de fenol)	25,1	6	MEDIA->1,3	1200

$Q_{s \leq}$	G_{po}	Coef. Tecn.	q_{po}	C_{po}	R_a	A	
1000	?	0,210	42	1	1	200	
	G_{pi}	Coef. Tecn.	q_{pi}	C_{pi}	R_a	A	1/densidad
	?	0,136	25,1	1,3	1	200	0,83

2. Stock con limitación de la Carga de Fuego

Pieza	Demanda	Tiempo de preparación	Coste de lanzamiento	Coste unitario	Posesión de stock	Coste de stock
M5-Polímero	69366	0,5	200	1,05	15%	0,1575
M7-Pintura	34733	0,5	150	0,87	20%	0,174

Óptimos tentativos			Test satisfaccion	
Q1*	13273		Carga tentativa	Carga máx
Q2*	7739		3839	1000

Lagrange -> Lambda = 6,0

Lambda: por un aumento en la capacidad de carga de fuego se admite en 6 [€/u. mes]

2. Stock con limitación de la Carga de Fuego

	Q*	v*	T*	Carga de Fuego	C*	Lote mínimo
Q(lambda) M5 (Polímero)	3211	21,61	0,05	674	77.40 8,58 €	16000,0
Q(lambda) M7 (Pintura)	2396	14,50	0,07	326	32.60 0,58 €	1000
			Lote mínimo	V	Carga de Fuego	C
			TOTAL	1000	110.009,16 €	
M5 (Polímero)		16000,0	4,34	3360	74.96 1,69 €	
M7 (Pintura)		1000	34,73	136	35.51 4,81 €	

3. Stock multi-producto y tiempo de preparación

Limitaciones de producción:

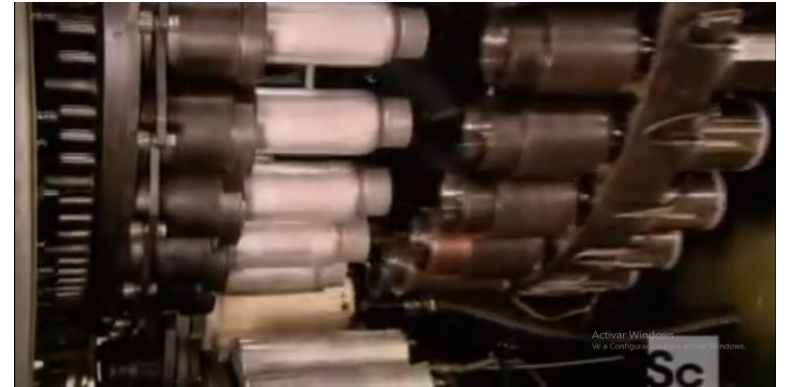
El proceso de formación de los componentes metálicos (acero inoxidable y acero) está delimitado por:

1) Recursos

Únicamente existe una máquina de formación para los dos materiales

1) Tiempo de preparación (ts)

Proceso de preparación previo comporta la limpieza de prensas, la revisión de parámetros y cambios de matriz.



Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.
Sc

	M1: Acero inoxidable	M6: Acero
Tiempo preparación (ts)	2,5 [h]	1 [h]

3. Stock multi-producto y tiempo de preparación

Costes		M1: Ac inox	M6: Acero
Ca	Lanzamiento [€/lanzamiento]	72	72
Cu	Adquisición [€/lote]	3,4	1,8
Ch	Posesión [€/cm2 *mes]	0,19	0,19

Demanda		M1: Ac inox	M6: Acero
Necesidad [cm2/año]		261.901	196.426

Producción		M1: Ac inox	M6: Acero
Tasa producción [u/año]		285.120	213.840

Tiempo preparación		M1: Ac inox	M6: Acero
Tiempo preparación [h/orden]		2,5	1
Tiempo preparación [mes/orden]		0,015	0,06

3. Stock multi-producto y tiempo de preparación

Frecuencias

	Menor coste	Máxima capacidad
V: Frecuencia [ordenes]	5	-39,95

$$V^* = 5 \text{ [pedidos/año]}$$

$$T^* = 2,42 \text{ [meses/pedido]}$$

$$\hat{v} = \sqrt{\frac{\sum_{j \in J} c_{h_j} D_j (1 - D_j / P_j)}{2 \sum_{j \in J} c_{A_j}}}; \quad v_{\max} = \frac{1 - \sum_{j \in J} D_j / P_j}{\sum_{j \in J} t_{s_j}}$$

Debido a que las tasas de producción son muy cercanas a los valores de la demanda, el valor de la frecuencia da como resultado un valor negativo.

Medidas para obtener una frecuencia adecuada con este método serían: aumentar las tasas de producción (aumentar capacidad) o cubrir una demanda menor.

Lote óptimo

	M1: Ac inox	M6: Acero
Q*: Lote [cm2/orden]	52820	39600

3. Stock multi-producto y tiempo de preparación

M1	Ac. inox	Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		19670	19224	20569	21424	21827	23261	23890	23440	22258	20617	21993	23729
Q	Lote		52820			52820		52820			52820		52820	
I	Inventario	17500	50650	31426	10857	42253	20427	49986	26096	2656	33218	12601	43428	19699
C	Costes	3320	104973	5962	2060	103380	3875	104847	4951	504	101665	2391	103602	3737

M6	Acero	Inicio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D	Necesidad		14753	14418	15426	16068	16370	17446	17917	17580	16693	15463	16495	17797
Q	Lote		39600			39600		39600			39600		39600	
I	Inventario	13000	37847	23429	8003	31535	15165	37319	19402	1822	24728	9266	32371	14574
C	Costes	2466	78694	4445	1518	77496	2877	78594	3681	346	76205	1758	77655	2765

3. Stock multi-producto y tiempo de preparación

Coste óptimo de gestión del stock de un año:

Teórico

$$\dot{C}^* = \dot{C}(v^*) = v^* \sum_{j \in J} c_{A_j} + \sum_{j \in J} c_{u_j} D_j + \frac{T^-}{2} \sum_{j \in J} c_{h_j} D_j (1 - D_j / P_j)$$

C*: Coste óptimo [€/año]

836.169,62

Analítico

	M1: Ac inox	M6: Acero	TOTAL
C*: Coste óptimo [€/año]	545.267	408.500	953.766,88

SMART THERMO SL

Business Case 10

Daband Edouard
Huguet Joan
Alvear Andres
Bernat Levit
Miquel Roca
Nell Benedikt



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Índice

Business Case 10

- 1. Enunciado**
- 2. Máquinas, piezas y tiempos de proceso**
- 3. Algoritmo de Johnson**
- 4. Resultado del algoritmo**
- 5. Verificación y metodología alternativa**
- 6. Tiempos de proceso con la demanda de Junio**

1. Enunciado

Atendiendo a su producto y componentes, defina máquinas y piezas, asigne tiempos de proceso y establezca un programa de operaciones para un plan de demanda concreto.

	Actividad	Maquinaria	Tiempo de proceso(s)
M1	Moldeado de la Chapa	Embutidora de cilindro hidráulico	5
M2	Acoplamiento res. térmica	Robot colocador de resistencia + soldadura	20
M3	Acoplamiento motor + agitador	Robot colocador de motor y agitador + soldadura	25
M4	Acoplamiento microprocesador	Robot colocador de microprocesador + soldadura	20
M5	Pulido exterior del vaso + pintura	Centro de pintura + secado	10
M6	Acoplamiento superficie polimérica	Centro de roscado	5

2. Máquinas, piezas y tiempos de proceso

		SPORT+ HEALTHY	COFFE	BABIES	T1	T2	T3
	Tipo / Factor de corrección	T1	T2	T3	1	1	1,2
M1	Moldeado de la Chapa	1	1	1	5	5	6
M2	Acoplamiento res. térmica	0	1	1	0	20	24
M3	Acoplamiento motor + agitador	1	0	1	25	0	30
M4	Acoplamiento microprocesador	1	0	1	20	0	24
M5	Pulido exterior del vaso + pintura	1	1	1	10	10	12
M6	Acoplamiento superficie polimérica	1	1	1	5	5	6

3. Algoritmo de Jonhson

	T1	T2	T3
M1	5	5	6
M2	0	20	24
M3	25	0	30
M4	20	0	24
M5	10	10	12
M6	5	5	6

	T1	T2	T3
M2	0	20	24
M3	25	0	30
M4	20	0	24
M5	10	10	12

	T1	T2	T3
M*	45	20	78
M**	55	10	66

M1	Moldeado de la Chapa
M6	Acoplamiento superficie polimérica

4. Resultado del algoritmo

	Coste de tiempo			Fin de actividad		
	T1	T3	T2	T1	T3	T2
M1	5	6	5	5	11	16
M2	0	24	20	5	35	55
M3	25	30	0	30	65	65
M4	20	24	0	50	89	89
M5	10	12	10	60	101	111
M6	5	6	5	65	107	116

5. Verificación del algoritmo y metodología alternativa, cálculo exhaustivo

	Primera	Segunda	Tercera	Tiempo total
O1	T1	T3	T2	116
O2	T1	T2	T3	126
O3	T2	T1	T3	122
O4	T2	T3	T1	139
O5	T3	T1	T2	130
O6	T3	T2	T1	121

Coincide con el resultado del algoritmo de Jonhson

6. Tiempos del proceso con la demanda de Junio

	Demanda de Junio	Producción diaria para satisfacer la demanda (20 días de trabajo)
T1	8666	433
T2	11863	593
T3	1009	50

6. Tiempos del proceso con la demanda diaria de Junio

	Tipo	T1 (433)	T2 (593)	T3 (50)
M1	Moldeado de la Chapa	2165	2965	300
M2	Acoplamiento res. térmica	0	11860	1200
M3	Acoplamiento motor + agitador	10825	0	1500
M4	Acoplamiento microprocesador	8660	0	1200
M5	Pulido exterior del vaso + pintura	4330	5930	600
M6	Acoplamiento superficie polimérica	2160	2965	300

6. Tiempos del proceso con la demanda de Junio

	Coste de tiempo			Fin de actividad		
	T1	T3	T2	T1	T3	T2
M1	2165	300	2965	2165	2465	5430
M2	0	1200	11860	2165	3665	17290
M3	10825	1500	0	12990	14490	17290
M4	8660	1200	0	21650	22850	22850
M5	4330	600	5930	25980	26580	32510
M6	2160	300	2965	28145	28445	35475

Para satisfacer la demanda,
necesitamos 35.475 segundos
según el algoritmo de Johnson:

→ 9,85 h

→ 2 turnos